

научно-теоретический и производственный журнал

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN
SCIENCE

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X(online)

1
2026



БЕСПЛАТНО
скачать журнал
и подписаться



Подпишитесь
на наш
Telegram канал!



ЗООТЕХНИЯ

Особенности молочной
продуктивности коров в зависимости
от возраста и подбора

АГРОНОМИЯ

Влияние листовых подкормок
на биометрические показатели
деревьев яблони

ЭКОНОМИКА

Белое вино в России: регионы,
сорта и стратегические векторы
роста



ГРУППА КОМПАНИЙ

ПРОДАЖА ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ
МАСЛИЧНЫХ. ЭКСПОРТНЫЕ ПРОДАЖИ

ШРОТ: соевый, рапсовый, подсолнечный

МАСЛО: соевое, рапсовое, подсолнечное

СОЕВАЯ ОБОЛОЧКА

ЗАЩИЩЁННЫЙ ПРОТЕИН: соевый, подсолнечный

ЗАЩИЩЁННЫЙ ЖИР

Кормовой концентрат: защищённый жир ULTRA FEED F SUPER

Кормовой концентрат: защищённый жир EXTRA FEED F

Кальциевые соли жирных кислот CALCI FEED MAX (для КРС)

ОТДЕЛ ПРОДАЖ В Г. ВОРОНЕЖЕ

Тел.: +7 (473) 206-67-48

E-mail: opvmsd@efko.ru

ОТДЕЛ ПРОДАЖ В Г. АЛЕКСЕЕВКЕ

Тел.: +7 (47234) 4-59-62

E-mail: opmsd@efko.ru

Тольяттинский комбинат пищевых продуктов -
партнёр ГК «ЭФКО» по переработке семян
подсолнечника.

EFKO.RU

РЕКЛАМА. ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЮТОР - ООО «КРЦ «ЭФКО-КАСКАД»

1 · 2026

Agrarnaya nauka

Том 402, номер 1, 2026
Volume 402, number 1, 2026
ISSN 0869-8155 (print)
ISSN 2686-701X (online)

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN SCIENCE

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

© 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 докторской и кандидатской 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](http://elibrary.ru)

Свободная цена.

Тираж 2000 экз.

Подписано в печать 12.01.2026

Дата выхода в свет 19.01.2026

Отпечатано в типографии
ООО «Поли Принт Сервис», 127015,
г. Москва, ул. Бутырская, д. 86

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 пшеничных систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, г. Москва, Россия.

Редакционная коллегия

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

РЕДАКЦИОННО-ЭКСПЕРТИСТНЫЙ 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.

Зайд Й., доктор ветеринарных наук, Университет ветеринарии и фармацевтики в Брно, г. Брно, Чехия.

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

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:

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

Аблюев 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. Махачала, Россия.

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

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.

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.

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

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

Миронова И.В., доктор биологических наук, профессор, Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, 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 Беларусь по животноводству, г. Жодино, Беларусь.

Рустамова С.И., PhD, Ветеринарный научно-исследовательский институт при Минсельхозе Республики Азербайджан, г. Баку, Азербайджан.

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 несет рекламодатели.

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

1 · 2026

Agrarnaya nauka

Том 402, номер 1, 2026
Volume 402, number 1, 2026
ISSN 0869-8155 (print)
ISSN 2686-701X (online)

Семенов В.Г., доктор биологических наук, профессор, Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Россия.

Сотников 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.

Топурия 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:

Нтсомбох-Нцефонг Г., PhD, Университет Яунде I, г. Яунде, Камерун.

Джураев М.Я., PhD, доцент, Андиканский институт сельского хозяйства и агротехнологий, г. Андикан, Узбекистан.

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

Тибуенгадам 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.

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:

Афрасъяб Х., доктор гидромеханики и гидромеханики, Университет Кебангаан Малайзия, Банги, Малайзия.

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

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.

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

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

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

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

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

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Аль-Сухайми С.А., PhD, профессор, Город научных исследований и технологических приложений, г. Нью-Борг-Эль-Араб, Александрия, Египет

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 агронженерных 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.

Ишевский 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.

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

Семенова 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 агронженерный центр ВИМ, г. Москва, Россия.

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.

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.

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

Пенькова И.В., доктор экономических наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия.

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

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

1 · 2026

Agrarnaya nauka

Tom 402, номер 1, 2026
Volume 402, number 1, 2026
ISSN 0869-8155 (print)
ISSN 2686-701X (online)

© journal «Agrarian science»
© authors

Copyright © 2024 This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), allowing third parties to copy and redistribute the material in any medium or format and to remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially, provided the original work is properly cited and states its license.

DOI журнала 10.32634/0869-8155

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://agrarnyanauka.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://agrarnyanauka.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](http://elibrary.ru)

The circulation of 2000 copies.

Signed in print 12.01.2026
Release date 19.01.2026

The journal is printed in the printing house of LLC «Poly Print Service», 127015, Moscow, Butyrskaya Street, 86

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
20 Sadovaya-Spasskaya st., Moscow, 107053, Russia.

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. Gorbatov 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.

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.

Yuldasbaev 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.

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.

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.

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

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

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

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.

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.

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

1 · 2026

Agrarnaya nauka

Tom 402, номер 1, 2026

Volume 402, number 1, 2026

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

AGRONOMY

EDITORIAL AND EXPERT COUNCIL:

Ntsomboh-Ntsefong G., PhD, University of Yaoundé I, Yaoundé, 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.

de Souza K.C., PhD, Blumenau Regional University, Blumenau, Brazil.

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. Gorbatov 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.

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:

Al-Suhaimi S. A., PhD, Professor City of Scientific Research and Technological Applications (SRTA-City) New Borg El-Arab, Alexandria, Egypt

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. Stolygin, Omsk, Russia.

Ishevsky 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

Semenova A.A., Doctor of Technical Sciences, Professor, V.M. Gorbatov 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.

Kuzmenko V.V., Doctor of Economics, Professor, North Caucasian Federal University, Stavropol, Russia.

Penkova I.V., Doctor of Economics, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 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.

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКТОРА

Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Ансори А.Н.М., Дерхо М.А. Ветеринария: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г.....	8
Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Горелик О.В., Абдурасулов А.Х. Зоотехния: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г.	18
Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Нтсомбох-Нцефонг Г. Агрономия: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г.....	27
Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Зинина О.В., Аль-Сухайми С.А. Агроинженерия и пищевые технологии: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г.	35
Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Пенькова И.В. Региональная и отраслевая экономика: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г.	43

ВЕТЕРИНАРИЯ

Йылдырым Е.А., Филиппова В.А., Соколова К.А., Корочкина Е.А., Финагеев Е.Ю., Шубина М.А. Микробиом семенной жидкости	
<i>Bos taurus</i> : таксономическое разнообразие, влияние на fertильность и потенциал пробиотической модуляции	51
Сапронова Р.Г., Крюковская Г.М., Матвеева М.В., Марюшина Т.О. Общеклинические показатели крови служебных собак на фоне	
влияния гумата калия	62

ЗООТЕХНИЯ

Фролов А.Н., Завьялов О.А., Галиева З.А., Алдыяров Т.Б., Медетов Е.С. Тестостерон в волосах как прогностический маркер мясной	
продуктивности бычков.....	68
Шальнев О.В., Харлап С.Ю., Горелик А.С., Горелик О.В., Ребезов М.Б. Особенности молочной продуктивности коров в зависимости	
от возраста и подбора	77

АГРОНОМИЯ

Зубко Н.Г., Долженко Т.В., Кунгурцева О.В. Эффективность трехкомпонентных фунгицидов на основе ингибиторов биосинтеза стерина	
первого и второго классов против листовых болезней яровой пшеницы.	85
Хасанова Р.Ф., Яхутова Р.М., Аминова А.Л., Хабиров И.К. Влияние органического удобрения «ЭкоТерра-Т» на агрохимические свойства	
темно-серой лесной почвы.	98
Суюндуков Я.Т., Куулар Э.-С.А., Канзываа С.О. Урожайность зеленой массы, структура и качество урожая гибридов кукурузы	
при разных сроках посева в условиях Республики Тыва	105
Сизенцов А.Н., Сальникова Е.В., Осипова Е.А., Булгакова М.А. Снижение токсичного влияния ионов свинца на <i>Triticum aestivum L.</i>	
и <i>Sinapis alba</i> L. под действием штамма <i>B. licheniformis</i> RZn в модели <i>in vitro</i>	113
Резвякова С.В., Евдакова М.В., Митина Е.В., Недоруб Е.Ю., Игнатова Г.А. Влияние листовых подкормок на биометрические показатели	
деревьев яблони	121

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Строев П.В., Пивоварова О.В. Агрокластер как эффективный механизм развития растениеводства на региональном уровне	128
Хачатрян А.А., Макар С.В. Белое вино в России: регионы, сорта и стратегические векторы роста	144

ПЕДАГОГИКА

Зенкин М.А., Пронькин В.Н., Павлова Т.Б. Отраслевые практики профориентации школьников как инструмент подготовки кадров	
для регионального агропромышленного комплекса	154

CONTENTS

EDITOR'S COLUMN

Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Ansori A.N.M., Derkho M.A. Veterinary medicine: an analysis of publications in the journal section for 2025.....	8
Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Gorelik O.V., Abdurasulov A.H. Animal science: analysis of publications in the journal section for 2025.....	18
Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Ntsomboh-Ntsefong G. Agronomy: analysis of publications in the journal section for 2025	27
Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Zinina O.V., El-Sohaimy S.A. Agricultural engineering and food technology: Analysis of Publications in the Journal Section for 2025.....	35
Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Penkova I.V. Regional and sectoral economics: analysis of publications in the journal section for 2025.....	43

VETERINARY MEDICINE

Yildirim E.A., Filippova V.A., Sokolova K.A., Korochkina E.A., Finageev E.Yu., Shubina M.A. Semen liquid microbiome of <i>Bos taurus</i> : taxonomic diversity, impact on fertility, and potential for probiotic modulation	51
Sapronova R.G., Kryukovskaya G.M., Matveeva M.V., Maryushina T.O. General clinical blood parameters of service dogs under the influence of potassium humate	62

ZOOTECHNICS

Frolov A.N., Zavyalov O.A., Galieva Z.A., Aldyarov T.B., Medetov E.S. Testosterone in the hair as a prognostic marker of beef productivity of bulls	68
Shalnev O.V., Kharlap S.Yu., Gorelik A.S., Gorelik O.V., Rebezov M.B. Features of dairy productivity of cows depending on age and selection	77

AGRONOMY

Zubko N.G., Dolzhenko T.V., Kungurtseva O.V. The effectiveness of three-component fungicides based on first and second class sterol biosynthesis inhibitors against leaf diseases of spring wheat.	85
Khasanova R.F., Yakhutova R.M., Aminova A.L., Khabirov I.K. Influence of the organic fertilizer "EcoTerra-T" on the agrochemical properties of dark gray forest soil.	98
Suyundukov Ya.T., Kuular E.-S.A., Kanzyava S.O. Green biomass yield, structure, and quality of maize hybrid harvests at different planting dates under the conditions of the Republic of Tyva.	105
Sizentsov A.N., Salnikova E.V., Osipova E.A., Bulgakova M.A. Reducing the toxic effect of lead ions on <i>Triticum aestivum</i> L. and <i>Sinapis alba</i> L. under the action of the <i>B. licheniformis</i> RZn strain in an <i>in vitro</i> model.	113
Rezvyakova S.V., Evdakova M.V., Mitina E.V., Nedorub E.Yu., Ignatova G.A. The influence of foliar fertilisation on the biometric indicators of apple trees	121

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

Stroev P.V., Pivovarova O.V. Agro cluster as an effective mechanism for the development of crop production at the regional level.....	128
Khachatryan A.A., Makar S.V. White wine in Russia: regions, varieties, and strategic growth vectors	144

PEDAGOGY

Zenkin M.A., Pronkin V.N., Pavlova T.B. Sectoral practices of career guidance for schoolchildren as a training tool for the regional agro-industrial complex	154
--	-----

УДК: 002.63

Краткое сообщение



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-8-17

М.Б. Ребезов^{1,2}

Б.В. Виолин³✉

Я.М. Ребезов⁴

А.Н.М. Ансори⁵

М.А. Дерхो⁶

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 ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Москва, Россия

⁴Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, Новгород, Россия

⁵Университет Эйрланга, Сурабая, Индонезия

⁶Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия

✉ agrovetpress@inbox.ru

Поступила в редакцию: 03.12.2025

Одобрена после рецензирования: 11.12.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

© Ребезов М.Б., Виолин Б.В.,
Ребезов Я.М., Ансори А.Н.М., Дерхо М.А.

Short communications



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-8-17

Maksim B. Rebezov^{1,2}

Boris V. Violin³✉

Yaroslav M. Rebezov⁴

Arif N.M. Ansori⁵

Marina A. Derkho⁶

¹Gorbatov Research Center for Food Systems, Moscow, Russia

²Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

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

⁴Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia

⁵Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia

⁶South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia

✉ agrovetpress@inbox.ru

Received by the editorial office: 03.12.2025

Accepted in revised: 11.12.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Ansori A.N.M., Derkho M.A.

Ветеринария: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г.

РЕЗЮМЕ

Проведен анализ публикационной активности раздела «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» за 2025 год.

Основные итоги анализа

1. Состав редколлегии и ее функции:

- ✓ редакция состоит из 27 экспертов из разных регионов России и 8 зарубежных государств;
- ✓ функции редколлегии включают оценку актуальности исследований, выявление ошибок, предложение улучшений и контроль за качеством публикуемых материалов.

2. Структура научных публикаций:

- ✓ опубликованы 40 исследовательских статей и 3 научных обзора;
- ✓ наибольшее количество авторов (103), опубликовавших научные исследования, аффилированы с образовательными учреждениями;
- ✓ распределение публикаций по типам научных коллективов: 23 интраорганизационных коллектива (авторы из одной организации) и 20 экстраорганизационных колла-баций (авторы из различных организаций);
- ✓ преимущественно авторами публикаций являются кандидаты наук (46%);
- ✓ средний показатель используемых библиографических ссылок составляет 29,49 единицы на одну статью, что подтверждает высокую проработанность научных трудов.

3. География авторов:

- ✓ по количеству авторов лидируют г. Москва (92) и Республика Татарстан (26).

4. Финансирование исследований:

- ✓ 40% публикаций были поддержаны грантами и государственными субсидиями.

Ключевые слова: публикационная активность журнала, научные публикации, статистический анализ, ветеринария, авторы, библиография, география авторов, сельскохозяйственная наука

Для цитирования: Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Ансори А.Н.М., Дерхо М.А. Ветеринария: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 8–17.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-8-17>

Veterinary medicine: an analysis of publications in the journal section for 2025

ABSTRACT

An analysis of the publication activity of the “Veterinary Science” section of the journal “Agrarian Science” for 2025 was conducted.

Key findings of the analysis

1. Editorial Board Composition and Functions:

- ✓ the editorial board consists of 27 experts from various regions of Russia and eight foreign countries;
- ✓ the functions of the editorial board include assessing the relevance of research, identifying errors, suggesting improvements, and monitoring the quality of published materials.

2. Structure of Scientific Publications:

- ✓ 40 research articles and 3 scientific reviews were published;
- ✓ the majority of authors (103) who published scientific research are affiliated with educational institutions;
- ✓ distribution of publications by types of research teams: 23 intra-organizational teams (authors from one organization) and 20 extra-organizational collaborations (authors from different organizations);
- ✓ the authors of the publications are predominantly candidates of science (46%);
- ✓ the average number of bibliographic references used is 29.49 units per article, confirming the high level of detail in the scientific papers.

3. Author Geography:

- ✓ Moscow (92) and the Republic of Tatarstan (26) are the leaders in terms of the number of authors.

4. Research Funding:

- ✓ 40% of publications were supported by grants and government subsidies.

Key words: journal publication activity, scientific publications, statistical analysis, veterinary science, authors, bibliography, author geography, agricultural science

For citation: Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Ansori A.N.M., Derkho M.A. Veterinary medicine: an analysis of publications in the journal section for 2025. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 8–17 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-8-17>

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 ВАК Минобрнауки России (К1, К2), в список периодических изданий Международной базы данных AGRIS¹, в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), в ядро РИНЦ, RSCI², «Белый список»³ и др.

Продолжаем цикл публикаций по оценке публикационной активности журнала «Аграрная наука» [1, 2]. Библиометрические показатели играют ключевую роль в оценке научной значимости и влияния научных журналов, поскольку предоставляют количественную характеристику их научной активности и авторитетности [3–6]. В целом библиометрические показатели служат важным инструментом для оценки качества научной коммуникации, уровня научных исследований и эффективности деятельности научных изданий в рамках системы научной оценки и стратегического планирования [7–9].

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объект исследования — публикационная активность ежемесячного научного журнала «Аграрная наука».

Рис. 1. Основные функции редакционной коллегии

Fig. 1. The main functions of the editorial board



¹ <https://agris.fao.org/>

² Совместный проект Российской академии наук, компаний Clarivate Analytics и Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — коллекция лучших российских журналов на платформе Web of Science. https://elibrary.ru/project_rsci.asp

³ 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).

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

⁴ Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (по состоянию на 25.11.2025).

Предмет исследования — массив данных журнала, представленных в научном разделе «Ветеринария» за 2025 г.

Материалом для исследования были метаданные научных публикаций. Полученные данные анализировались с применением проблемно-тематического и системного анализа.

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

Журнал «Аграрная наука» входит в Перечень ВАК⁴ по научным специальностям ветеринарного профиля:

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.

Редакционная коллегия научного журнала «Аграрная наука» выполняет следующие основные функции (рис. 1).

Члены редакколегии [2] раздела «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» — 27 экспертов в соответствующих областях науки из России и 8 зарубежных государств (табл. 1).

Исследовательская деятельность ученых является фундаментальной составляющей процесса интенсивного развития сельского хозяйства

Таблица 1. Распределение членов редакционной коллегии раздела «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» по странам

Table 1. Distribution of members of the editorial board of the “Veterinary Science” section of the “Agrarian Science” journal by country

Страна	Кол-во членов редколлегии
Россия	17
Казахстан	3
Азербайджан	1
Беларусь	1
Индонезия	1
Иран	1
Кыргызстан	1
Пакистан	1
Чехия	1

России [10–12], при этом особое значение придается развитию ветеринарных наук [13]. Научные исследования по направлению «Ветеринария» способствуют развитию инновационных методов профилактики, диагностики, лечения и профилактики заболеваний сельскохозяйственных животных и птицы.

В разделе «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» в 2025 году опубликованы 43 научные публикации. Распределение публикаций (исследовательские статьи и научные обзоры) по номерам журнала в 2025 г. представлено на рисунке 2.

В 2025 году на русском языке опубликованы все научные работы в данном разделе журнала. Всего опубликованы 40 исследовательских статей и 3 научных обзора. Процентное соотношение количества опубликованных исследований в 2025 г. по данному разделу представлено на рисунок 3.

Всего 167 авторов представили свои исследования в разделе «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. Распределение научных публикаций по количеству соавторов в одной публикации за 2025 г. представлено на рисунке 4.

В 40% опубликованных рукописей исследований были 4 соавтора. Отметим, что максимальное количество (9 соавторов) было только в 2% публикаций.

Авторы из научных и образовательных учреждений и других организаций опубликовали свои научные исследования в разделе «Ветеринария» в 12 номерах журнала «Аграрная наука» в 2025 г. Наибольшее количество авторов (97), опубликовавших научные исследования в 2025 г. на страницах журнала, аффилированы с образовательными

Рис. 2. Распределение публикаций в разделе «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 2. Distribution of publications in the “Veterinary Science” section of the “Agrarian Science” journal in 2025

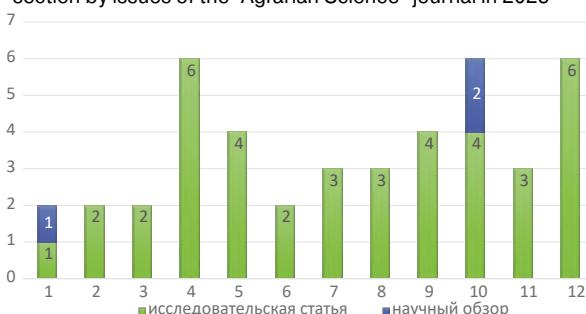


Рис. 3. Процентное соотношение количества опубликованных исследовательских статей и научных обзоров в разделе «Ветеринария»

Fig. 3. Percentage of published research articles and scientific reviews in the “Veterinary Science” section

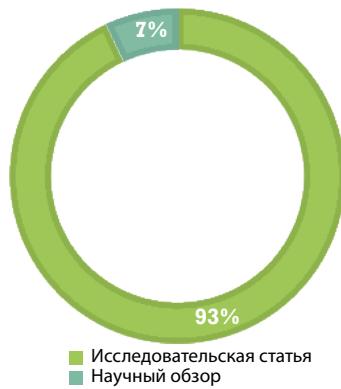
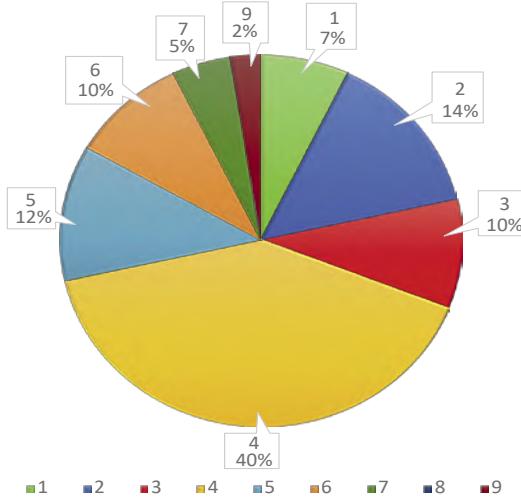


Рис. 4. Распределение научных публикаций по количеству соавторов

Fig. 4. Distribution of scientific publications by the number of co-authors



учреждениями. Процентное соотношение авторов научных публикаций по профилю деятельности организации представлено на рисунке 5.

Стабильные интраорганизационные научные коллективы (англ. — Intra-organizational research team / collective), характеризующиеся публикационной активностью сотрудников в рамках одного учреждения, формируют методологическое ядро и обеспечивают преемственность развития научной школы организации. Они создают основу для накопления компетенций, глубины исследований и устойчивой исследовательской программы.

Рис. 5. Процентное соотношение авторов научных публикаций по профилю деятельности организации в разделе «Ветеринария»

Fig. 5. Percentage of authors of scientific publications by the organization's profile in the "Veterinary Science" section

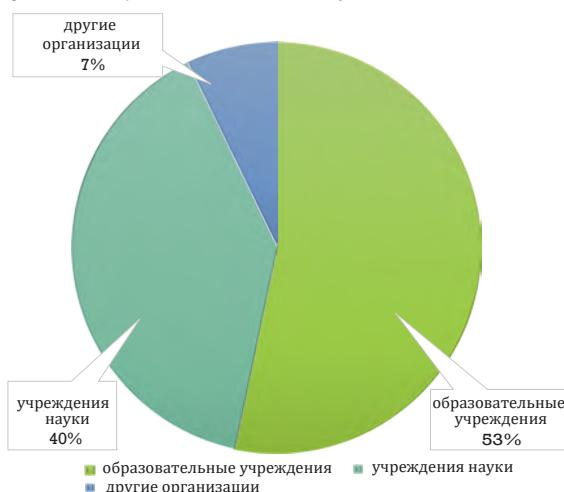
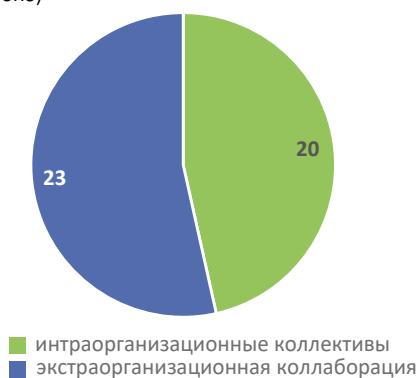


Рис. 6. Количество публикаций по типам научных коллективов: интраорганизационные коллективы (авторы из одной организации) и экстраорганизационная коллаборация (авторы из различных организаций)

Fig. 6. Number of publications by type of research team: intra-organizational teams (authors from one organization) and extra-organizational collaboration (authors from different organizations)



В разделе «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. опубликованы 20 статьи интраорганизационных научных коллективов (рис. 6).

В то же время экстраорганизационные или межинституциональные колаборации (англ. — Inter-organizational collaboration), объединяющие авторов из различных организаций, выступают катализатором верификации полученных результатов, диверсификации методологических подходов и роста цитируемости (импакта) исследований.

В разделе «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. опубликованы 23 статьи научных коллективов (рис. 6).

Интраорганизационные коллективы отвечают за глубину и устойчивость научного потенциала, в то время как экстраорганизационные колаборации обеспечивают его широту, гибкость и международную релевантность. Их оптимальное сочетание 1,00:1,15 (рис. 6) является признаком зрелой и конкурентоспособной научной экосистемы.

Итоговое распределение 167 авторов публикаций из 36 организаций и учреждений с учетом

Таблица 2. Географическое распределение авторов по субъектам Российской Федерации, опубликовавших научные труды по разделу «Ветеринария»

Table 2. Geographical distribution of authors by constituent entities of the Russian Federation who published scientific papers in the section "Veterinary Science"

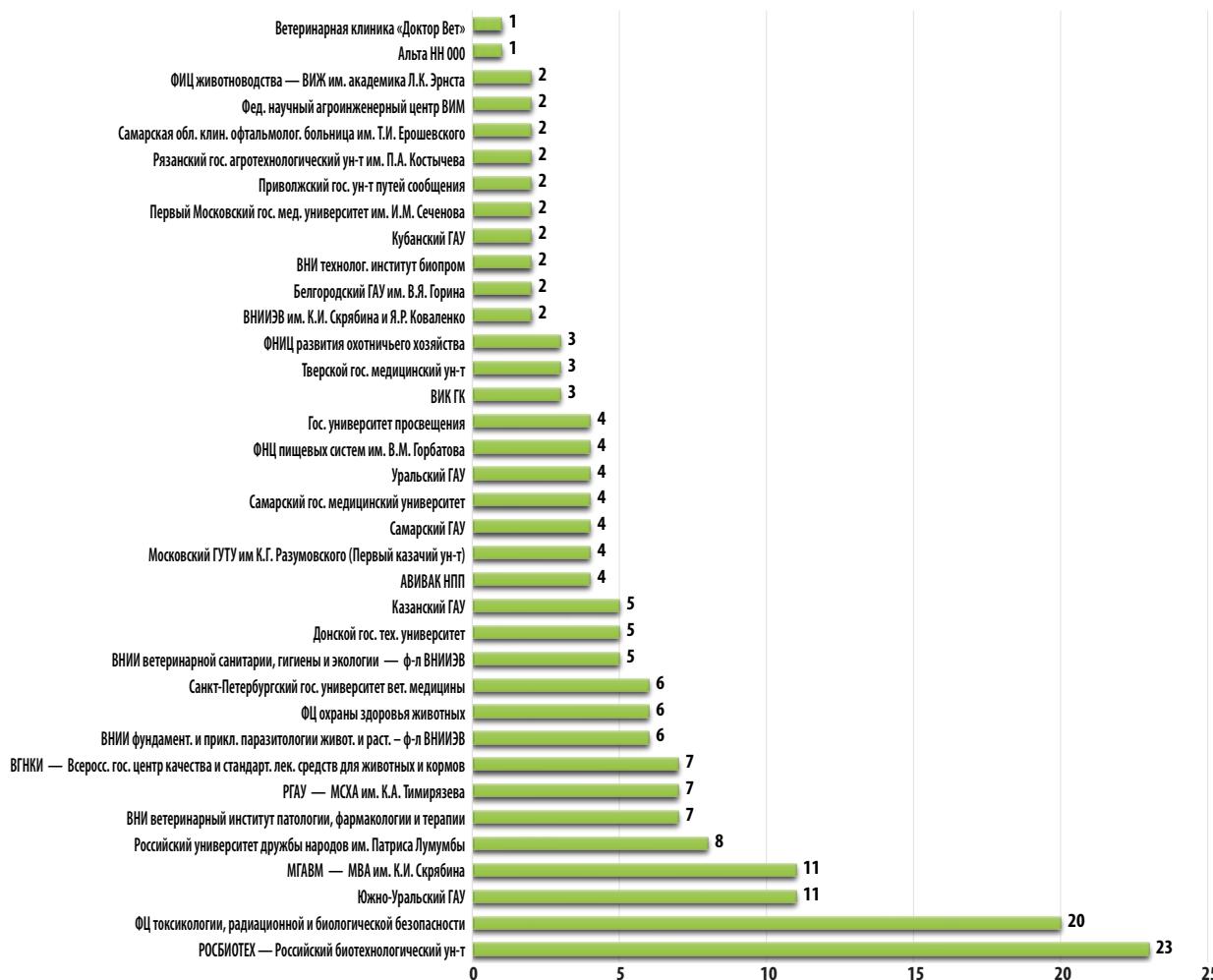
Субъект Российской Федерации	Кол-во авторов
Москва	92
Татарстан	26
Самарская обл.	12
Челябинская обл.	11
Воронежская обл.	7
Московская обл.	7
Владimirская обл.	6
Санкт-Петербург	6
Ростовская обл.	5
Ленинградская обл.	4
Свердловская обл.	4
Тверская обл.	3
Белгородская обл.	2
Краснодарский край	2
Рязанская обл.	2
Красноярский край	1
Республика Саха (Якутия)	1
Нижегородская обл.	1
Оренбургская обл.	1
Тамбовская обл.	1

нескольких аффилиаций по разделу «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. представлено на рисунке 7.

Наибольшее количество авторов, опубликовавших исследования, — сотрудники Университета «Росбиотех» (23) и Федерального центра токсикологической, радиационной и биологической безопасности (20).

Интересно и географическое распределение по 26 регионам (субъектам Российской Федерации) авторов (с учетом нескольких аффилиаций) по разделу «Ветеринария» журнала «Аграрная наука», опубликовавших научные труды в 2025 г. (табл. 2). Наибольшее количество авторов, опубликовавших исследования, представляют

Рис. 7. Распределение авторов по организациям по разделу «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.
Fig. 7. Distribution of authors by organizations in the “Veterinary Science” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



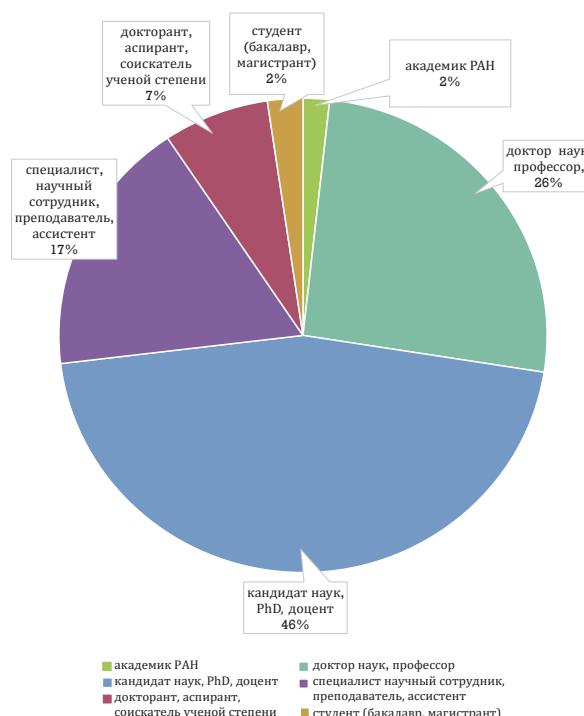
учреждения и организации, юридически зарегистрированные в г. Москве (92) и Татарстане (26).

Авторская структура издания [14–17] по наличию ученых степеней и научных званий позволяет выявить специфику состава исследователей, активно участвующих в формировании научного содержания раздела «Ветеринария» журнала «Аграрная наука». Проведенное исследование демонстрирует, что основную долю публикаций составляют авторы, обладающие степенью кандидата наук (78 авторов, или 46%). Данная категория доминирует среди прочих групп авторов (рис. 8).

Отмечаем, что в 2025 г. свои исследования в разделе «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» опубликовали 3 академика Российской академии наук и 44 доктора наук, а также 30 специалистов без научных регалий (научных сотрудников, преподавателей и др.). Анализ выявляет положительную тенденцию роста участия молодых исследователей — студентов (4) и аспирантов (12) (всего 4%), что способствует укреплению преемственности поколений в науке и развитию потенциала будущих ученых.

Финансовое обеспечение научных исследований играет ключевую роль в стимулировании авторов к публикации результатов своей деятельности

Рис. 8. Авторский профиль по ученым степеням и научным званиям в разделе «Ветеринария»
Fig. 8. Author profile by academic degrees and scientific titles in the “Veterinary Science” section



в специализированных высокорейтинговых научных изданиях [18–20]. Источниками финансирования выступают разнообразные фонды и программы грантовой поддержки, которые способствуют увеличению числа опубликованных работ высокого качества. Так, в течение 2025 г. число публикаций, поддержанных финансовыми ресурсами различного происхождения, — 17, что эквивалентно 40% от общего массива размещенных научных публикаций в разделе «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» (рис. 9).

Грантовые механизмы предоставляют исследователям уникальную возможность получать средства на реализацию проектов вне зависимости от коммерческих выгод, обеспечивая свободу выбора направлений научных исследований и фокусируясь исключительно на достижении значимых инновационных результатов. Это создает предпосылки для устойчивого прогресса в сфере науки и технологий, способствуя формированию инновационной экономики России и повышению конкурентоспособности государства на международном уровне.

Список используемой литературы представляет собой один из важных элементов научной работы [21–23]. Этот компонент служит основой для оценки источниковедения и подтверждения точности представленных фактов. Количество библиографических ссылок в статьях отражает глубину проработанности материала и степень интеграции исследований в научное сообщество.

29,49 — среднее количество использованных библиографических ссылок в научных публикациях раздела «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. Анализ показывает заметный прирост числа научных источников, привлекаемых авторами статей в 2025 г. по сравнению с изучаемыми ранее предыдущими периодами, что свидетельствует о расширении базы научной информации и повышении качества проводимых исследований. Среднее количество использованных библиографических ссылок в исследовательских статьях и научных обзорах представлено графически на рисунке 10.

В 2025 году члены редакции журнала «Аграрная наука» принимали очное и дистанционное участие в мероприятиях, где обсуждали проблемы и вопросы развития ветеринарной медицины и биобезопасности (табл. 3).

Участие членов редакции в конгрессах, конференциях, выставках, круглых столах и других мероприятиях выполняет три ключевые функции (рис. 11).

Рис. 9. Источники финансирования научных публикаций по разделу «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 9. Sources of funding for scientific publications in the “Veterinary Science” section of the “Agrarian Science” journal in 2025

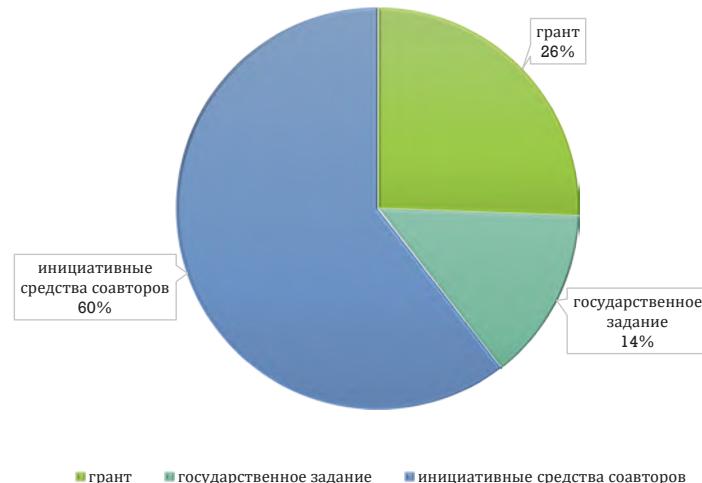


Рис. 10. Среднее количество использованных библиографических ссылок в исследовательских статьях и научных обзорах раздела «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 10. Average number of bibliographic references used in scientific articles and scientific reviews of the “Veterinary Science” section of the “Agrarian Science” journal in 2025

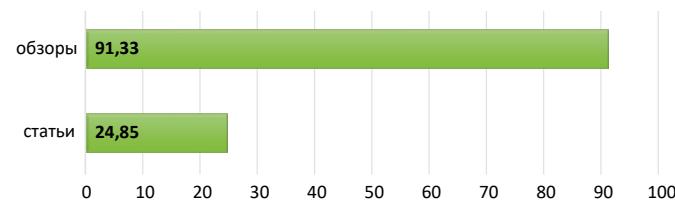


Рис. 11. Функциональная модель участия в мероприятиях

Fig. 11. Functional model of participation in events



Участие редакции журнала «Аграрная наука» в перечисленных мероприятиях (табл. 3) является стратегическим инструментом интеграции в научный ландшафт, необходимым для поддержания научной релевантности, инновационного потенциала и практической значимости проводимых исследований.

Таблица 3. Участие редакции журнала «Аграрная наука» в мероприятиях в 2025 г. по вопросам развития ветеринарной медицины и биобезопасности

Table 3. Participation of the editorial board of the journal “Agrarian Science” in events in 2025 on the development of veterinary medicine and biosafety

Месяц	Дата	Регион, город, место проведения	Наименование мероприятия
1	2	3	4
Январь	22–24	Москва, «Крокус Экспо»	Выставка «АГРОС-2025»
	27	Москва, РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева	«Развитие кадрового потенциала агропромышленного комплекса: законодательные основы, роль государства и бизнеса»
	30	Москва, Федеральное собрание	Круглый стол «Цифровизация сельского хозяйства»
Февраль	4	Москва, Федеральное собрание	Совещание «Актуальные вопросы реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы: обеспечение технологического суверенитета и продовольственной безопасности»
	5	Москва, отделение ФАО в России	Пресс-брифинг «80-летний юбилей ФАО: 365 дней действий»
	18	Москва, Федеральное собрание	«Итоги работы молочной отрасли за 2024 год, включая переработку, и проблемы текущего периода»
	25	Москва, РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева	Конференция «Применение искусственного интеллекта и робототехники в сельском хозяйстве»
	26	Москва, ММПЦ «Россия сегодня»	Пресс-конференция Всероссийского государственного центра качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов
	28	Москва, Федеральное собрание	Круглый стол «Меры государственной поддержки отечественной рыбоперерабатывающей отрасли в условиях санкционного давления»
	28		XIII Международный конгресс «Пчела и человек: Россия и дружественные страны»
Март	11	Москва, медиагруппа «Комсомольская правда»	Круглый стол по вопросам современных способов контроля полового поведения домашних кошек и собак
	25	Москва, ММПЦ «Россия сегодня»	Пресс-конференция Россельхознадзора по результатам деятельности за 2024 г. и планам на 2025 г.
	28	Москва, МГАВМиБ — МВА им. К.И. Скрябина	Конференция, посвященная 120-летию со дня рождения ректора профессора В.М. Коропова и 105-летию МГАВМиБ — МВА им. К.И. Скрябина
Апрель	1	Москва, ТАСС	Пресс-конференция «Агрострахование как механизм защиты рисков АПК: итоги 2024 года и стратегия развития»
	2–3	Москва, ГК ВИК	Конференция «Лидеры АПК. Конкуренция. Компетенции. Команда»
	7–8	Москва, МГАВМиБ — МВА им. К.И. Скрябина	II Всероссийский съезд по ветеринарному образованию
	22–23		XIX Международная конференция «Комбикорма-2025»
	24	Москва, Президиум РАН	Конференция «Сельскохозяйственная наука в годы Великой Отечественной войны: вклад в Победу»
	28	Москва, «Экспоцентр»	Круглый стол «О формировании евразийских центров компетенции в сфере племенного животноводства»
	28–30		Конференция «От здоровья животных к здоровью человека»
Май	20	Москва, ТАСС	Международная выставка-форум «AGROBRICS+»
	17	Москва, Федеральное собрание	Пресс-конференция «Мир без пчел: причины вымирания и пути решения проблемы»
Июнь	25	Москва, МПА	Расширенное заседание Комитета Совфеда по аграрно-продовольственной политике и природопользованию в рамках дней Саратовской области в Совете Федерации
	26		IV Ветеринарный форум по свиноводству
Июль	10–11	Казань, Казанский НЦ РАН	XVI годовое общее собрание Национального союза свиноводов
	17	Москва, ТАСС	Конференция «Приоритетные направления повышения эффективности, конкурентоспособности и устойчивости аграрной отрасли»
	23	Москва, ММПЦ «Россия сегодня»	Пресс-конференция «Диверсификация аграрного экспорта: динамика и точки роста за 6 месяцев 2025 года»
Август	12	Москва, Общественная палата	Пресс-конференция «Диверсификация аграрного экспорта: динамика и точки роста за 6 месяцев 2025 года»
	13	Москва, ТАСС	Пресс-конференция «Борьба с фальсификацией меда на российском рынке: создание Хартии добросовестных участников»
	26	Новосибирск, ТАСС	Круглый стол «Сельское хозяйство и экология в России и Гватемале: что общего»
	28	Санкт-Петербург, ТАСС	Пресс-конференция «Реализация федерального проекта “Кадры для АПК” в Ленинградской области»
	28	Москва, ММПЦ «Россия сегодня»	Пресс-конференция, приуроченная ко Дню ветеринарного работника
Сентябрь	9	Москва, Общественная палата	Заседание Общественного совета при МСХ РФ, посвященное вопросам реализации госпрограмм
	23	Москва, Федеральное собрание	Расширенное заседание Комитета Совфеда по аграрно-продовольственной политике
	30		Выставка «Агропромдмаш-2025»
	30	Москва, «Крокус Экспо»	XX Всероссийский форум «Иновационные технологии и оборудование в молочной промышленности»

(Продолжение табл. 3)

1	2	3	4
Октябрь	2	Родники, ФГБНУ НИИПЗК	Конференция «Научное обеспечение, современное состояние и стратегия развития отрасли пушного звероводства»
	3	Москва, Общественная палата	Всероссийский съезд защитников животных, приуроченный ко Всемирному дню защиты животных
	7	Москва, «Сафмар Аврора Люкс»	XII Российский агротехнический форум
	8–11	Москва, Тимирязев центр	XXVII Российская агропромышленная выставка «Золотая осень — 2025»
Ноябрь	21	Москва, Дом ООН в Москве	Пресс-брифинг «ФАО: 80 лет славного пути, и главное — впереди» в связи с 80-летием организации
	7	Москва, ММПЦ «Россия сегодня	Брифинг руководителя Азово-Черноморского межрегионального управления ФС по ветеринарному и фитосанитарному надзору
	11	Москва, Федеральное собрание	Круглый стол «Увеличение поголовья скота в малых формах хозяйствования: задачи и перспективы»
	13		Совещание «Применение цифровых технологий, робототехники и технологий искусственного интеллекта в АПК РФ»
	18	Екатеринбург, ТАСС	Пресс-конференция «Цифровизация АПК»
	18	Москва, ММПЦ «Россия сегодня	Круглый стол «Россия сегодня» Всемирной недели повышения осведомленности о проблеме устойчивости к противомикробным препаратам
	21	Москва, Федеральное собрание	Круглый стол «Агродроны — в мирное небо: законодательные основы использования БПЛА в сельском хозяйстве»
	21	Москва, Музей Победы	Презентация книги к 80-летию Победы (ГК ВИК)
	25	Москва, Федеральное собрание	Заседание Комитета Совфеда по аграрно-продовольственной политике и природопользованию
	27–28	Москва, «Тимирязев центр»	Конференция по обеспечению эпизоотического благополучия, организованная МСХ России

15 января 2025 года к открытию международной выставки племенного дела, кормов, ветеринарии и технологий для животноводства, свиноводства, птицеводства и кормопроизводства «АГРОС-2025» вышел из печати итоговый дайджест материалов по разделу «Ветеринария»⁵ журнала «Аграрная наука», который содержит статьи по данному направлению за 2024 г. в реферативном формате. Научные статьи представлены наименованием и информацией об авторах, ключевыми словами, аннотацией и QR-кодом, ведущим на полный текст статьи в открытом доступе. Обложка дайджеста представлена на рисунке 12.

Выводы/Conclusions

Анализ публикационной активности раздела «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» за 2025 г. показал устойчивое развитие издания как ключевой площадки для научной коммуникации. Были выявлены структурные особенности научных публикаций и география авторского состава раздела «Ветеринария». Высокая доля публикаций авторов с учеными степенями, объемный и релевантный библиографический аппарат, а также существенный процент исследований, выполненных при поддержке грантов, являются критериальными показателями методологической состоятельности и зрелости редакционной политики журнала «Аграрная наука».

БЛАГОДАРНОСТЬ

Главный редактор журнала «Аграрная наука» выражает благодарность членам редакционной коллегии и сотрудникам редакции: шеф-редактору И.В. Костромичевой, научному редактору М.Н. Долгой, дизайнеру С.Н. Антонову, корректору-редактору Г.М. Кузнецовой, библиографу Д.С. Нерознику, журналисту Ю.Г. Седовой, которые обеспечивают высокий уровень редакционной политики и ответственности за ежемесячные выпуски периодического научного издания «Аграрная наука».

Рис. 12. Обложка ветеринарного дайджеста
Fig. 12. Cover of the Veterinary Digest



Для дальнейшего роста наукометрических показателей раздела «Ветеринария» журнала «Аграрная наука» целесообразно стимулировать международные коллaborации и публикационную активность авторов из российских регионов. На заседании редакционного совета журнала «Аграрная наука» рассмотрен анализ раздела «Ветеринария» за 2025 г. Полученные данные служат основой для стратегического планирования развития журнала «Аграрная наука».

GRATITUDE

The editor-in-chief of the journal «Agrarian Science» expresses gratitude to the members of the editorial board and the editorial staff: editor-in-chief I.V. Kostromicheva, scientific editor M.N. Dolgaya, designer S.N. Antonov, proofreader-editor G.M. Kuznetsova, bibliographer D.S. Neroznik, journalist Yu.G. Sedova, who ensure a high level of editorial policy and responsibility for the monthly issues of the periodical scientific publication «Agrarian Science».

⁵ <https://agrarnayanauka.ru/veterinarnyj-dajdzhest-2024/>

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. Виолин Б.В., Ребезов М.Б. Анализ публикационной активности журнала «Аграрная наука» за 2023 год. *Аграрная наука*. 2024; (1): 40–51.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-378-1-40-51>
2. Ребезов М.Б., Виолин Б.В. Итоги года. *Аграрная наука*. 2025; (1): 37–49.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-37-49>
3. Todosiychuk A.V. Scientometric Indicators in the System of Evaluating Scientific Performance and Work. *Scientific and Technical Information Processing*. 2024; 51(2): 154–160.
<https://doi.org/10.3103/S0147688224700084>
4. Бескаравайная Е.В. Как с водой не выплеснуть ребенка. О подходах к оценке эффективности. *Научные и технические библиотеки*. 2024; (4): 68–85.
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-4-68-85>
5. Чавыкин Ю.И. Оценка российских научных журналов по сельскому хозяйству. *Научные и технические библиотеки*. 2024; (7): 26–39.
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-7-26-39>
6. Тимофеевская С.А., Непочатых А.Ю. Библиометрический анализ научных публикаций на веб-сайтах аграрных учреждений высшего и дополнительного образования Российской Федерации. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 152–159.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-152-159>
7. Gralha de Caneda Queiroz D., Vilan Filho Ja. Bibliometric Analysis of the Scientific Impact of Single-Authored Articles in Brazilian Journals of Information. *Revista Interamericana de Bibliotecologia*. 2025; 48(1): e355217.
<https://doi.org/10.17533/udea.rib.v48n1e355217>
8. Kang H. Journal Metrics and Statistics. *Journal of Lipid and Atherosclerosis*. 2023; 12(1): 87.
<https://doi.org/10.12997/jla.2023.12.1.87>
9. Цветкова В.А., Мокнacheva Ю.В. Научная среда и публикационная активность: риски библиометрических оценок. *Культура: теория и практика*. 2020; (2): 11.
<https://elibrary.ru/doofr>
10. Намятова Л.Е. Исследования ученых как основа развития сельского хозяйства России. *Теория и практика мировой науки*. 2024; (2): 2–7.
<https://www.elibrary.ru/iwhxff>
11. Лобачевский Я.П., Алферов А.А. Актуальные исследования ученых отделения сельскохозяйственных наук РАН. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2024; (2): 3–6.
<https://doi.org/10.31857/S2500262724020012>
12. Азаренко В., Касьячик С. Высокозначимые разработки для сельского хозяйства. *Наука и инновации*. 2022; (10): 54–60.
<https://www.elibrary.ru/gzwyux>
13. Васильевич Ф.И., Позябин С.В., Дельцов А.А. Задачи научного и кадрового обеспечения ветеринарии. *Вестник Российской академии наук*. 2025; (6): 94–100.
<https://doi.org/10.31857/S0869587325060111>
14. Горская Л.И. Традиции библиографического описания изданий Академии наук: от реестров и описей до баз данных. *Наука и библиотека: сборник научных трудов*. 2024; (10): 21–32.
<https://elibrary.ru/jigfjgj>
15. Образцов И.В., Половнев А.В. В поисках баланса: авторский состав журнала «Социологические исследования» (2014–2023 гг.). *Социологические исследования*. 2024; (7): 146–158.
<https://doi.org/10.31857/S0132162524070139>
16. Левченко О.И. Роль научных публикаций в оценке деятельности академического НИИ. *Научные и технические библиотеки*. 2025; (5): 13–30.
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2025-5-13-30>
17. Kostyrko T.M., Korolova T.D. Bibliometric analysis of publications of scientists in open access journals as a tool to increase the publishing activity of the university. *University Library at a New Stage of Social Communications Development. Conference Proceedings: Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan. 2021*; 108–117.
https://doi.org/10.15802/unilib/2021_248521
18. Сафиуллин М.Р., Гатауллина А.А., Зяббарова А.А. Поддержка науки как фактор репутационного развития стран (на примере России и ряда зарубежных регионов). *Российский экономический журнал*. 2024; (3): 18–37.
https://doi.org/10.52210/0130-9757_2024_3_18
- 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

- Violin B.V., Rebezov M.B. Analysis of publication activity of the journal “Agrarian Science” for 2023. *Agrarian science*. 2024; (1): 40–51 (in Russian)
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-378-1-40-51>
- Rebezov M.B., Violin B.V. Results of the year. *Agrarian science*. 2025; (1): 37–49 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-37-49>
- Todosiychuk A.V. Scientometric Indicators in the System of Evaluating Scientific Performance and Work. *Scientific and Technical Information Processing*. 2024; 51(2): 154–160.
<https://doi.org/10.3103/S0147688224700084>
- Beskaravaynaya E.V. Not to throw the baby out with the bath water. On the approach to assessing research output. *Scientific and Technical Libraries*. 2024; (4): 68–85 (in Russian).
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-4-68-85>
- Chavykin Yu.I. Assessing Russian scientific journals in agriculture. *Scientific and technical libraries*. 2024; 7: 26–39 (in Russian).
<https://doi.org/10.33186/10273689-2024-7-26-39>
- Timofeevskaya S.A., Nepochatkh A.Yu. Bibliometric analysis of scientific publications on the websites of agricultural institutions of higher and additional education of the Russian Federation. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 152–159 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-152-159>
- Gralha de Caneda Queiroz D., Vilan Filho Ja. Bibliometric Analysis of the Scientific Impact of Single-Authored Articles in Brazilian Journals of Information. *Revista Interamericana de Bibliotecologia*. 2025; 48(1): e355217.
<https://doi.org/10.17533/udea.rib.v48n1e355217>
- Kang H. Journal Metrics and Statistics. *Journal of Lipid and Atherosclerosis*. 2023; 12(1): 87.
<https://doi.org/10.12997/jla.2023.12.1.87>
- 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/doofr>
- Namyatova L.E. Research by scientists as the basis for the development of Russian agriculture. *Theory and Practice of World. Science*. 2024; (2): 2–7 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/iwhxff>
- Lobachevsky Ya.P., Alferov A.A. Current research by scientists of the department for agricultural sciences of the Russian Academy of Sciences. *Russian Agricultural Sciences*. 2024; (2): 3–6 (in Russian).
<https://doi.org/10.31857/S2500262724020012>
- Azarenko V., Kasyanchik S. Highly significant developments for agriculture. *Science and Innovation*. 2022; (10): 54–60 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/gzwyux>
- Vasilevich F.I., Pozyabin S.V., Deltsov A.A. Tasks of scientific and personnel support for veterinary science. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 2025; (6): 94–100 (in Russian).
<https://doi.org/10.31857/S0869587325060111>
- Gorskaya L.I. Traditions of Bibliographic Description of Publications of the Academy of Sciences: From Registers and Inventories to Databases. *Science and Library: A Collection of Scientific Papers*. 2024; (10): 21–32 (in Russian).
<https://elibrary.ru/jigfjgj>
- Obraztsov I.V., Polovnev A.V. In Search of Balance: The Authors of the Journal “Sociological Studies” (2014–2023). *Sociological Studies*. 2024; (7): 146–158 (in Russian).
<https://doi.org/10.31857/S0132162524070139>
- Levchenko O.I. The Role of Scientific Publications in Assessing the Performance of an Academic Research Institute. *Scientific and Technical Libraries*. 2025; (5): 13–30 (in Russian).
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2025-5-13-30>
- Kostyrko T.M., Korolova T.D. Bibliometric analysis of publications of scientists in open access journals as a tool to increase the publishing activity of the university. *University Library at a New Stage of Social Communications Development. Conference Proceedings: Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan. 2021*; 108–117.
https://doi.org/10.15802/unilib/2021_248521
- Safiuullin M.R., Gataullina A.A., Zyabbarova A.A. Support of science as a factor in the reputational development of countries (on the example of Russia and a number of foreign regions). *Russian Economic Journal*. 2024; (3): 18–37 (in Russian).
https://doi.org/10.52210/0130-9757_2024_3_18

19. Нечаев В.И., Михайлушкин П.В. Меры государственной поддержки институтов инновационного развития в аграрном секторе экономики России: проблемы и способы контроля. *Экономика сельского хозяйства России*. 2025; (4): 2–13. <https://doi.org/10.32651/254-2>
20. Рожков И.В., Русин В.Н., Захаренко И.К., Солдатова Н.Ф. К вопросу оценки финансирования научных исследований в области сельского хозяйства за счет бюджетных средств. *Аграрная наука*. 2025; 390(01): 173–177. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-173-177>
21. Bohanes Ja. Bibliography. *Global Trade and Customs Journal*. 2025; 20(4): 305–307. <https://doi.org/10.54648/gtcj2025039>
22. Hjørland B. Bibliography (Field of Study). *Knowledge Organization*. 2024; 51(8): 700–711. <https://doi.org/10.5771/0943-7444-2024-8-700>
23. Баканова Н.Б. Анализ данных публикационной активности для исследования направлений научного сотрудничества организации. *Научные и технические библиотеки*. 2024; (11): 31–47. <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-11-31-47>

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

Ярослав Максимович Ребезов⁴

кандидат биологических наук, научный сотрудник сектора прикладной биотехнологии учебно-научной исследовательской лаборатории Химико-технологического института
yaroslavreb@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1121-8139>

Ариф Нур МухаммадAnsori⁵

кандидат ветеринарных наук, научный сотрудник Департамента аспирантуры
ansori.anm@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1279-3904>

Марина Аркадьевна Дерхो⁶

доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой естественно-научных дисциплин Института ветеринарной медицины
derkho2010@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3818-0556>

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 ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Звенигородское шоссе, 5, Москва, 123022, Россия

⁴Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, ул. Большая Санкт-Петербургская, 41, Великий Новгород, 173003, Россия

⁵Университет Эйрланга
ул. Айрланга, 4–6, Сурабая, Восточная Ява, 60286, Индонезия

⁶Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул. им. Гагарина, 13, Троицк, 457100, Россия

19. Nечаев V.I., Mikhailushkin P.V. Measures of state support for innovative development institutions in the agricultural sector of the Russian economy: problems and control methods. *Agricultural Economics of Russia*. 2025; (4): 2–13 (in Russian). <https://doi.org/10.32651/254-2>

20. Rozhkov I.V., Rusin V.N., Zakharenko I.K., Soldatova N.F. Funding of scientific research in the field of agriculture through budgetary funds. *Agrarian science*. 2025; 390(01): 173–177 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-173-177>

21. Bohanes Ja. Bibliography. *Global Trade and Customs Journal*. 2025; 20(4): 305–307. <https://doi.org/10.54648/gtcj2025039>

22. Hjørland B. Bibliography (Field of Study). *Knowledge Organization*. 2024; 51(8): 700–711. <https://doi.org/10.5771/0943-7444-2024-8-700>

23. Bakanova N.B. Analysis of publication activity data for studying the areas of scientific collaboration of an organization. *Scientific and technical libraries*. 2024; (11): 31–47 (in Russian). <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-11-31-47>

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

Yaroslav Maksimovich Rebezov⁴

Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Applied Biotechnology Sector of the Educational and Scientific Research Laboratory of the Institute of Chemical Technology
yaroslavreb@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1121-8139>

Arif Nur Muhammad Ansori⁵

Candidate of Veterinary Sciences, Researcher at the Postgraduate Department
ansori.anm@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1279-3904>

Marina Arkadyevna Derkho⁶

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Natural Sciences, Institute of Veterinary Medicine
derkho2010@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3818-0556>

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

⁴Yaroslav-the-Wise Novgorod State University,

41 Bolshaya Sankt-Peterburgskaya Str., Veliky Novgorod, 173003, Russia

⁵Universitas Airlangga

4–6 Airlangga Str., Surabaya, Jawa Timur, 60286, Indonesia

⁶South Ural State Agrarian University,
13 Gagarin Str., Troitsk, 457100, Russia

М.Б. Ребезов^{1,2}

Б.В. Виолин³✉

Я.М. Ребезов⁴

О.В. Горелик²

А.Х. Абдурасулов⁵

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 ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Москва, Россия

⁴Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, Новгород, Россия

⁵Ошский государственный университет, Ош, Кыргызстан

✉ agrovetpress@inbox.ru

Поступила в редакцию: 03.12.2025

Одобрена после рецензирования: 11.12.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

© Ребезов М.Б., Виолин Б.В.,
Ребезов Я.М., Горелик О.В.,
Абдурасулов А.Х.

Short communications

creative
commons
Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-18-26

Maksim B. Rebezov^{1,2}

Boris V. Violin³✉

Yaroslav M. Rebezov⁴

Olga V. Gorelik²

Abdugani H. Abdurasulov⁵

¹Gorbatov Research Center for Food Systems, Moscow, Russia

²Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

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

⁴Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Velikiy Novgorod, Russia

⁵Osh State University, Osh, Kyrgyzstan

✉ agrovetpress@inbox.ru

Received by the editorial office: 03.12.2025

Accepted in revised: 11.12.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Gorelik O.V., Abdurasulov A.H.

Зоотехния: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г.

РЕЗЮМЕ

Проведен анализ публикационной активности раздела «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» за 2025 год.

Основные итоги анализа:

1. Состав редколлегии:

✓ редакция состоит из 15 экспертов из разных регионов России и 6 — из зарубежных государств.

2. Структура научных публикаций:

✓ опубликованы 74 исследовательские статьи, 4 научных обзора и 2 кратких сообщения;

✓ наибольшее количество авторов (207), опубликовавших научные исследования, аффилированы с учреждениями науки;

✓ распределение публикаций по типам научных коллективов: 43 интраорганизационных коллектива (авторы из одной организации) и 37 межорганизационных колабораций (авторы из различных организаций);

✓ преимущественно авторами публикаций являются кандидаты наук (40%);

✓ средний показатель используемых библиографических ссылок составляет 28,88 ед. на одну статью, что подтверждает высокую проработанность научных трудов.

3. География авторов:

✓ по количеству авторов лидируют Московская область (94) и Оренбургская область (62), Санкт-Петербург (55), Свердловская область (48) и Москва (34).

4. Финансирование исследований:

✓ 77,5% публикаций были поддержаны грантами и государственными субсидиями.

Ключевые слова: зоотехния, библиометрический анализ, публикационная активность, научный журнал, авторский коллектив, научная колаборация, география исследований, финансирование науки

Для цитирования: Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Горелик О.В., Абдурасулов А.Х. Зоотехния: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 18–26.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-18-26>

Animal science: analysis of publications in the journal section for 2025

ABSTRACT

The analysis of the publication activity of the section “Animal Science” of the journal “Agrarian Science” for 2025 has been carried out.

The main results of the analysis:

1. The composition of the Editorial Board:

✓ the editorial board consists of 15 experts from different regions of Russia and 6 foreign countries.

2. Structure of scientific publications:

✓ 74 research articles, 4 scientific reviews, and 2 short communications were published;

✓ the highest number of authors (207) who published research are affiliated with scientific institutions;

✓ distribution of publications by type of research team: 43 intra-organizational teams (authors from a single institution) and 37 extra-organizational collaborations (authors from various institutions);

✓ the majority of publication authors are Candidates of Sciences (40%).

✓ The average number of bibliographical references used is 28.88 per article, confirming the thoroughness of the scientific works.

3. Geography of the authors:

✓ the Moscow Region (94) and Orenburg Region (62), St. Petersburg (55), Sverdlovsk Region (48) and Moscow (34) are the leaders in the number of authors.

4. Research funding:

✓ 77.5% of the publications were supported by grants and government subsidies.

Key words: zootechnics, bibliometric analysis, publication activity, scientific journal, authorship, scientific collaboration, research geography, science funding

For citation: Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Gorelik O.V., Abdurasulov A.H. Animal science: analysis of publications in the journal section for 2025. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 18–26 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-18-26>

Введение/Introduction

Продолжаем цикл публикаций по оценке публикационной активности журнала «Аграрная наука». Первая часть анализа «Ветеринария: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г.» (авторы М.Б. Ребезов, Б.В. Виолин, Я.М. Ребезов, А.Н.М. Ансори, М.А. Дерхо) опубликована в этом номере журнала.

Библиометрические показатели обладают фундаментальным значением для оценки научного влияния и статуса журналов, обеспечивая объективную количественную оценку их востребованности и цитируемости в академическом сообществе [1–3]. Эти метрики выступают стандартизованным инструментом для анализа качества научной коммуникации, интенсивности интеллектуального обмена и эффективности интеграции изданий в глобальный исследовательский ландшафт [4, 5]. Наукометрия выполняет важную нормативную и аналитическую функцию в системах научной оценки, экспертизы и стратегического планирования развития науки [4–7].

Цель исследования — провести комплексный библиометрический анализ публикационной активности раздела «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» за 2025 г. для оценки его структуры, авторского состава, уровня научной кооперации и географического распределения исследований, а также определения роли раздела как площадки для представления результатов работ преимущественно российских научных школ в области животноводства.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объект исследования — публикационная активность ежемесячного научного журнала «Аграрная наука». Предмет исследования — массив данных журнала, представленных в научном разделе «Зоотехния» за 2025 г.

Материалом для исследования были метаданные научных публикаций. Полученные данные анализировали с применением проблемно-тематического и системного анализа.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Журнал «Аграрная наука» входит в Перечень ВАК¹ по научному направлению «Зоотехния»:

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные и биологические науки).

4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (сельскохозяйственные и биологические науки).

Редакционная коллегия журнала «Аграрная наука»² обеспечивает научную и методологическую

Таблица 1. Распределение членов редакционной коллегии раздела «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» по странам

Table 1. Distribution of members of the editorial board of the “Animal Science” section of the “Agrarian Science” journal by country

Страна	Кол-во членов редакколлегии
Россия	15
Казахстан	3
Беларусь	1
Кыргызстан	1
Украина	1

экспертизу публикуемых материалов, курирует рецензирование и определяет стратегическую повестку журнала, гарантируя соответствие публикаций международным стандартам качества и этики научных исследований [8].

Члены редакколлегии раздела «Зоотехния» журнала «Аграрная наука»: 15 экспертов из Российской Федерации и 6 — из иностранных государств (табл. 1).

Зоотехния как научно-прикладная дисциплина занимает системообразующее положение в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивого развития агропромышленного комплекса [9–12]. Ее ключевая роль заключается в разработке научных основ повышения продуктивности, сохранения здоровья и улучшения благополучия сельскохозяйственных животных. Данное направление интегрирует достижения генетики, физиологии, кормления и менеджмента, трансформируя их в эффективные технологии производства животноводческой продукции с соблюдением принципов «Единого здоровья» (One Health).

В разделе «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. опубликованы 80 научных публикаций.

Распределение публикаций (исследовательских статей, научных обзоров и кратких сообщений) по номерам журнала в 2025 г. представлено на рисунке 1.

Рис. 1. Распределение публикаций по номерам (томам) и типам научной продукции в разделе «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 1. Distribution of publications in the “Animal Science” section by issues of the “Agrarian Science” journal in 2025



¹ Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (по состоянию на 25.11.2025).

² <https://www.vetpress.ru/jour/pages/view/EditorialC>

Всего опубликованы 74 исследовательские статьи, 4 научных обзора и 2 кратких сообщения. Процентное соотношение количества опубликованных исследований в 2025 г. по данному разделу представлено на рисунке 2.

В 2025 году на русском языке опубликованы 77 научных работ в данном разделе журнала, а на английском — 3 (рис. 3).

Распределение научных публикаций по количеству соавторов в одной публикации за 2025 г. представлено на рисунке 4.

В 25,00% опубликованных научных трудов изучаемого раздела журнала были 4 соавтора, в 22,50% — 2. Отмечаем, что максимальное количество (18 соавторов) было только в одной публикации, или 1,25%, из 80 единиц научной продукции.

335 авторов из научных и образовательных учреждений и других организаций опубликовали свои научные исследования в разделе «Зоотехния» в 12 номерах ежемесячного журнала «Аграрная наука» в 2025 г. Наибольшее количество авторов (207, или 55%), опубликовавших научные исследования в 2025 г. на страницах изучаемого раздела журнала, аффилированы³ с учреждениями науки.

Процентное соотношение авторов научных публикаций по профилю деятельности организации представлено на рисунке 5.

При анализе публикаций по типам научных коллективов необходимо сделать пояснение о важности развития научных школ и сотрудничества между разными организациями (учреждениями) (табл. 2).

В разделе «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. опубликованы 43 публикации интраорганизационных научных коллективов (рис. 6). При этом, рассматривая классификацию данной группы по странам, отмечаем, что 95,3% коллектива были из России, а 4,7% — из Казахстана и Узбекистана.

В разделе «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. опубликованы 37 статей экстраорганизационных научных коллективов (рис. 6). Отмечаем, что в этой группе научной

Рис. 2. Процентное соотношение количества опубликованных исследовательских статей, научных обзоров и кратких сообщений в разделе «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 2. Percentage of published research articles, scientific reviews, and short communications in the “Animal Science” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Рис. 3. Процентное соотношение количества опубликованных научных работ на русском и английском языках в разделе «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 3. Percentage of the number of published scientific papers in Russian and English in the section “Animal science” of the journal “Agrarian Science” in 2025

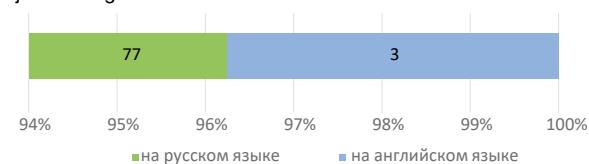


Рис. 4. Распределение научных публикаций по количеству соавторов в разделе «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 4. Distribution of scientific publications by the number of co-authors in the “Animal Science” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Рис. 5. Процентное соотношение авторов научных публикаций по профилю деятельности организации в разделе «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 5. Percentage of authors of scientific publications by the organization’s profile in the “Animal Science” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Таблица 2. Основные критерии типа научного коллектива
Table 2. Main criteria for the type of scientific team

Критерий	Тип научного коллектива	
	интраорганизационный <i>Intra-organizational research team / collective</i>	экстраорганизационный <i>Inter-organizational collaboration</i>
Основной	Место работы авторов в одной организации	Общий научный проект между разными организациями (сетевая структура)
Главная функция	Преемственность и развитие научной школы в одной организации	Синергия компетенций сотрудников из разных организаций, диверсификация методологических подходов
Связи	Стабильные (относительно долгосрочные), подкрепленные трудовыми отношениями авторов в одной организации	Динамичные, проектно-ориентированные, достаточно часто временные
Результат	Формирование уникального научного профиля и традиций организации	Выполнение совместных проектов, сетевое научное сотрудничество

³ С учетом возможных нескольких аффилиаций авторов.

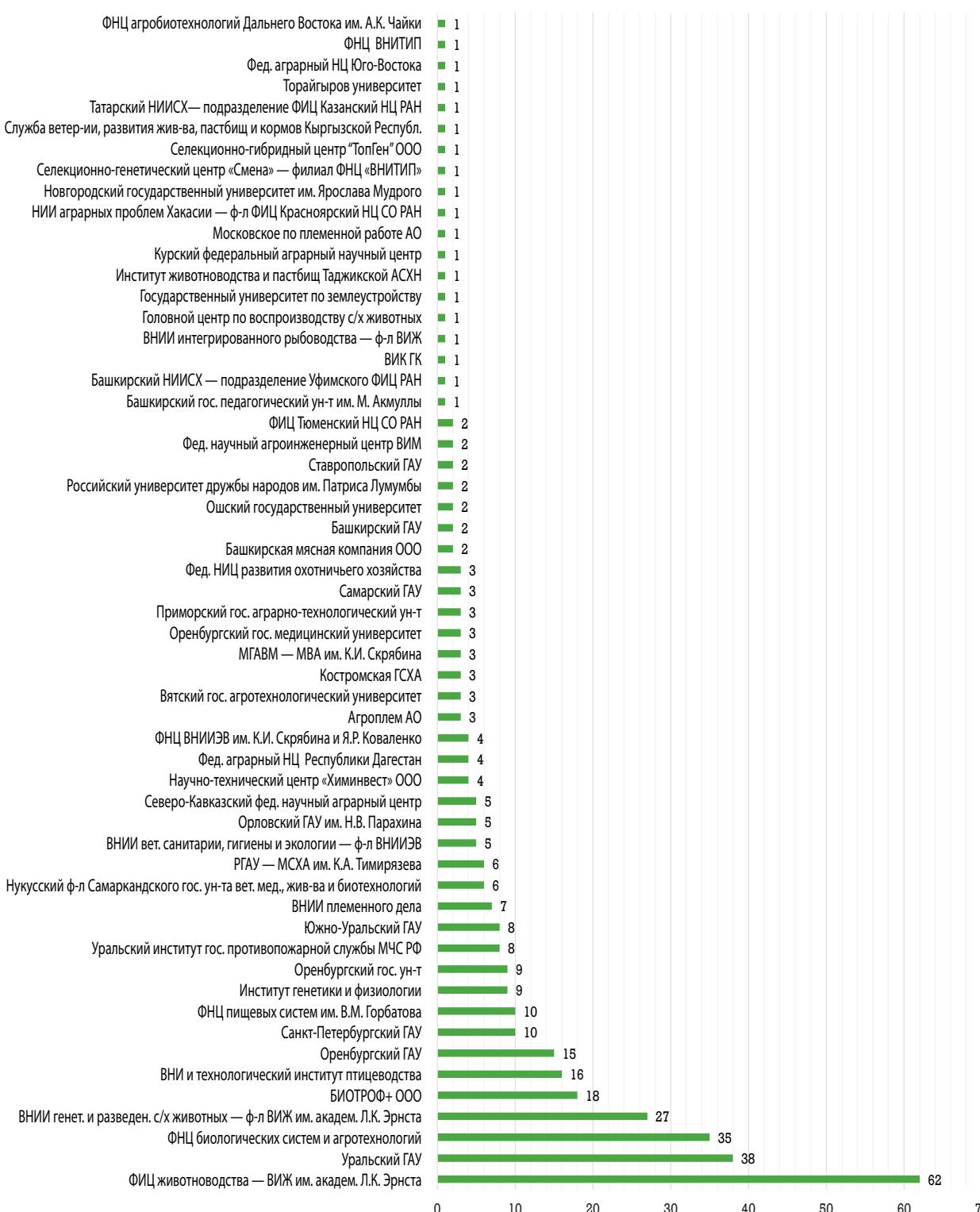
Рис. 6. Количество публикаций по типам научных коллективов в разделе «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 6. Number of publications by types of research teams in the “Animal Science” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Рис. 7. Распределение авторов по организациям (учреждениям) по разделу «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 7. Distribution of authors by organizations (institutions) in the “Animal Science” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Наибольшее количество авторов, опубликовавших исследования, являются сотрудниками учреждений, таких как:

- ✓ ФИЦ животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста РАН (г. Москва) — 62;
- ✓ Уральский ГАУ (г. Екатеринбург) — 38;
- ✓ ФНЦ биологических систем и агротехнологий РАН (г. Оренбург) — 35;
- ✓ ВНИИ генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста РАН (г. Санкт-Петербург) — 27.

Интересно географическое распределение авторов (с учетом нескольких аффилиаций) по странам (табл. 3) и субъектам Российской Федерации (табл. 4) в разделе «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Авторы из России, опубликовавшие исследования в изучаемом разделе журнала, составляют 94,56% от общего количества ученых, из Казахстана — 2,72%, из Узбекистана — 1,63%, из Киргизстана — 0,82%, из Таджикистана — 0,27%. Наибольшее количество авторов (с учетом нескольких аффилиаций), опубликовавших свои исследования, представляют учреждения и организации, юридически зарегистрированные в Московской области (94), Оренбургской области (62), Санкт-Петербурге (55), Свердловской области (48) и Москве (34).

Библиометрический анализ научных журналов предусматривает изучение авторской структуры издания [13–16] по наличию ученых степеней и научных званий и позволяет выявить специфику состава исследователей, активно участвующих в формировании научного содержания раздела «Зоотехния» журнала «Аграрная наука».

Настоящее исследование демонстрирует, что основную долю публикаций составляют авторы, обладающие степенью кандидата наук (136 авто-

Таблица 3. Международное географическое распределение авторов (с учетом нескольких аффилиаций), опубликовавших научные труды в разделе «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Table 3. International geographic distribution of authors, taking into account multiple affiliations, who published scientific papers in the “Animal Science” section of the “Agrarian Science” journal in 2025

Флаг страны	Страна	Кол-во авторов
	Россия	348
	Казахстан	10
	Узбекистан	6
	Киргизстан	3
	Таджикистан	1

ров, или 40%). Данная категория доминирует среди прочих групп авторов (рис. 8). Отмечаем, что в 2025 г. свои исследования в разделе «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» опубликовали 13 членов Российской академии наук и 106 докторов наук, а также 49 специалистов без научных регалий (научных сотрудников, преподавателей).

Анализ выявляет положительную тенденцию роста участия молодых исследователей — студентов (9) и аспирантов (22) (всего 9%), что способствует укреплению преемственности поколений в науке и развитию потенциала будущих ученых.

Финансовое обеспечение научных исследований играет ключевую роль в стимулировании авторов к публикации результатов своей деятельности в специализированных высокорейтинговых научных изданиях [17–20]. Источниками финансирования выступают разнообразные фонды и программы грантовой поддержки, которые способствуют увеличению числа опубликованных работ высокого качества.

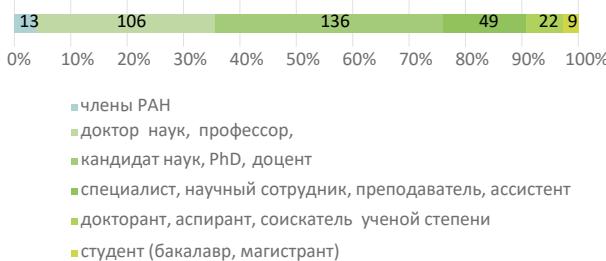
Таблица 4. Географическое распределение авторов по субъектам Российской Федерации, опубликовавших научные труды в разделе «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Table 4. Geographical distribution of authors by constituent entities of the Russian Federation who published scientific papers in the “Animal Science” section of the “Agrarian Science” journal in 2025

Субъект Российской Федерации	Кол-во авторов	Субъект Российской Федерации	Кол-во авторов	Субъект Российской Федерации	Кол-во авторов
	94		6		3
	62		5		2
	55		4		1
	48		4		1
	34		4		1
	8		3		1
	7		3		1
					1

Рис. 8. Авторский профиль по ученым степеням и научным званиям в разделе «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 8. Author profile by academic degrees and scientific titles in the “Animal Science” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Грантовые механизмы предоставляют исследователям уникальную возможность получать средства на реализацию проектов вне зависимости от коммерческих выгод, обеспечивая свободу выбора направлений научных исследований и фокусируясь исключительно на достижении значимых инновационных результатов. Это создает предпосылки для устойчивого прогресса в сфере науки и технологий, способствуя формированию инновационной экономики России и повышению конкурентоспособности государства на международном уровне. Так, в течение 2025 г. 62 исследования поддержаны финансовыми ресурсами различного происхождения, что эквивалентно 77,5% от общего массива размещенных научных публикаций в разделе «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» (рис. 9).

Список используемой научной литературы представляет собой один из важных элементов научной работы [21–24]. Этот компонент служит основой для оценки источниковедения и подтверждения точности представленных фактов. Количество библиографических ссылок в статьях отражает глубину проработанности материала и степень интеграции исследований в научное сообщество.

Таблица 5. Участие редакции журнала «Аграрная наука» в основных мероприятиях по вопросам развития зоотехнической науки и сельскохозяйственной биотехнологии в 2025 году

Table 5. Participation of the editorial board of the journal “Agrarian Science” in the main events on the development of zootechnical science and agricultural biotechnology in 2025

Месяц 2025 г.	Место проведения	Наименование мероприятия
Январь	Москва, МВЦ «Крокус Экспо»	Международная выставка «АГРОС-2025»
Февраль	Москва	XIII Международный конгресс «Пчела и человек: Россия и дружественные страны»
Март	Москва	НПК, посвященная 120-летию со дня рождения ректора МВА им. К.И. Скрябина профессора В.М. Коропова и 105-летию МГАВМиБ — МВА им. К.И. Скрябина
Апрель	Москва, ГК ВИК	НПК «Лидеры АПК. Конкуренция. Компетенции. Команда» — по актуальным вызовам и перспективам развития птицеводческой отрасли
	Москва	XIX Международная конференция «Комбикорма-2025»
	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Круглый стол «О формировании евразийских центров компетенции в сфере племенного животноводства»
		Международная выставка-форум «AGROBRICS+»
Май	Москва, ТАСС	Всемирный день пчел. Пресс-конференция «Мир без пчел: причины вымирания и пути решения проблемы»
Июнь	Москва, МПА	XVI годовое общее собрание Национального союза свиноводов
Июль	Казань, Казанский НЦ РАН	МНПК «Приоритетные направления повышения эффективности, конкурентоспособности и устойчивости аграрной отрасли»
Август	Москва, ТАСС	Пресс-конференция «Борьба с фальсификацией меда на российском рынке: создание Хартии добросовестных участников»

Рис. 9. Источники финансирования научных публикаций по разделу «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 9. Sources of funding for scientific publications in the “Animal Science” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Рис. 10. Среднее количество использованных библиографических ссылок в научных публикациях раздела «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 10. Average number of bibliographic references used in scientific articles and scientific reviews of the “Animal Science” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



28,88 — среднее количество использованных библиографических ссылок в научных публикациях раздела «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. Среднее количество использованных библиографических ссылок в исследовательских статьях, научных обзорах и кратких сообщениях представлено графически на рисунке 10.

Анализ показывает заметный прирост числа научных источников, привлекаемых авторами статей в изучаемом разделе в 2025 г., по сравнению с предыдущими периодами (2020–2024 гг.), что свидетельствует о расширении базы научной информации и повышении качества проводимых научных исследований.

В 2025 году члены редакции журнала «Аграрная наука» принимали очное и дистанционное участие в мероприятиях, где обсуждали проблемы и вопросы развития аграрной науки (табл. 5).

(Таблица 5. Продолжение)

Месяц 2025 г.	Место проведения	Наименование мероприятия
Сентябрь	Москва, МВЦ «Крокус Экспо»	XX Всероссийский форум «Инновационные технологии и оборудование в молочной промышленности» в рамках деловой программы
	Москва, МВЦ «Крокус Экспо»	Международная выставка «Агропроммаш-2025»
Октябрь	Родники, ФГБНУ НИИПЗК	МИНПК «Научное обеспечение, современное состояние и стратегия развития отрасли пушного звероводства»
	Москва	XII Российский агротехнический форум
Ноябрь	Москва, «Тимирязев центр»	XXVII Российская агропромышленная выставка «Золотая осень — 2025»
	Москва, Федеральное собрание	Круглый стол «Увеличение поголовья скота в малых формах хозяйствования: задачи и перспективы»
	Екатеринбург, ТАСС	Пресс-конференция, посвященная теме цифровизации АПК и подготовке к проведению VII агропромышленного форума «Молоко России — 2025» в Екатеринбурге и юбилею Россельхозбанка

Участие редакции журнала «Аграрная наука» в перечисленных мероприятиях (табл. 5) является стратегическим инструментом интеграции в научный ландшафт, необходимым для поддержания научной релевантности, инновационного потенциала и практической значимости проводимых исследований.

18 апреля 2025 года вышел из печати итоговый дайджест материалов⁴ по разделу «Зоотехния»⁵ журнала «Аграрная наука», который содержит статьи по данному направлению за 2024 г. и 2025 г. в реферативном формате (рис. 11).

Выводы/Conclusions

Проведенное библиометрическое исследование позволило охарактеризовать публикационную активность и определить стратегические векторы развития раздела «Зоотехния» журнала «Аграрная наука» за 2025 г.

Во-первых, анализ подтвердил центральную роль научно-исследовательских институтов, сотрудники которых составили большинство авторов (55%), что обеспечивает высокую фундаментальность публикуемых материалов.

Во-вторых, структура авторских коллективов отражает сбалансированную научную экосистему, где работа внутренних научных школ (интраорганизационных коллективов) успешно дополняется межрегиональным и международным сотрудничеством (10,8% публикаций с участием иностранных ученых).

В-третьих, значительный уровень грантовой поддержки (77,5% публикаций) и достаточно объемный средний библиографический список (28,88 ссылки на статью) служат косвенными индикаторами востребованности и высокой проработанности представляемых исследований.

Рис. 11. Обложка дайджеста «Кормление. Разведение. Биотехнология 2024/2025»

Fig. 11. Cover of the digest “Feeding. Breeding. Biotechnology 2024/2025”



В качестве направлений для развития раздела журнала целесообразно выделить:

- ✓ реализацию специальных проектов (тематических дайджестов, специальных выпусков) для популяризации наиболее значимых научных результатов;
- ✓ оптимизацию цифрового присутствия и дистрибуции контента для повышения видимости журнала в международных наукометрических базах данных и роста его цитируемости.

⁴ Научные статьи представлены названием и информацией об авторах, ключевыми словами, аннотацией и QR-кодом, ведущим на полный текст статьи в открытом доступе.

⁵ <https://agrarnyanauka.ru/dajdhest-2024-2025-g/>

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. Тодосийчук А.В. Наукометрические показатели в системе оценки результативности науки и научного труда. *Научно-техническая информация. Серия 1: Организация и методика информационной работы*. 2024; (3): 1–7.
<https://doi.org/10.36535/0548-0019-2024-03-1>
2. Vasudevan B., Chatterjee M., Sharma V., Sahdev R. Indexing of Journals and Indices of Publications. *Indian Journal of Radiology and Imaging*. 2025; 35(S1): S148–S154.
<https://doi.org/10.1055/s-0044-1800878>
3. Бескаравайная Е.В. Как с водой не выплыть ребенку: о подходах к оценке эффективности. *Научные и технические библиотеки*. 2024; (4): 68–85.
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-4-68-85>
4. Чавыкин Ю.И. Оценка российских научных журналов по сельскому хозяйству. *Научные и технические библиотеки*. 2024; (7): 26–39.
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-7-26-39>
5. Непочатых А.Ю., Тимофеевская С.А. Библиометрический анализ научных публикаций на веб-сайтах аграрных учреждений высшего и дополнительного образования Российской Федерации. *Аграрная наука*. 2024; (9): 152–159.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-152-159>
6. Ермаков А.В. Аналитическая статистика о научных публикациях Казанского федерального университета на Scilit. *Электронные библиотеки*. 2024; 27(6): 878–896.
<https://doi.org/10.26907/1562-5419-2024-27-6-878-896>
7. Цветкова В.А., Мокначева Ю.В. Научная среда и публикационная активность: риски библиометрических оценок. *Культура: теория и практика*. 2020; (2): 11.
<https://elibrary.ru/doocr>
8. Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Анзори А.Н.М., Дерхю М.А. Ветеринария: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 8–17.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-8-17>
9. Лобачевский Я.П., Алферов А.А. Актуальные исследования учеными Отделения сельскохозяйственных наук РАН. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2024; (2): 3–6.
<https://doi.org/10.31857/S2500262724020012>
10. Азаренко В., Касьячик С. Высокозначимые разработки для сельского хозяйства. *Наука и инновации*. 2022; (10): 54–60.
<https://www.elibrary.ru/gzwyx>
11. Намятова Л.Е. Исследования ученых как основа развития сельского хозяйства России. *Теория и практика мировой науки*. 2024; (2): 2–7.
<https://www.elibrary.ru/iwhxff>
12. Косяков Д.В., Селиванова И.В., Лаврик О.Л. Наукометрия журнала «Библиосфера»: анализ тенденций и перспектив развития. *Библиосфера*. 2020; (3): 3–13.
<https://doi.org/10.20913/13/1815-3186-2020-3-3-13>
13. Маршакова-Шайкевич И.В. Библиометрический анализ научных журналов. *Социология науки и технологий*. 2014; 5(3): 38–48.
<https://www.elibrary.ru/soaskt>
14. Образцов И.В., Половнев А.В. В поисках баланса: авторский состав журнала «Социологические исследования» (2014–2023 гг.). *Социологические исследования*. 2024; (7): 146–158.
<https://doi.org/10.31857/S0132162524070139>
15. Kostyrko T.M., Koroleva T.D. Bibliometric analysis of publications of scientists in open access journals as a tool to increase the publishing activity of the university. *University Library at a New Stage of Social Communications Development. Conference Proceedings*. 2021; 108–117.
https://doi.org/10.15802/unilib/2021_248521
16. Баканова Н.Б. Анализ данных публикационной активности для исследования направлений научного сотрудничества организаций. *Научные и технические библиотеки*. 2024; (11): 31–47.
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-11-31-47>
17. Куликовский А.П., Зайцев А.Г., Голиков И.О. Использование методов грантового финансирования проектов АПК в современных условиях. *Вестник аграрной науки*. 2022; (3): 107–113.
<https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.3.107>
18. Сафиуллин М.Р., Гатауллина А.А., Зяббарова А.А. Поддержка науки как фактор репутационного развития стран (на примере России и ряда зарубежных регионов). *Российский экономический журнал*. 2024; (3): 18–37.
<https://www.elibrary.ru/ulagfp>
19. Нечаев В.И., Михайлушкин П.В. Меры государственной поддержки институтов инновационного развития в аграрном секторе экономики России: проблемы и способы контроля. *Экономика сельского хозяйства России*. 2025; (4): 2–13.
<https://doi.org/10.32651/254-2>

REFERENCES

1. Todosiychuk A.V. Scientometric Indicators in the System of Evaluating Scientific Performance and Work. *Scientific and Technical Information Processing*. 2024; 51(2): 154–160.
<https://doi.org/10.3103/S0147688224700084>
2. Vasudevan B., Chatterjee M., Sharma V., Sahdev R. Indexing of Journals and Indices of Publications. *Indian Journal of Radiology and Imaging*. 2025; 35(S1): S148–S154.
<https://doi.org/10.1055/s-0044-1800878>
3. Beskaravainaya E.V. Not to throw the baby out with the bath water: on the approach to assessing research output. *Scientific and Technical Libraries*. 2024; (4): 68–85 (in Russian).
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-4-68-85>
4. Chavykin Yu.I. Assessing Russian scientific journals in agriculture. *Scientific and Technical Libraries*. 2024; (7): 26–39 (in Russian).
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-7-26-39>
5. Nepochatlykh A.Yu., Timofeevskaya S.A. Bibliometric analysis of scientific publications on the websites of agricultural institutions of higher and additional education of the Russian Federation. *Agrarian science*. 2024; (9): 152–159 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-152-159>
6. Ermakov A.V. Analytical Statistics on Scientific Publications of the Kazan Federal University on Scilit. *Automatic Documentation and Mathematical Linguistics*. 2024; 58(S6): S343–S351.
<https://doi.org/10.3103/S0005105525700438>
7. Tsvetkova V.A., Mokhnacheva Yu.V. Scientific environment and publication activity: risks of bibliometric estimates. *Kul'tura: teoriya i praktika*. 2020; (2): 11 (in Russian).
<https://elibrary.ru/doocr>
8. Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Ansori A.N.M., Derkho M.A. Veterinary medicine: an analysis of publications in the journal section for 2025. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 8–17 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-8-17>
9. Lobachevsky Ya.P., Alferov A.A. Current research by scientists of the Department for Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences. *Russian Agricultural Sciences*. 2024; (2): 3–6 (in Russian).
<https://doi.org/10.31857/S2500262724020012>
10. Azarenko V., Kasyanchik S. Highly significant developments for agriculture. *Science and Innovations*. 2022; (10): 54–60 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/gzwyx>
11. Namyatova L.E. Research by scientists as the basis for the development of Russian agriculture. *Theory and Practice of the World Science*. 2024; (2): 2–7 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/iwhxff>
12. Kosyakov D.V., Selivanova I.V., Lavrik O.L. The Scientometrics of Journal "Bibliosphere": analysis of tendencies and future development. *Bibliosphere*. 2020; (3): 3–13 (in Russian).
<https://doi.org/10.20913/13/1815-3186-2020-3-3-13>
13. Marshakova-Shaikevich I.V. Bibliometric analyses of scientific journals. *Sociology of Science and Technology*. 2014; 5(3): 38–48 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/soaskt>
14. Obraztsov I.V., Polovnev A.V. In search for a balance: the authorship structure of the journal "Sotsiologicheskie issledovaniya" [Sociological Studies] (2014–2023). *Sociological Studies*. 2024; (7): 146–158 (in Russian).
<https://doi.org/10.31857/S0132162524070139>
15. Kostyrko T.M., Koroleva T.D. Bibliometric analysis of publications of scientists in open access journals as a tool to increase the publishing activity of the university. *University Library at a New Stage of Social Communications Development. Conference Proceedings*. 2021; 108–117.
https://doi.org/10.15802/unilib/2021_248521
16. Bakanova N.B. Analyzing publication activity to explore vectors of institutional scientific cooperation. *Scientific and Technical Libraries*. 2024; (11): 31–47 (in Russian).
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-11-31-47>
17. Kulikovsky A.P., Zaitsev A.G., Golikov I.O. Using methods of grant financing of AIC projects in modern conditions. *Bulletin of agrarian science*. 2022; (3): 107–113 (in Russian).
<https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.3.107>
18. Saifiullin M.R., Gataullina A.A., Zyabbarova A.A. Science support as a factor of the countries reputation (example of Russia and foreign regions). *Russian Economic Journal*. 2024; (3): 18–37 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/ulagfp>
19. Nechaev V.I., Mikhailushkin P.V. Measures of state support for innovative development institutions in the agricultural sector of the Russian economy: problems and methods of control. *Economics of Agriculture of Russia*. 2025; (4): 2–13 (in Russian).
<https://doi.org/10.32651/254-2>

20. Рожков И.В., Русин В.Н., Захаренко И.К., Солдатова Н.Ф. К вопросу оценки финансирования научных исследований в области сельского хозяйства за счет бюджетных средств. *Аграрная наука*. 2025; (1): 173–177. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-173-177>
21. Мотекене В., Стирпейкайтė О. Анализ вклада библиотековедов, библиографоведов и информатиков Литовской ССР в поток публикаций в союзной профильной периодической печати. *Knygotyra*. 1988; 21(14–2): 48–52 (на лит. яз.). <https://doi.org/10.15388/knygotyra.1988.36574>
22. Янонис О. О библиографическом методе. *Knygotyra*. 1988; 21(14–2): 101–104. <https://doi.org/10.15388/knygotyra.1988.36580>
23. Bohanes J. Bibliography. *Global Trade and Customs Journal*. 2025; 20(4): 305–307. <https://doi.org/10.54648/gtcj2025039>
24. Hjørland B. Bibliography (Field of Study). *Knowledge Organization*. 2024; 51(8): 700–711. <https://doi.org/10.5771/0943-7444-2024-8-700>
20. Rozhkov I.V., Rusin V.N., Zakharenko I.K., Soldatova N.F. On the issue of assessing the financing of scientific research in the field of agriculture at the expense of budgetary funds. *Agrarian science*. 2025; (1): 173–177 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-173-177>
21. Motekenė V., Stirpeikaitė O. The analysis of the contribution of Lithuania SSR library, bibliography and information scientists to the main stream of union profile periodical press publications. *Knygotyra*. 1988; 21(14–2): 48–52 (in Lithuanian). <https://doi.org/10.15388/knygotyra.1988.36574>
22. Janonis O. The bibliographical method. *Knygotyra*. 1988; 21(14–2): 101–104. <https://doi.org/10.15388/knygotyra.1988.36580>
23. Bohanes J. Bibliography. *Global Trade and Customs Journal*. 2025; 20(4): 305–307. <https://doi.org/10.54648/gtcj2025039>
24. Hjørland B. Bibliography (Field of Study). *Knowledge Organization*. 2024; 51(8): 700–711. <https://doi.org/10.5771/0943-7444-2024-8-700>

ОБ АВТОРАХ

Максим Борисович Ребезов^{1,2}

• доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник¹;
• доктор сельскохозяйственных 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

Ярослав Максимович Ребезов⁴

кандидат биологических наук, научный сотрудник сектора прикладной биотехнологии учебно-научной исследовательской лаборатории Химико-технологического института yaroslavreb@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1121-8139>

Ольга Васильевна Горелик²

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов
olgao205en@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

Абдугани Холмурзаевич Абдурасулов¹

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой ветеринарной медицины и биотехнологии
aabdurassulov@oshsu.kg
<https://orcid.org/0000-0003-3714-6102>

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 ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Звенигородское шоссе, 5, Москва, 123022, Россия

⁴Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, ул. Большая Санкт-Петербургская, 41, Великий Новгород, 173003, Россия

⁵Ошский государственный университет, ул. Альymbек Датка, 331, Ош, 723500, Кыргызстан

ABOUT THE AUTHORS

Maksim Borisovich Rebezov^{1,2}

• Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher¹;
• Doctor of Agricultural 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

Yaroslav Maksimovich Rebezov⁴

Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Applied Biotechnology Sector of the Educational and Scientific Research Laboratory of the Institute of Chemical Technology yaroslavreb@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1121-8139>

Olga Vasilevna Gorelik²

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products
olgao205en@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

Abdugani Kholmurzaevich Abdurasulov¹

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Veterinary Medicine and Biotechnology
aabdurassulov@oshsu.kg
<https://orcid.org/0000-0003-3714-6102>

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

⁴Yaroslav-the-Wise Novgorod State University,

41 Bolshaya Sankt-Peterburgskaya Str., Veliky Novgorod, 173003, Russia

⁵Osh State University, 331 Alymbek Datka Str., Osh, 723500, Kyrgyzstan

УДК: 002.63

Краткое сообщение



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-27-34

М.Б. Ребезов^{1,2}**Б.В. Виолин³✉****Я.М. Ребезов⁴****Годсвилл Нтсомбох-Нцефонг⁵**¹*Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия*²*Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия*³*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 Российской академии наук», Москва, Россия*⁴*Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, Новгород, Россия*⁵*Университет Яунде I, Яунде, Камерун.*

✉ agrovetpress@inbox.ru

Поступила в редакцию: 05.12.2025

Одобрена после рецензирования: 11.12.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

© Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Нтсомбох-Нцефонг Г.

Short communications



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-27-34

Maksim B. Rebezov^{1,2}**Boris V. Violin³✉****Yaroslav M. Rebezov⁴****Godswill Ntsomboh-Ntsefong⁵**¹*Gorbatov Research Center for Food Systems, Moscow, Russia*²*Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia*³*All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology – a branch of the Federal Scientific Centre VIEV, Moscow, Russia*⁴*Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia*⁵*University of Yaoundé I, Yaounde, Cameroon*

✉ agrovetpress@inbox.ru

Received by the editorial office: 05.12.2025

Accepted in revised: 11.12.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Ntssomboh-Ntsefong G.

Агрономия: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г.

РЕЗЮМЕ

Проведен анализ публикационной активности раздела «Агрономия» журнала «Аграрная наука» за 2025 год.

Основные итоги анализа:

1. Состав редколлегии:

- ✓ редакция состоит из 10 экспертов из разных регионов России и 4 — из зарубежных государств.

2. Структура научных публикаций:

- ✓ опубликованы 59 исследовательских статей и 1 научный обзор;
- ✓ наибольшее количество авторов, опубликовавших научные исследования (71%), аффилированы с учреждениями науки;

- ✓ распределение публикаций по типам научных коллективов: 53 интраорганизационных коллектива (авторы из одной организации) и 7 межорганизационных колабораций (авторы из различных организаций);

- ✓ преимущественно авторами публикаций являются кандидаты наук (44%);

- ✓ средний показатель используемых библиографических ссылок составляет 19,03 ед. на одну публикацию, что подтверждает высокую проработанность научных трудов.

3. География авторов:

- ✓ по количеству авторов лидируют Ростовская (24) и Тверская (20) области и Республика Татарстан (19).

4. Финансирование исследований:

- ✓ 59% публикаций были поддержаны грантами и государственными субсидиями.

Ключевые слова: агрономия, библиометрический анализ, публикационная активность, научный журнал, научная колаборация, авторский состав, география науки, финансирование исследований, «Аграрная наука»

Для цитирования: Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Нтсомбох-Нцефонг Г. Агрономия: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 27–34.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-27-34>

Agronomy: analysis of publications by journal section for 2025

ABSTRACT

Analysis of publication activity in the “Agronomy” section of the “Agrarian Science” journal for 2025.

Key findings:

1. Editorial board composition:

- ✓ the editorial board comprises 10 experts from various regions of Russia and 4 foreign countries.

2. Structure of scientific publications:

- ✓ 59 research articles and 1 scientific review were published;
- ✓ the majority of authors (71%) are affiliated with research institutions;
- ✓ distribution by team type: 53 intra-organizational teams (authors from a single institution) and 7 extra-organizational collaborations (authors from multiple institutions);
- ✓ the most common academic degree among authors is candidate of sciences (44%);
- ✓ the average number of bibliographic references per article is 19.03, indicating a high degree of research thoroughness.

3. Author geography:

- ✓ the Rostov (24) and Tver (20) regions and the Republic of Tatarstan (19) are the leaders in the number of authors.

4. Research funding:

- ✓ 59% of the publications were supported by grants and state subsidies.

Key words: agronomy, bibliometric analysis, publication activity, scientific journal, scientific collaboration, authorship, geography of science, research funding, “Agrarian science”

For citation: Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Ntssomboh-Ntsefong G. Agronomy: analysis of publications in the journal section for 2025. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 27–34 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-27-34>

Введение/Introduction

Продолжаем цикл публикаций по оценке публикационной активности журнала «Аграрная наука» за 2025 г. [1, 2].

Библиометрические показатели научных публикаций служат основой для оценки научного влияния и статуса журналов, предоставляя объективные количественные индикаторы их вос требованности [3–5]. Эти стандартизованные метрики используются для анализа качества научной коммуникации и интеграции изданий в глобальное исследовательское пространство [6, 7].

Наукометрия выполняет нормативно-аналитическую функцию в системах научной экспертизы и стратегического планирования издательской деятельности [6–9].

Цель исследования — проведение комплексного библиометрического анализа публикационной активности раздела «Агрономия» журнала «Аграрная наука» за 2025 г. с целью характеристики его структуры, авторского состава, типов научной коллаборации, географии и источников финансирования для оценки текущего состояния и научного потенциала данного направления в рамках национального аграрного научного сообщества.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объект исследования — публикационная активность ежемесячного научного журнала «Аграрная наука».

Предмет исследования — массив данных журнала, представленных в научном разделе «Агрономия» за 2025 г.

Материалом для исследования были метаданные научных публикаций. Полученные данные анализировали с применением проблемно-тематического и системного анализа.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Журнал «Аграрная наука» входит в Перечень ВАК¹ по научному направлению «Агрономия»:

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология (сельскохозяйственные науки).

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки).

4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки).

Деятельность редакционной коллегии журнала «Аграрная наука»

Таблица 1. Распределение членов редакционной коллегии раздела «Агрономия» журнала «Аграрная наука» по странам

Table 1. Distribution of members of the editorial board of the Agronomy section of the Agrarian Science journal by country

Страна	Кол-во членов редакколлегии
Россия	10
Казахстан	1
Камерун	1
Узбекистан	1
Южная Корея	1

заключается в реализации комплексной научной экспертизы, управлении процессом независимого рецензирования и разработке долгосрочной редакционной стратегии развития научного издания.

Членами редакколлегии раздела «Агрономия» журнала «Аграрная наука» являются 10 экспертов из Российской Федерации и 4 — из иностранных государств (табл. 1).

Фундаментальная роль агрономии заключается в трансформации эмпирического земледелия в наукоемкое производство, обеспечивая продовольственную безопасность, экологическую устойчивость и социально-экономическое развитие общества [10–12].

В разделе «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. опубликованы 60 научных публикаций.

Распределение публикаций (исследовательские статьи, научные обзоры и краткие сообщения) по номерам журнала в 2025 г. представлено на рисунке 1.

Опубликованы 59 исследовательских статей и 1 научный мини-обзор. Процентное соотношение количества опубликованных исследований

Рис. 1. Распределение публикаций по номерам (томам) и типам научной продукции в разделе «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

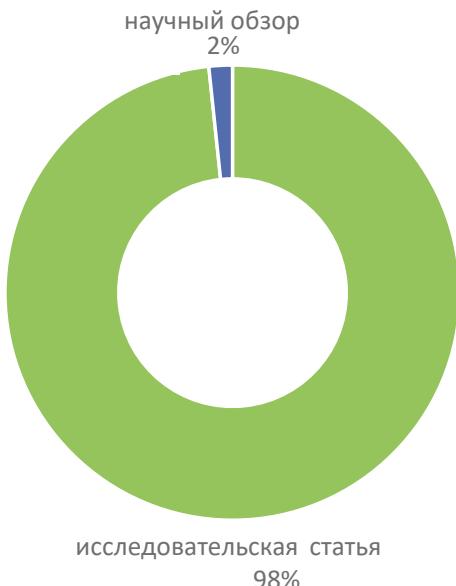
Fig. 1. Distribution of publications in the “Agronomy” section by issues of the “Agrarian Science” journal in 2025



¹ Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (по состоянию на 25.11.2025).

Рис. 2. Процентное соотношение количества опубликованных исследовательских статей, научных обзоров и кратких сообщений в разделе «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 2. Percentage of published research articles, scientific reviews, and short communications in the “Agronomy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



в 2025 г. по данному разделу представлено на рисунке 2.

В 2025 году на русском языке опубликованы все научные работы в данном разделе журнала. Распределение научных публикаций по количеству соавторов в одной статье за 2025 г. представлено на рисунке 3.

В 70,0% опубликованных научных трудов изучаемого раздела журнала от одного до трех соавторов, а максимальное количество (10 соавторов) — только в одной публикации, или 1,67%, из 60 ед. научной продукции.

183 автора из научных и образовательных учреждений и других организаций опубликовали свои научные исследования в разделе «Агрономия» в 12 номерах журнала «Аграрная наука» в 2025 г. Наибольшее количество авторов (71%), опубликовавших научные исследования в 2025 г. на страницах изучаемого раздела журнала, аффилированы² с учреждениями науки. Процентное соотношение авторов научных публикаций по профилю деятельности организации представлено на рисунке 4.

Анализ публикационной активности подтверждает, что развитие устойчивых научных школ в организациях и учреждениях, а также межорганизационная коллаборация являются ключевыми факторами, повышающими качество исследований, их инновационный потенциал и научное влияние.

Рис. 3. Распределение научных публикаций по количеству соавторов в разделе «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 3. Distribution of scientific publications by the number of co-authors in the “Agronomy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



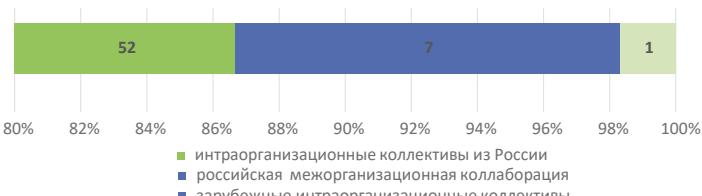
Рис. 4. Процентное соотношение авторов научных публикаций по профилю деятельности организации в разделе «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 4. Percentage of authors of scientific publications by the organization's profile in the “Agronomy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Рис. 5. Количество публикаций по типам научных коллективов в разделе «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 5. Number of publications by types of research teams in the “Agronomy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



В разделе «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. опубликованы 53 статьи интраорганизационных научных коллективов (рис. 5), при этом, рассматривая классификацию данной группы по странам, отмечаем, что 98,15% коллективов были из России, а один (1,85%) — из Таджикистана.

В разделе «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. опубликованы 7 статей межорганизационных научных коллективов из России.

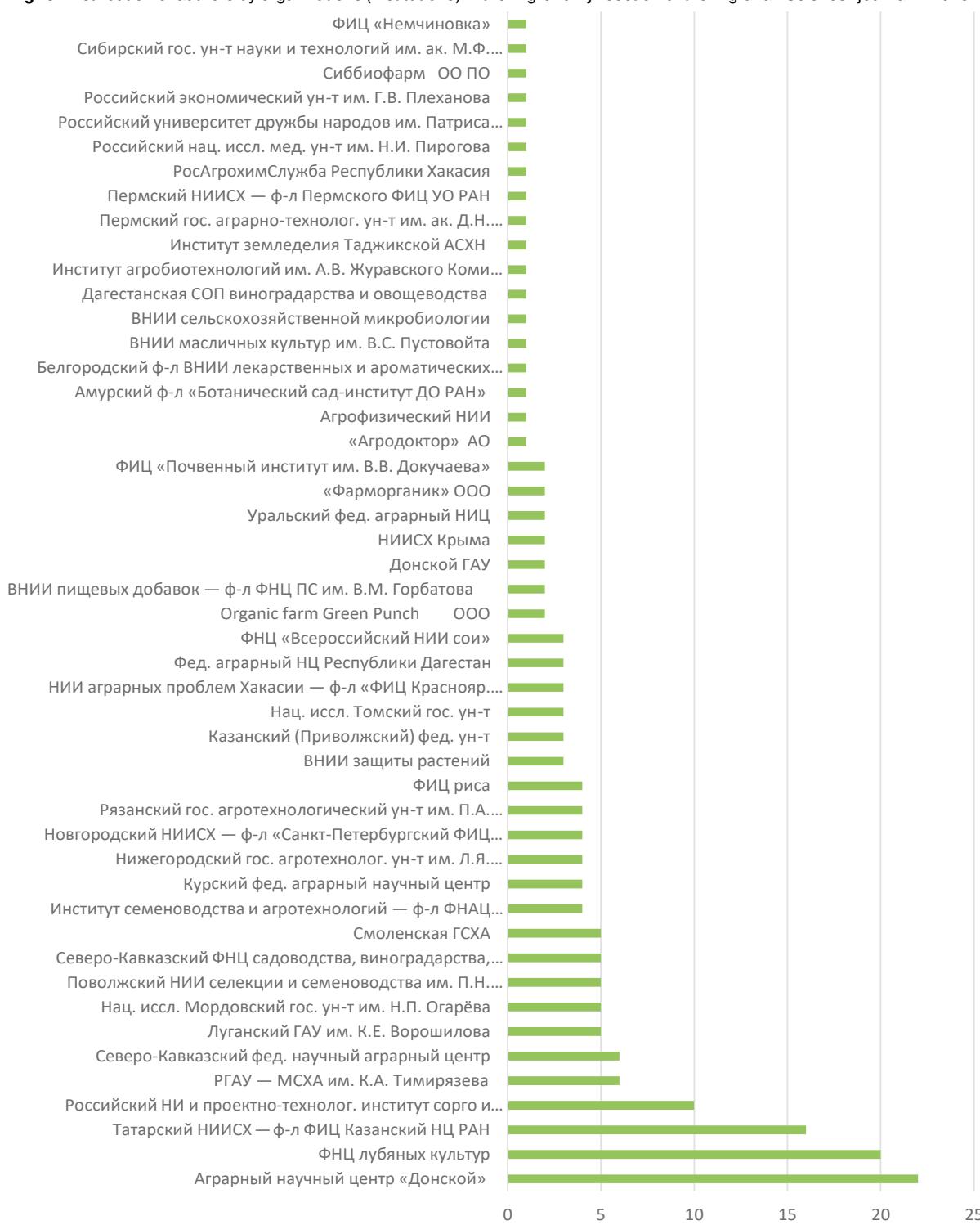
Распределение 183 авторов из 48 организаций и учреждений по разделу «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. представлено на рисунке 6.

Наибольшее количество авторов, опубликовавших исследования, — сотрудники учреждений, таких как:

- ✓ ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”» (г. Зерноград, Ростовская обл., Россия) — 22;
- ✓ ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (г. Тверь, Россия) — 20;
- ✓ Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное

² С учетом возможных нескольких аффилиаций авторов.

Рис. 6. Распределение авторов по организациям (учреждениям) по разделу «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.
Fig. 6. Distribution of authors by organizations (institutions) in the “Agronomy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



структурное подразделение ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр “Казанский научный центр Российской академии наук”» (г. Казань, Россия) — 16.

Рассматривая географическое распределение авторов (с учетом нескольких аффилиаций) по странам, отмечаем, что из 60 опубликованных научных трудов 182 автора из России и только 1 — из Таджикистана (табл. 2).

Географическое распределение авторов (с учетом нескольких аффилиаций) по субъектам Российской Федерации в разделе «Агрономия»

Таблица 2. Международное географическое распределение авторов (с учетом нескольких аффилиаций), опубликовавших научные труды в разделе «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Table 2. International geographical distribution of authors (including several affiliations) who published scientific papers in the “Agronomy” section of the journal “Agrarian Science” in 2025

Страна	Количество	
	авторов	публикаций
Россия	182	59
Таджикистан	1	1

Таблица 3. Географическое распределение авторов по субъектам Российской Федерации, опубликовавших научные труды в разделе «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Table 3. Geographical distribution of authors by constituent entities of the Russian Federation who published scientific papers in the “Agronomy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025

Субъект Российской Федерации	Кол-во авторов	Субъект Российской Федерации	Кол-во авторов
Ростовская обл.	24	Нижегородская обл.	4
Тверская обл.	20	Новгородская обл.	4
Республика Татарстан	19	Республика Дагестан	4
Санкт-Петербург	13	Республика Хакасия	4
Москва	11	Новосибирская обл.	3
Краснодарский край	10	Томская обл.	3
Саратовская обл.	10	Пермский край	2
Рязанская обл.	8	Республика Крым	2
Ставропольский край	6	Свердловская обл.	2
Луганская Народная Республика	5	Архангельская обл.	1
Республика Мордовия	5	Белгородская обл.	1
Самарская обл.	5	Красноярский край	1
Смоленская обл.	5	Московская обл.	1
Амурская обл.	4	Республика Коми	1
Курская обл.	4	Чеченская Республика	1

журнала «Аграрная наука» в 2025 г. представлено в таблице 3.

Наибольшее количество российских авторов (с учетом нескольких аффилиаций), опубликовавших свои исследования, представляют учреждения и организации, юридически зарегистрированные в Ростовской (24) и Тверской (20) областях и Татарстане (19).

В рамках исследования был проведен библиометрический анализ авторского состава, направленный на выявление специфики раздела «Агрономия» журнала «Аграрная наука» через оценку таких формальных показателей, как наличие ученых степеней и научных званий [13–16]. Основную долю публикаций составляют авторы, обладающие степенью кандидата наук (81 автор, или 44%). Данная категория доминирует среди прочих групп авторов (рис. 7). Отмечаем, что в 2025 г. свои исследования в разделе «Агрономия» журнала «Аграрная

Рис. 7. Авторский профиль по ученым степеням и научным званиям в разделе «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 7. Author profile by academic degrees and scientific titles in the “Agronomy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



наука» опубликовали 2 члена Российской академии наук и 22 доктора наук, а также 64 специалиста без научных регалий (научные сотрудники, преподаватели и др.).

Проведенный анализ выявил положительную динамику вовлеченности молодых исследователей (всего 14 человек, или 7,52% от общего числа авторов, включая 2 студентов и 12 аспирантов), что способствует преемственности научных школ и формированию кадрового потенциала.

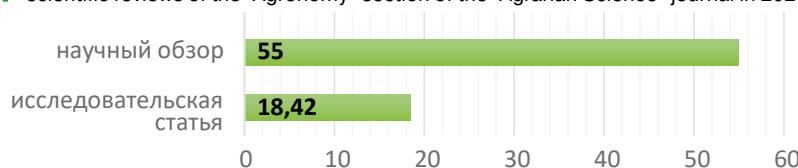
Рис. 8. Источники финансирования научных публикаций по разделу «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 8. Sources of funding for scientific publications in the “Agronomy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Рис. 9. Среднее количество использованных библиографических ссылок в научных публикациях раздела «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 9. Average number of bibliographic references used in scientific articles and scientific reviews of the “Agronomy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Наличие финансирования научных исследований выступает важным стимулом для представления их результатов в высокорейтинговых специализированных научных изданиях журналах [17–20]. 35 опубликованных исследований поддержаны финансовыми ресурсами различного происхождения, что эквивалентно 58,33% от общего массива размещенных научных публикаций в разделе «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. (рис. 8).

Как обязательный элемент работы, список использованной научной литературы служит для подтверждения точности фактов и демонстрации интеграции исследования в академическое поле, а его объем косвенно указывает на глубину проработанности опубликованного материала [21, 22]. 19,03 — среднее количество использованных библиографических ссылок в научных публикациях раздела «Агрономия» журнала «Аграрная наука» в 2025 г., что представлено графически на рисунке 9.

24.09.2025 вышел из печати итоговый дайджест материалов³ по разделу «Агрономия»⁴ журнала «Аграрная наука», который содержит статьи по данному направлению за 2024 г. и 2025 г. в реферативном формате (рис. 10). Это третий тематический дайджест, изданный в 2025 г. Он адресован руководителям агрохолдингов, селекционерам, фермерам, агрономам, овощеводам и садоводам, специалистам по общему земледелию и растениеводству, по семеноводству и биотехнологии растений, виноградарству и лекарственным культурам, а также производителям СЗР, исследователям НИИ, преподавателям и учащимся аграрных вузов и сузов⁴.

Рис. 10. Обложка дайджеста

Fig. 10. Cover of the digest



Дайджест 2024/2025

- Общее земледелие
- Биотехнология растений
- Агрочемоведение, агрехимия
- Растениеводство
- Селекция, семеноводство
- Садоводство, овощеводство

Выводы/Conclusions

Проведенный анализ публикационной активности раздела «Агрономия» журнала «Аграрная наука» за 2025 г. позволил сделать выводы.

✓ Публикационная динамика и структура. Раздел сохранил стабильную публикационную активность, представив 60 научных работ, абсолютное большинство из которых (98,3%) — оригинальные исследовательские статьи.

✓ Характер научной кооперации. Доминирующую моделью научного сотрудничества является интраорганизационная колаборация (90% публикаций), что указывает на сильную внутреннюю научную школу в профильных учреждениях и организациях. Межорганизационные проекты представлены минимально (10%), что определяет потенциал для роста сетевого взаимодействия.

✓ Географический ландшафт. Наблюдается выраженная региональная и институциональная концентрация авторского коллектива. Более 34% авторов аффилированы с тремя ведущими аграрными научными центрами России, такими как Ростовская область, Тверская область, Республика Татарстан. Международное участие авторов является единичным (представлено автором из Таджикистана).

✓ Кадровый потенциал и преемственность. Авторский состав обладает высокой научной квалификацией, о чем свидетельствует значительная доля авторов с учеными степенями (кандидаты наук — 44%). Положительным трендом является вовлеченность молодых исследователей (студентов и аспирантов), что составляет 7,5% от общего числа авторов и способствует научной преемственности.

³ Научные статьи представлены названием и информацией об авторах, ключевыми словами, аннотацией и QR-кодом, ведущим на полный текст статьи в открытом доступе.

⁴ <https://agrarnyanauka.ru/dajdhest-agronomia-2024-2025-g/>

✓ Ресурсное обеспечение науки. Большая часть опубликованных исследований (58,3%) была выполнена за счет грантов и государственных субсидий.

✓ Научная глубина проработки. Достаточно высокий средний показатель библиографических ссылок (19,03 на публикацию) указывает на тщательную работу авторов с научными источниками информации.

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 plagiat. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М.,Ansori A.N.M., Дерхо М.А. Ветеринария: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 8–17. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-8-17>
- Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Горелик О.В., Абдурасулов А.Х. Зоотехния: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 18–26. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-18-26>
- Тодосийчук А.В. Наукометрические показатели в системе оценки результативности науки и научного труда. *Научно-техническая информация. Серия 1: Организация и методика информационной работы*. 2024; (3): 1–7. <https://doi.org/10.36535/0548-0019-2024-03-1>
- Vasudevan B., Chatterjee M., Sharma V., Sahdev R. Indexing of Journals and Indices of Publications. *Indian Journal of Radiology and Imaging*. 2025; 35(S1): S148–S154. <https://doi.org/10.1055/s-0044-1800878>
- Бескаравайная Е.В. Как с водой не выплыть ребенку: о подходах к оценке эффективности. *Научные и технические библиотеки*. 2024; (4): 68–85. <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-4-68-85>
- Чавыкин Ю.И. Оценка российских научных журналов по сельскому хозяйству. *Научные и технические библиотеки*. 2024; (7): 26–39. <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-7-26-39>
- Непочатых А.Ю., Тимофеевская С.А. Библиометрический анализ научных публикаций на веб-сайтах аграрных учреждений высшего и дополнительного образования Российской Федерации. *Аграрная наука*. 2024; (9): 152–159. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-152-159>
- Ермаков А.В. Аналитическая статистика о научных публикациях Казанского федерального университета на Scilit. *Электронные библиотеки*. 2024; 27(6): 878–896. <https://doi.org/10.26907/1562-5419-2024-27-6-878-896>
- Цветкова В.А., Мохнатчева Ю.В. Научная среда и публикационная активность: риски библиометрических оценок. *Культура: теория и практика*. 2020; (2): 11. <https://elibrary.ru/doofor>
- Ткачева О.А., Остапенко Д.К. Современные проблемы и инновационные технологии в агрономии. Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. Сборник IX Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием. Новосибирск: Золотой колос. 2024; 227–230. <https://www.elibrary.ru/orbwrb>
- Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Емельянов А.В., Скрипникова Е.В. Приоритетные направления развития инновационных технологий в земледелии и растениеводстве. Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов. Сборник докладов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук. Курск: Курский федеральный аграрный научный центр. 2024; 400–404. <https://www.elibrary.ru/ykluab>
- Кем А.А., Михальцов Е.М., Шмидт А.Н. Цифровые информационные технологии в растениеводстве через систему точного земледелия. Аграрная наука в реализации доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации. Сборник статей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-летию основания отдела земледелия СибНИИСХ. Омск: Омский аграрный научный центр. 2024; 281–286. <https://www.elibrary.ru/btxaai>
- Маршакова-Шайкевич И.В. Библиометрический анализ научных журналов. Социология науки и технологий. 2014; 5(3): 38–48. <https://www.elibrary.ru/soaskt>

Таким образом, раздел «Агрономия» журнала «Аграрная наука» демонстрирует стабильность, высокие стандарты научной работы и четкую ориентацию на прикладные исследования российских аграрных научных школ, сохраняя потенциал для развития международной и межорганизационной кооперации.

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

- Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Ansori A.N.M., Derkho M.A. Veterinary medicine: an analysis of publications in the journal section for 2025. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 8–17 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-8-17>
- Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Gorelik O.V., Abdurasulov A.H. Animal science: analysis of publications in the journal section for 2025. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 18–26 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-18-26>
- Todosiychuk A.V. Scientometric Indicators in the System of Evaluating Scientific Performance and Work. *Scientific and Technical Information Processing*. 2024; 51(2): 154–160. <https://doi.org/10.3103/S0147688224700084>
- Vasudevan B., Chatterjee M., Sharma V., Sahdev R. Indexing of Journals and Indices of Publications. *Indian Journal of Radiology and Imaging*. 2025; 35(S1): S148–S154. <https://doi.org/10.1055/s-0044-1800878>
- Beskaravainaya E.V. Not to throw the baby out with the bath water: on the approach to assessing research output. *Scientific and Technical Libraries*. 2024; (4): 68–85 (in Russian). <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-4-68-85>
- Chavykin Yu.I. Assessing Russian scientific journals in agriculture. *Scientific and Technical Libraries*. 2024; (7): 26–39 (in Russian). <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-7-26-39>
- Nepochatykh A.Yu., Timofeevskaya S.A. Bibliometric analysis of scientific publications on the websites of agricultural institutions of higher and additional education of the Russian Federation. *Agrarian science*. 2024; (9): 152–159 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-152-159>
- Ermakov A.V. Analytical statistics on scientific publications of the Kazan Federal University on Scilit. *Automatic Documentation and Mathematical Linguistics*. 2024; 58(S6): S343–S351. <https://doi.org/10.3103/S0005105525700438>
- Tsvetkova V.A., Mokhnacheva Yu.V. Scientific environment and publication activity: risks of bibliometric estimates. *Kul'tura: teoriya i praktika*. 2020; (2): 11 (in Russian). <https://elibrary.ru/doofor>
- Tkacheva O.A., Ostapenko D.K. Modern problems and innovative technologies in agronomy. *The role of agricultural science in sustainable development of rural areas. Proceedings of the IX All-Russian (national) scientific conference with international participation*. Novosibirsk: Zolotoy kolos. 2024; 227–230 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/orbwrb>
- Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., Yemelyanov A.V., Skripnikova E.V. Priority areas for the development of innovative technologies in agriculture and crop production. *Problems and prospects of scientific-innovative support of the agro-industrial complex of regions. Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference, devoted to the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences*. Kursk: Federal Agricultural Kursk Research Center. 2024; 400–404 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ykluab>
- Kem A.A., Mikhaltsov E.M., Schmidt A.N. Digital information technology in plant production through the precision agriculture system. *Agricultural science in the implementation of the food security doctrine of the Russian Federation. Collection of articles from the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the founding of the Department of Agriculture of the Siberian Research Institute of Agriculture*. Omsk: Omsk Agrarian Scientific Center. 2024; 281–286 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/btxaai>
- Marshakova-Shaikevich I.V. Bibliometric analyses of scientific journals. *Sociology of Science and Technology*. 2014; 5(3): 38–48 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/soaskt>

14. Образцов И.В., Половнев А.В. В поисках баланса: авторский состав журнала «Социологические исследования» (2014–2023 гг.). *Социологические исследования*. 2024; (7): 146–158.
<https://doi.org/10.31857/S0132162524070139>
15. Kostyrko T.M., Koroleva T.D. Bibliometric analysis of publications of scientists in open access journals as a tool to increase the publishing activity of the university. *University Library at a New Stage of Social Communications Development. Conference Proceedings*. 2021; 108–117.
https://doi.org/10.15802/unilib/2021_248521
16. Баканова Н.Б. Анализ данных публикационной активности для исследования направлений научного сотрудничества организаций. *Научные и технические библиотеки*. 2024; (11): 31–47.
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-11-31-47>
17. Куликовский А.П., Зайцев А.Г., Голиков И.О. Использование методов грантового финансирования проектов АПК в современных условиях. *Вестник аграрной науки*. 2022; (3): 107–113.
<https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.3.107>
18. Сафиуллин М.Р., Гатауллина А.А., Зяббарова А.А. Поддержка науки как фактор репутационного развития стран (на примере России и ряда зарубежных регионов). *Российский экономический журнал*. 2024; (3): 18–37.
<https://www.elibrary.ru/ulagfp>
19. Нечаев В.И., Михайлушкин П.В. Меры государственной поддержки институтов инновационного развития в аграрном секторе экономики России: проблемы и способы контроля. *Экономика сельского хозяйства России*. 2025; (4): 2–13.
<https://doi.org/10.32651/254-2>
20. Рожков И.В., Русин В.Н., Захаренко И.К., Солдатова Н.Ф. К вопросу оценки финансирования научных исследований в области сельского хозяйства за счет бюджетных средств. *Аграрная наука*. 2025; (1): 173–177.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-173-177>
21. Янонис О. О библиографическом методе. *Knigotyra*. 1988; 21(14–2): 101–104.
<https://doi.org/10.15388/knygotyra.1988.36580>
22. Hjørland B. Bibliography (Field of Study). *Knowledge Organization*. 2024; 51(8): 700–711.
<https://doi.org/10.5771/0943-7444-2024-8-700>
14. Obraztsov I.V., Polovnev A.V. In search for a balance: the authorship structure of the journal "Sotsiologicheskie issledovaniya" [Sociological Studies] (2014–2023). *Sociological Studies*. 2024; (7): 146–158 (in Russian).
<https://doi.org/10.31857/S0132162524070139>
15. Kostyrko T.M., Koroleva T.D. Bibliometric analysis of publications of scientists in open access journals as a tool to increase the publishing activity of the university. *University Library at a New Stage of Social Communications Development. Conference Proceedings*. 2021; 108–117.
https://doi.org/10.15802/unilib/2021_248521
16. Bakanova N.B. Analyzing publication activity to explore vectors of institutional scientific cooperation. *Scientific and Technical Libraries*. 2024; (11): 31–47 (in Russian).
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-11-31-47>
17. Kulikovsky A.P., Zaitsev A.G., Golikov I.O. Using methods of grant financing of AIC projects in modern conditions. *Bulletin of agrarian science*. 2022; (3): 107–113 (in Russian).
<https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.3.107>
18. Safiullin M.R., Gataullina A.A., Zyabbarova A.A. Science support as a factor of the countries reputation (example of Russia and foreign regions). *Russian Economic Journal*. 2024; (3): 18–37 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/ulagfp>
19. Nechaev V.I., Mikhailushkin P.V. Measures of state support for innovative development institutions in the agricultural sector of the Russian economy: problems and methods of control. *Economics of Agriculture of Russia*. 2025; (4): 2–13 (in Russian).
<https://doi.org/10.32651/254-2>
20. Rozhkov I.V., Rusin V.N., Zakharenko I.K., Soldatova N.F. On the issue of assessing the financing of scientific research in the field of agriculture at the expense of budgetary funds. *Agrarian science*. 2025; (1): 173–177 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-173-177>
21. Janonis O. The bibliographical method. *Knigotyra*. 1988; 21(14–2): 101–104.
<https://doi.org/10.15388/knygotyra.1988.36580>
22. Hjørland B. Bibliography (Field of Study). *Knowledge Organization*. 2024; 51(8): 700–711.
<https://doi.org/10.5771/0943-7444-2024-8-700>

ОБ АВТОРАХ

Максим Борисович Ребезов^{1,2}

- доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник¹;
- доктор сельскохозяйственных 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

Ярослав Максимович Ребезов⁴

кандидат биологических наук, научный сотрудник сектора прикладной биотехнологии учебно-научной исследовательской лаборатории Химико-технологического института
yaroslavreb@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1121-8139>

Годсвилл Нтсомбох-Нцефонг⁵

доктор философии
ntsomboh.godswill@facsciences-uy1.cm
<https://orcid.org/0000-0002-6876-8847>

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 ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрыбина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Звенигородское шоссе, 5, Москва, 123022, Россия

⁴Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, ул. Большая Санкт-Петербургская, 41, Великий Новгород, 173003, Россия

⁵Университет Яунде I, ПО а/я 812, Яунде, 00100, Камерун

ABOUT THE AUTHORS

Maksim Borisovich Rebezov^{1,2}

- Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher¹;
- Doctor of Agricultural 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

Yaroslav Maksimovich Rebezov⁴

Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Applied Biotechnology Sector of the Educational and Scientific Research Laboratory of the Institute of Chemical Technology
yaroslavreb@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1121-8139>

Godswill Ntsomboh-Ntsefon⁵

Doctor of Philosophy
ntsomboh.godswill@facsciences-uy1.cm
<https://orcid.org/0000-0002-6876-8847>

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

⁴Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, 41 Bolshaya Sankt-Peterburgskaya Str., Veliky Novgorod, 173003, Russia

⁵University of Yaundé I, P.O. Box 812, Yaunde, 00100, Cameroon

УДК: 002.63

Краткое сообщение



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-35-42

М.Б. Ребезов^{1,2}Б.В. Виолин³✉Я.М. Ребезов⁴О.В. Зинина⁵С.А. Аль-Сухайми⁶¹Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия²Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия³Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Москва, Россия⁴Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, Новгород, Россия⁵Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия⁶Город научных исследований и прикладных технологий (SRTA-City), Александрия, Египет

✉ agrovetpress@inbox.ru

Поступила в редакцию: 03.12.2025

Одобрена после рецензирования: 11.12.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

© Ребезов М.Б., Виолин Б.В.,
Ребезов Я.М., Зинина О.В.,
Аль-Сухайми С.А.

Short communications



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-35-42

Maksim B. Rebezov^{1,2}Boris V. Violin³✉Yaroslav M. Rebezov⁴Oksana V. Zinina⁵Sobhy A. El-Sohaimy⁶¹Gorbatov Research Center for Food Systems, Moscow, Russia²Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia³All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology – a branch of the Federal Scientific Centre VIEV, Moscow, Russia⁴Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia⁵South Ural State University, Chelyabinsk, Russia⁶City of Scientific Research and Technology Applications (SRTA-City), Alexandria, Egypt

✉ agrovetpress@inbox.ru

Received by the editorial office: 03.12.2025

Accepted in revised: 11.12.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Zinina O.V., El-Sohaimy S.A.

Агроинженерия и пищевые технологии: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г.

РЕЗЮМЕ

Проведен анализ публикационной активности раздела «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» за 2025 год.

Основные итоги анализа:

1. Состав редколлегии:

- ✓ редакция состоит из 18 экспертов из разных регионов России и 15 — из зарубежных государств.

2. Структура научных публикаций:

- ✓ опубликованы 25 исследовательских статей, 3 научных обзора и 1 краткое сообщение;
- ✓ наибольшее количество авторов (93), опубликовавших научные исследования, аффилированы с образовательными учреждениями;
- ✓ опубликованы 15 публикаций российских интраорганизационных научных коллективов, 11 публикаций межорганизационных научных коллективов, 3 публикации международной научной коллаборации авторов из России, Казахстана, Монголии, Турции;
- ✓ преимущественно (41%) авторами публикаций являются кандидаты наук или международный аналог — PhD;
- ✓ средний показатель используемых библиографических ссылок составляет 31,31 ед. на одну статью, что подтверждает высокую проработанность научных трудов.

3. География авторов:

- ✓ по количеству авторов лидируют следующие регионы России: Москва (55), Ставропольский край (29), Санкт-Петербург (17), Свердловская область (11).

4. Финансирование исследований:

- ✓ 62,07% публикаций были поддержаны грантами и государственными субсидиями.

Ключевые слова: агроинженерия, пищевые технологии, пищевые системы, механизация, электрификация, агроинженерия и пищевые технологии, научометрический анализ, библиометрический анализ, публикационная активность, научный журнал, научная коллаборация, международная интеграция, редакционная политика

Для цитирования: Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Зинина О.В., Аль-Сухайми С.А. Агроинженерия и пищевые технологии: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 35–42.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-35-42>

Agricultural engineering and food technology: Analysis of Publications in the Journal Section for 2025

ABSTRACT

The analysis of the publication activity of the section “Agroengineering and food technologies” of the journal “Agrarian Science” for 2025 has been carried out.

The main results of the analysis: 1. The composition of the Editorial Board:

- ✓ the editorial board consists of 18 experts from different regions of Russia and 15 foreign countries.

2. Structure of scientific publications:

- ✓ 25 research articles, 3 scientific reviews, and 1 short communications were published;
- ✓ the largest number of authors (93) who published scientific research are affiliated with educational institutions;
- ✓ 15 publications by Russian intra-organizational research teams were published; 11 publications by inter-organizational research teams, 3 publications by an international scientific collaboration of authors from Russia, Kazakhstan, Mongolia, and Turkey;
- ✓ predominantly (41%) the authors of publications are candidates of science or the international equivalent — PhD;
- ✓ the average number of bibliographical references used is 31.31 per article, confirming the thoroughness of the scientific works.

3. Author geography:

- ✓ the following regions of Russia lead in the number of authors: Moscow (55), Stavropol Krai (29), St. Petersburg (17), Sverdlovsk Oblast (11).

4. Research funding:

- ✓ 62,07% of the publications were supported by grants and state subsidies.

Key words: agroengineering, food technology, food systems, mechanization, electrification, food products, agricultural engineering and food technology, scientometric analysis, bibliometric analysis, publication activity, scientific journal, scientific collaboration, international integration, editorial policy

For citation: Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Zinina O.V., El-Sohaimy S.A. Agricultural engineering and food technology: Analysis of Publications in the Journal Section for 2025. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 35–42 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-35-42>

Введение/Introduction

Продолжаем цикл публикаций [1–3] по оценке публикационной активности журнала «Аграрная наука» за 2025 год.

Библиометрические показатели служат основой для оценки влияния и статуса научных журналов, предоставляя объективные количественные индикаторы их цитируемости и релевантности [4–6]. Эти стандартизованные метрики являются инструментом для анализа качества научной коммуникации и степени интеграции изданий в глобальное исследовательское пространство [7, 8]. Наукометрия выполняет нормативно-аналитическую функцию в системах научной экспертизы и стратегического планирования [7–9].

Цель исследования — проведение комплексного наукометрического анализа публикационной активности раздела «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» за 2025 год для оценки его текущего состояния, структуры, авторского состава, уровня коллегии и источников финансирования, а также определения его роли как национальной платформы и степени интеграции в глобальное научное пространство.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объект исследования — публикационная активность ежемесячного научного журнала «Аграрная наука».

Предмет исследования — массив данных журнала, представленных в научном разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» за 2025 г.

Материалом для исследования были метаданные научных публикаций. Полученные данные анализировали с применением проблемно-тематического и системного анализа.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Журнал «Аграрная наука» входит в Перечень ВАК¹ по научному направлению «Агроинженерия и пищевые технологии»:

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Соответствие публикаций раздела «Агроинженерия и пищевые технологии» международным стандартам обеспечивается за счет деятельности редакционной коллегии, которая проводит научную экспертизу, управляет процессом рецензирования и определяет стратегические направления журнала.

Члены редакколлегии раздела «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука»: 18 экспертов из Российской Федерации, 15 — из иностранных государств (табл. 1).

Таблица 1. Распределение членов редакционной коллегии раздела «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» по странам
Table 1. Distribution of members of the editorial board of the “Agricultural engineering and food technology” section of the “Agrarian Science” journal by country

Страна	Кол-во членов редакколлегии
Россия	18
Египет	3
Казахстан	2
Малайзия	2
Азербайджан	1
Бразилия	1
Индия	1
Маврикий	1
Пакистан	1
Румыния	1
Тунис	1
Турция	1

Системообразующая роль научного направления «Агроинженерия и пищевые технологии» в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивости АПК [10–14] реализуется через разработку комплексных решений для ключевых этапов производственной цепочки. К ним относятся создание высокоеффективной сельскохозяйственной техники и роботизированных систем, проектирование энергоэффективных производств, а также разработка новых методов переработки, хранения и упаковки, обеспечивающих качество и безопасность пищевой продукции.

В разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 году изданы 29 научных публикаций.

Распределение публикаций (исследовательские статьи, научные обзоры и краткие сообщения) по номерам журнала в 2025 г. представлено на рисунке 1.

¹ Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (по состоянию на 25.11.2025).

Рис. 1. Распределение публикаций по номерам (томам) и типам научной продукции в разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 1. Distribution of publications in the “Agricultural engineering and food technology” section by issues of the “Agrarian Science” journal in 2025



Всего опубликованы 25 исследовательских статей, 3 научных обзора и 1 краткое сообщение. Процентное соотношение количества опубликованных исследований в 2025 г. по данному разделу представлено на рисунке 2.

В 2025 году на русском языке опубликованы 27 научных работ в данном разделе журнала, а на английском — 2 (рис. 3).

Распределение научных публикаций по количеству соавторов в одной публикации за 2025 г. представлено на рисунке 4.

В 51,72% опубликованных научных трудов изучаемого раздела журнала — по 5 или 6 соавторов. Отмечаем, что максимальное количество (9 соавторов) было только в одной публикации, или 3,44%, из 29 ед. научной продукции.

134 автора из 33 научных и образовательных учреждений и других организаций опубликовали свои научные исследования в разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» в 12 номерах ежемесячного журнала «Аграрная наука» в 2025 г. Наибольшее количество авторов (93, или 58%), опубликовавших научные исследования в 2025 г. на страницах изучаемого раздела журнала, аффилированы² с образовательными учреждениями.

Процентное соотношение авторов² научных публикаций по профилю деятельности организации представлено на рисунке 5.

Стабильные интраорганизационные научные коллективы формируют основу исследовательского потенциала, обеспечивая преемственность и углубленную разработку направлений. Международное сотрудничество (коллaborация) служит механизмом глобальной верификации знаний, их диверсификации и усиления научного влияния. Синтез этих двух моделей представляет собой оптимальную стратегию для генерации конкурентоспособных научных исследований, обладающих академической и практической ценностью [1–3, 15].

Рис. 2. Процентное соотношение количества опубликованных исследовательских статей, научных обзоров и кратких сообщений в разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 2. Percentage of published research articles, scientific reviews, and short communications in the “Agricultural engineering and food technology” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Рис. 3. Процентное соотношение количества опубликованных научных работ на русском и английском языках в разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 3. Percentage of published scientific papers in Russian and English in the “Agricultural engineering and food technology” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



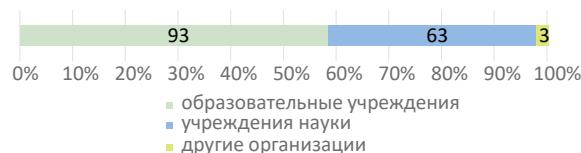
Рис. 4. Распределение научных публикаций по количеству соавторов в разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 4. Distribution of scientific publications by the number of co-authors in the “Agricultural engineering and food technology” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Рис. 5. Процентное соотношение авторов² научных публикаций по профилю деятельности организации в разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 5. Percentage of authors² of scientific publications by the organization’s profile in the “Agricultural engineering and food technology” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



²С учетом возможных нескольких аффилиаций авторов (Taking into account possible multiple affiliations of authors).

В разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. опубликованы 15 статей российских интраорганизационных научных коллективов, 11 публикаций межорганизационных научных коллективов. Отмечаем, что в этой группе научной коллaborации опубликовали труды исследователи из России (90,9%) и зарубежные (из Казахстана) (9,1%), а также 3 публикации международной научной колаборации авторов из России, Казахстана, Монголии, Турции (рис. 6).

Итоговое распределение 134 авторов из 33 организаций и учреждений, а с учетом нескольких аффилиаций 368 по разделу «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. представлено на рисунке 7.

Рис. 6. Количество публикаций по типам научных коллективов в разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 6. Number of publications by types of research teams in the «Agricultural engineering and food technology» section of the «Agrarian Science» journal in 2025



Рис. 7. Распределение авторов по организациям (учреждениям) по разделу «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 7. Distribution of authors by organizations (institutions) in the “Agricultural engineering and food technology” section of the “Agrarian Science” journal in 2025

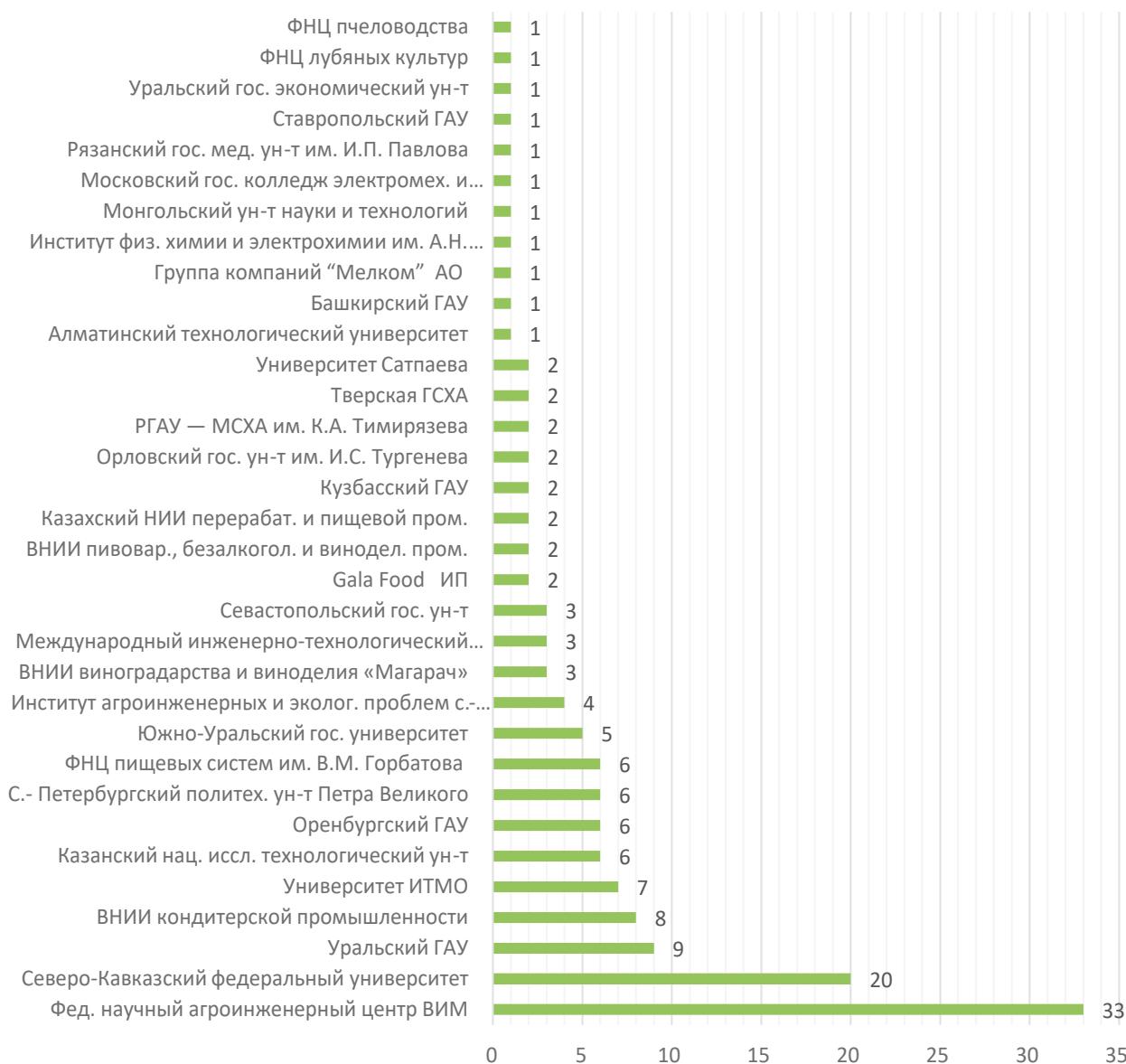


Таблица 2. Международное географическое распределение авторов с учетом нескольких аффилиаций, опубликовавших научные труды в разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Table 2. International geographic distribution of authors, taking into account multiple affiliations, who published scientific papers in the “Agricultural engineering and food technology” section of the “Agrarian Science” journal in 2025

Страна	Количество	
	авторов	публикаций
Россия	124	28
Казахстан	8	2
Монголия	1	1
Турция	1	1

Наибольшее количество авторов, опубликовавших исследования, являются сотрудниками таких учреждений, как:

- ✓ Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ РАН (г. Москва, Россия) — 33;
- ✓ ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (г. Ставрополь, Россия) — 20.

Интересно географическое распределение авторов с учетом нескольких аффилиаций по странам (табл. 2) и субъектам Российской Федерации (табл. 3) в разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Авторы из России, опубликовавшие исследования в изучаемом разделе журнала, составляют 92,54% от общего количества ученых, из Казахстана — 5,97%, Монголии и Турции — по 0,75% соответственно. Наибольшее количество авторов с учетом нескольких аффилиаций, опубликовавших свои исследования, представляют учреждения и организации, юридически зарегистрированные в Москве (55), Ставропольском крае (29), Санкт-Петербурге (17) и Свердловской области (11).

Библиометрический анализ научных журналов предусматривает изучение авторской структуры издания [16–18] по наличию ученых степеней и научных званий, позволяет выявить специфику состава исследователей, активно участвующих в формировании научного содержания раздела «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука».

Результаты исследования показывают, что среди авторов публикаций преобладают исследователи с ученой степенью кандидата наук (аналог PhD), которые составляют 41% от общего числа ($n = 55$). Данная группа является наиболее многочисленной по сравнению с другими категориями (рис. 8).

В исследуемой выборке за 2025 г. в разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» представлены работы 2 академиков РАН, 32 докторов наук и 35 авторов без

Таблица 3. Географическое распределение авторов² по субъектам Российской Федерации, опубликовавших научные труды в разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Table 3. Geographical distribution of authors² by constituent entities of the Russian Federation who published scientific papers in the “Agricultural engineering and food technology” section of the “Agrarian Science” journal in 2025

Субъект Российской Федерации	Кол-во авторов
Москва	55
Ставропольский край	29
Санкт-Петербург	17
Свердловская обл.	11
Челябинская обл.	7
Оренбургская обл.	6
Республика Крым	6
Республика Татарстан	6
Тверская обл.	4
Кемеровская обл.	2
Орловская обл.	2
Рязанская обл.	2
Республика Башкортостан	1

Рис. 8. Авторский профиль по ученым степеням и научным званиям в разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 8. Author profile by academic degrees and scientific titles in the “Agricultural engineering and food technology” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



ученых степеней (научных сотрудников, преподавателей). Кроме того, отмечается положительная динамика вовлеченности молодых ученых — студентов (1) и аспирантов (9), совокупно составляющих 7,46% авторов. Эта тенденция способствует академической преемственности и формированию научного кадрового потенциала.

Финансирование научных исследований является ключевым фактором мотивации ученых к публикации результатов в высокорейтинговых научных изданиях [19–22]. Грантовые механизмы, предоставляемые научными фондами, позволяют осуществлять проекты, не ориентированные

на непосредственную коммерческую отдачу, обеспечивая свободу научного поиска и ориентацию на получение значимых инновационных результатов.

18 опубликованных исследований поддержаны финансовыми ресурсами различного происхождения, что эквивалентно 62,07% от общего массива размещенных научных публикаций в разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» (рис. 9).

Библиографический список является существенным элементом научной работы, выполняющим источникопедическую и верификационную функции [23]. Объем и характер цитирования отражают степень проработанности темы и интеграции исследования в академический дискурс.

31,31 — среднее количество использованных библиографических ссылок в научных публикациях раздела «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. Анализ выявил значительный рост количества цитируемых источников в публикациях 2025 г. по сравнению с периодом 2020–2024 гг., что указывает на расширение теоретической базы и повышение качества исследований в данной области.

Среднее количество использованных библиографических ссылок в исследовательских статьях, научных обзорах и кратких сообщениях представлено графически на рисунке 10.

Выводы/Conclusions

Проведенный анализ публикационной активности раздела «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» за 2025 год позволяет сформулировать следующие основные выводы:

- ✓ международный состав редколлегии (18 экспертов из России и 15 — из зарубежных стран) обеспечивает высокий уровень научной экспертизы и соответствует принципам интернационализации издания;
- ✓ структура публикаций отражает ориентацию на оригинальные исследования (25 статей), дополненные аналитическими обзорами (3) и оперативными сообщениями (1). Подавляющее большинство работ (93,1%) опубликованы на русском языке, что указывает на первостепенную ориентацию издания на российское научное сообщество;
- ✓ авторский состав представлен преимущественно исследователями из образовательных учреждений (58%). Наблюдается доминирование авторов с ученой степенью кандидата наук и PhD

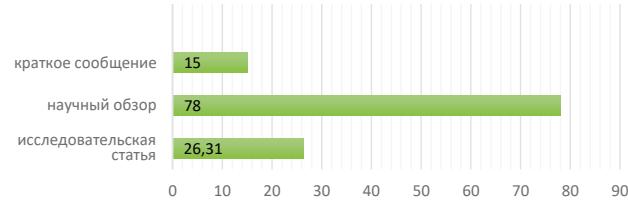
Рис. 9. Источники финансирования научных публикаций по разделу «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 9. Sources of funding for scientific publications in the “Agricultural engineering and food technology” section of the “Agrarian Science” journal in 2025.



Рис. 10. Среднее количество использованных библиографических ссылок в научных публикациях раздела «Агроинженерия и пищевые технологии» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 10. Average number of bibliographic references used in scientific articles and scientific reviews of the “Agricultural engineering and food technology” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



(41%), что свидетельствует о высокой квалификации авторов. Вовлечение молодых ученых (7,46%) способствует академической преемственности;

- ✓ научное сотрудничество характеризуется сочетанием внутриорганизационных (15), межорганизационных (11) и международных (3) публикаций коллективов, что демонстрирует как развитие стабильных научных школ, так и интеграцию в глобальное исследовательское пространство;
- ✓ финансирование исследований выступает значимым драйвером публикационной активности: 62,07% работ выполнены при поддержке грантов и государственных субсидий;
- ✓ библиографический анализ подтверждает глубину проработки тем: среднее количество ссылок на статью составило 31,31. Выявленный рост данного показателя по сравнению с предыдущим пятилетним периодом указывает на расширение теоретической базы и повышение качества исследований.

Таким образом, рассматриваемый раздел журнала «Аграрная наука» успешно выполняет функции платформы для распространения значимых результатов в области агроинженерии и пищевых технологий.

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 plagiarism. 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., Ребезов Я.М.,Ansori A.N.M., Дерхо М.А. Ветеринария: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 8–17.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-8-17>
2. Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Горелик О.В., Абдурасулов А.Х. Зоотехния: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 18–26.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-18-26>
3. Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Нтсомбох-Нцефонг Г. Агрономия: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 27–34.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-27-34>
4. Тодосиичук А.В. Наукометрические показатели в системе оценки результативности науки и научного труда. *Научно-техническая информация. Серия 1: Организация и методика информационной работы*. 2024; (3): 1–7.
<https://doi.org/10.36535/0548-0019-2024-03-1>
5. Vasudevan B., Chatterjee M., Sharma V., Sahdev R. Indexing of Journals and Indices of Publications. *Indian Journal of Radiology and Imaging*. 2025; 35(S1): S148–S154.
<https://doi.org/10.1055/s-0044-1800878>
6. Бескаравайная Е.В. Как с водой не выплеснуть ребенка: о подходах к оценке эффективности. *Научные и технические библиотеки*. 2024; (4): 68–85.
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-4-68-85>
7. Чавыкин Ю.И. Оценка российских научных журналов по сельскому хозяйству. *Научные и технические библиотеки*. 2024; (7): 26–39.
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-7-26-39>
8. Ермаков А.В. Аналитическая статистика о научных публикациях Казанского федерального университета на Scilit. *Электронные библиотеки*. 2024; 27(6): 878–896.
<https://doi.org/10.26907/1562-5419-2024-27-6-878-896>
9. Цветкова В.А., Мокнacheva Ю.В. Научная среда и публикационная активность: риски библиометрических оценок. *Культура: теория и практика*. 2020; (2): 11.
<https://elibrary.ru/doofr>
10. Мажигова Е.М., Ильясова К.Х., Хасуева С.Р. Агропромышленный комплекс России: современное состояние, проблемы, перспективы развития. *Социально-экономическое развитие России: проблемы, тенденции, перспективы. Сборник научных статей XXIII Международной научно-практической конференции*. Курск: Университетская книга. 2024; 261–264.
<https://www.elibrary.ru/wgobw>
11. Малев Н.А. Мехатроника — новое направление современной науки и техники. *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2024; (7–7): 90–99.
<https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.07.07.010>
12. Остапенко К.П. Система контроля качества на пищевых предприятиях и цифровизация АПК как улучшение деятельности производства. *Актуальные исследования молодых ученых: результаты и перспективы. Материалы научно-практической конференции молодых ученых, посвященной Дню российской науки*. Благовещенск: Дальневосточный ГАУ. 2024; 415–419.
<https://www.elibrary.ru/ktcgwe>
13. Кузьменко А.А., Третьякова Н.В. Актуальные проблемы и перспективы агрогенеральных исследований. *Экология речных ландшафтов. Сборник статей по материалам VIII Международной научной экологической конференции*. Краснодар: КубГАУ. 2024; 176–181.
<https://www.elibrary.ru/xxnumto>
14. Жданова В.А. Инновационные технологии переработки сельскохозяйственной продукции. *Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства. Сборник статей X Международной научно-практической конференции*. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет. 2025; 50–54.
<https://www.elibrary.ru/wjzbpy>
15. Баканова Н.Б. Анализ данных публикационной активности для исследования направлений научного сотрудничества организаций. *Научные и технические библиотеки*. 2024; (11): 31–47.
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-11-31-47>
16. Маршакова-Шайкевич И.В. Библиометрический анализ научных журналов. *Социология науки и технологий*. 2014; 5(3): 38–48.
<https://www.elibrary.ru/soaskt>

REFERENCES

1. Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Ansori A.N.M., Derkho M.A. Veterinary medicine: an analysis of publications in the journal section for 2025. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 8–17 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-8-17>
2. Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Gorelik O.V., Abdurasulov A.H. Animal science: analysis of publications in the journal section for 2025. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 18–26 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-18-26>
3. Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Ntsomboh-Ntsefong G. Agronomy: analysis of publications in the journal section for 2025. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 27–34 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-27-34>
4. Todosiychuk A.V. Scientometric Indicators in the System of Evaluating Scientific Performance and Work. *Scientific and Technical Information Processing*. 2024; 51(2): 154–160.
<https://doi.org/10.3103/S0147688224700084>
5. Vasudevan B., Chatterjee M., Sharma V., Sahdev R. Indexing of Journals and Indices of Publications. *Indian Journal of Radiology and Imaging*. 2025; 35(S1): S148–S154.
<https://doi.org/10.1055/s-0044-1800878>
6. Beskaraivainaya E.V. Not to throw the baby out with the bath water: on the approach to assessing research output. *Scientific and Technical Libraries*. 2024; (4): 68–85 (in Russian).
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-4-68-85>
7. Chavykin Yu.I. Assessing Russian scientific journals in agriculture. *Scientific and Technical Libraries*. 2024; (7): 26–39 (in Russian).
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-7-26-39>
8. Ermakov A.V. Analytical Statistics on Scientific Publications of the Kazan Federal University on Scilit. *Automatic Documentation and Mathematical Linguistics*. 2024; 58(S6): S343–S351.
<https://doi.org/10.3103/S0005105525700438>
9. Tsvetkova V.A., Mokhnacheva Yu.V. Scientific environment and publication activity: risks of bibliometric estimates. *Kul'tura: teoriya i praktika*. 2020; (2): 11 (in Russian).
<https://elibrary.ru/doofr>
10. Mazhigova E.M., Ilyasova K.Kh., Hasueva S.R. The current state of research on the mechanism of formation of the agro-industrial complex. *Socio-economic development of Russia: problems, trends, prospects. Collection of scientific articles of the XXIII International scientific and practical conference*. Kursk: Universitetskaya kniga. 2024; 261–264 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/wgobw>
11. Malev N.A. Mechatronics — a new direction of modern science and technology. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2024; (7–7): 90–99 (in Russian).
<https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.07.07.010>
12. Ostapenko K.P. Quality control system at food enterprises and digitalization of the agroindustrial complex as an improvement in production activities. *Current research by young scientists: results and prospects. Proceedings of the scientific and practical conference of young scientists dedicated to Russian Science Day*. Blagoveshchensk: Far Eastern State Agrarian University. 2024; 415–419 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/ktcgwe>
13. Kuzmenko A.A., Tretyakova N.V. Current problems and prospects of agroengineering research. *Ecology of river landscapes. Collection of articles based on the VIII International scientific environmental conference*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University. 2024; 176–181 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/xxnumto>
14. Zhdanova V.A. Innovative technologies for processing agricultural products. *Resource-saving technologies and technical means for crop and livestock production. Collection of articles from the X International scientific and practical conference*. Penza: Penza State Agrarian University. 2025; 50–54 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/wjzbpy>
15. Bakanova N.B. Analyzing publication activity to explore vectors of institutional scientific cooperation. *Scientific and Technical Libraries*. 2024; (11): 31–47 (in Russian).
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-11-31-47>
16. Marshakova-Shaikevich I.V. Bibliometric analyses of scientific journals. *Sociology of Science and Technology*. 2014; 5(3): 38–48 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/soaskt>

17. Образцов И.В., Половнев А.В. В поисках баланса: авторский состав журнала «Социологические исследования» (2014–2023 гг.). *Социологические исследования*. 2024; (7): 146–158.
<https://doi.org/10.31857/S0132162524070139>
18. Kostyrko T.M., Korolova T.D. Bibliometric analysis of publications of scientists in Open Access journals as a tool to increase the publishing activity of the university. *University Library at a New Stage of Social Communications Development. Conference Proceedings*. 2021; (6): 108–117.
https://doi.org/10.15802/unilib/2021_248521
19. Куликовский А.П., Зайцев А.Г., Голиков И.О. Использование методов грантового финансирования проектов АПК в современных условиях. *Вестник аграрной науки*. 2022; (3): 107–113.
<https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.3.107>
20. Сафиуллин М.Р., Гатауллина А.А., Зяббарова А.А. Поддержка науки как фактор репутационного развития стран (на примере России и ряда зарубежных регионов). *Российский экономический журнал*. 2024; (3): 18–37.
<https://www.elibrary.ru/ulagfp>
21. Нечаев В.И., Михайлушкин П.В. Меры государственной поддержки институтов инновационного развития в аграрном секторе экономики России: проблемы и способы контроля. *Экономика сельского хозяйства России*. 2025; (4): 2–13.
<https://doi.org/10.32651/254-2>
22. Рожков И.В., Русин В.Н., Захаренко И.К., Солдатова Н.Ф. К вопросу оценки финансирования научных исследований в области сельского хозяйства за счет бюджетных средств. *Аграрная наука*. 2025; (1): 173–177.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-173-177>
23. Янонис О. О библиографическом методе. *Книготура*. 1988; 21(14–2): 101–104.
<https://doi.org/10.15388/knygutra.1988.36580>

ОБ АВТОРАХ

Максим Борисович Ребезов^{1,2}

- доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник¹;
- доктор сельскохозяйственных 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

Ярослав Максимович Ребезов⁴

кандидат биологических наук, научный сотрудник сектора прикладной биотехнологии учебно-научной исследовательской лаборатории Химико-технологического института
yaroslavreb@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1121-8139>

Оксана Владимировна Зинина⁵

доктор технических наук, доцент кафедры пищевых и биотехнологий
zininaov@susu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4817-1645>

Собхи Ахмед Азаб Аль-Сухайми⁶

доктор философии, профессор
selsohaimy@srtacity.sci.eг
<https://orcid.org/0000-0002-1657-5162>

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 ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Звенигородское шоссе, 5, Москва, 123022, Россия

⁴Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, ул. Большая Санкт-Петербургская, 41, Великий Новгород, 173003, Россия

⁵Южно-Уральский государственный университет, пр-т им. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Россия

⁶Город научных исследований и технологических приложений, Нью-Борг-Эль-Араб, Александрия, 21934, Египет

17. Obraztsov I.V., Polovnev A.V. In search for a balance: the authorship structure of the journal "Sotsiologicheskie issledovaniya" [Sociological Studies] (2014–2023). *Sociological Studies*. 2024; (7): 146–158 (in Russian).
<https://doi.org/10.31857/S0132162524070139>

18. Kostyrko T.M., Korolova T.D. Bibliometric analysis of publications of scientists in Open Access journals as a tool to increase the publishing activity of the university. *University Library at a New Stage of Social Communications Development. Conference Proceedings*. 2021; (6): 108–117.
https://doi.org/10.15802/unilib/2021_248521

19. Kulikovsky A.P., Zaitsev A.G., Golikov I.O. Using methods of grant financing of AIC projects in modern conditions. *Bulletin of agrarian science*. 2022; (3): 107–113 (in Russian).
<https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.3.107>

20. Saifiullin M.R., Gataullina A.A., Zyabbarova A.A. Science support as a factor of the countries reputation (example of Russia and foreign regions). *Russian Economic Journal*. 2024; (3): 18–37 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/ulagfp>

21. Nechaev V.I., Mikhailushkin P.V. Measures of state support for innovative development institutions in the agricultural sector of the Russian economy: problems and methods of control. *Economics of Agriculture of Russia*. 2025; (4): 2–13 (in Russian).
<https://doi.org/10.32651/254-2>

22. Rozhkov I.V., Rusin V.N., Zakharenko I.K., Soldatova N.F. On the issue of assessing the financing of scientific research in the field of agriculture at the expense of budgetary funds. *Agrarian science*. 2025; (1): 173–177 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-173-177>

23. Janonis O. The bibliographical method. *Книготура*. 1988; 21(14–2): 101–104 (in Russian).
<https://doi.org/10.15388/knygutra.1988.36580>

ABOUT THE AUTHORS

Maksim Borisovich Rebezov^{1,2}

- Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher¹;
- Doctor of Agricultural 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

Yaroslav Maksimovich Rebezov⁴

Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Applied Biotechnology Sector of the Educational and Scientific Research Laboratory of the Institute of Chemical Technology
yaroslavreb@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1121-8139>

Oksana Vladimirovna Zinina⁵

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology
zininaov@susu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4817-1645>

Sobhy Ahmed Azab El-Sohaimy⁶

Doctor of Philosophy, Professor
selsohaimy@srtacity.sci.eг
<https://orcid.org/0000-0002-1657-5162>

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

⁴Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, 41 Bolshaya Sankt-Peterburgskaya Str., Veliky Novgorod, 173003, Russia

⁵South Ural State University, 76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia

⁶City of Scientific Research and Technological Applications, New Borg El Arab, Alexandria Governorate, 21934, Egypt

УДК: 002.63

Краткое сообщение



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-43-50

М.Б. Ребезов^{1,2}**Б.В. Виолин³✉****Я.М. Ребезов⁴****И.В. Пенькова⁵**¹*Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия*²*Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия*³*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 Российской академии наук», Москва, Россия*⁴*Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, Новгород, Россия*⁵*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия*

✉ agrovetpress@inbox.ru

Поступила в редакцию: 03.12.2025

Одобрена после рецензирования: 11.12.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

© Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Пенькова И.В.

Short communications



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-43-50

Maksim B. Rebezov^{1,2}**Boris V. Violin³✉****Yaroslav M. Rebezov⁴****Inessa V. Penkova⁵**¹*Gorbatov Research Center for Food Systems, Moscow, Russia*²*Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia*³*All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology – a branch of the Federal Scientific Centre VIEV, Moscow, Russia*⁴*Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia*⁵*Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia*

✉ agrovetpress@inbox.ru

Received by the editorial office: 03.12.2025

Accepted in revised: 11.12.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Penkova I.V.

Региональная и отраслевая экономика: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г.

РЕЗЮМЕ

Проведен анализ публикационной активности раздела «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» за 2025 год.

Основные итоги анализа:

- Состав редколлегии: редакция состоит из 8 экспертов из разных регионов России и 3 – из зарубежных государств.
- Структура научных публикаций:
 - ✓ опубликованы 9 исследовательских статей и 7 кратких сообщений,
 - ✓ наибольшее количество авторов (39), опубликовавших научные исследования, аффилированы с образовательными учреждениями,
 - ✓ 14 публикаций российских интраорганизационных научных коллективов и 2 – межорганизационных научных российских коллективов,
 - ✓ преимущественно (56%) авторами публикаций являются кандидаты наук,
 - ✓ средний показатель используемых библиографических ссылок составляет 14,94 на одну статью, что подтверждает высокую проработанность научных трудов.
- География авторов: по количеству лидируют следующие регионы России: Москва – 30, Владимирская область – 7.
- Финансирование исследований: 37,5% публикаций были поддержаны государственными субсидиями.

Ключевые слова: научометрический анализ, библиометрический анализ, публикационная активность, «Аграрная наука», сельскохозяйственная экономика, научный журнал, региональная экономика, отраслевая экономика, научная коммуникация

Для цитирования: Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Пенькова И.В. Региональная и отраслевая экономика: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 43–50.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-43-50>

Regional and sectoral economy: analysis of publications by journal section for 2025

ABSTRACT

An analysis of the publication activity of the “Regional and sectoral economics” section of the “Agrarian Science” journal for 2025 was conducted.

Key findings:

- The editorial board consists of 8 experts from different regions of Russia and 3 from foreign countries.
- Structure of scientific publications:
 - ✓ 9 research articles and 7 short communications were published,
 - ✓ the largest number of authors (39) who have published scientific research are affiliated with educational institutions,
 - ✓ 14 publications of Russian intra-organizational research teams and 2 publications of inter-organizational scientific Russian teams, mostly (56%) the authors of the publications are candidates of sciences, the average number of bibliographic references used is 14.94 per article, confirming the high level of detail in the scientific papers.
- Geography of authors: the following regions of Russia are in the lead in terms of the number of authors: Moscow – 30, Vladimir region – 7.
- Research funding: 37.5% of publications were supported by government subsidies.

Key words: scientometric analysis, bibliometric analysis, publication activity, “Agricultural Science”, agricultural economics, scientific journal, regional economics, sectoral economics, scientific communication

For citation: Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Penkova I.V. Regional and sectoral economics: analysis of publications in the journal section for 2025. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 43–50 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-43-50>

Введение/Introduction

Продолжаем цикл публикаций [1–4] по оценке публикационной активности журнала «Аграрная наука» за 2025 год.

Библиометрические показатели служат основой для оценки влияния и статуса научных журналов, предоставляя объективные количественные индикаторы их цитируемости и релевантности [5–7]. Эти стандартизированные метрики являются инструментом для анализа качества научной коммуникации и степени интеграции изданий в глобальное исследовательское пространство [8, 9]. Наукометрия выполняет нормативно-аналитическую функцию в системах научной экспертизы и стратегического планирования [8–10].

Цель — проведение комплексного научометрического анализа публикационной активности раздела «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» за 2025 год для оценки его текущего состояния, выявления структурных характеристик, сильных сторон и «зон роста», а также формулирования стратегических рекомендаций по повышению его научной значимости и интеграции в международное исследовательское пространство.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объект исследования — публикационная активность ежемесячного научного журнала «Аграрная наука».

Предмет исследования — массив данных журнала, представленных в научном разделе «Региональная и отраслевая экономика» за 2025 г.

Материалом для исследования были метаданные научных публикаций. Полученные данные анализировали с применением проблемно-тематического и системного анализа.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Соответствие публикаций раздела «Региональная и отраслевая экономика» международным стандартам обеспечивается редакционной коллегией через научную экспертизу, рецензирование и стратегическое планирование.

Члены редакционной коллегии раздела «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука»: 8 экспертов из Российской Федерации, 3 — из иностранных государств (табл. 1).

Направление «Региональная и отраслевая экономика» выполняет системообразующую функцию для АПК, обеспечивая научный синтез пространственного (регионального) и структурного (отраслевого) анализа. Это позволяет выявлять диспропорции, оценивать кластерный потенциал и формировать научно обоснованную аграрную политику [11–15].

Таблица 1. Распределение членов редакционной коллегии раздела «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» по странам

Table 1. Distribution of members of the editorial board of the “Regional and sectoral economy” section of the “Agrarian Science” journal by country

Страна	Кол-во членов редакколлегии
Россия	8
Казахстан	2
Беларусь	1

В разделе «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» в 2025 году опубликованы 16 научных работ.

Распределение публикаций (исследовательские статьи, научные обзоры и краткие сообщения) по номерам журнала в 2025 г. представлено на рисунке 1.

Всего опубликованы 9 исследовательских статей и 7 кратких сообщений. Процентное соотношение количества опубликованных исследований в 2025 г. по данному разделу представлено на рисунке 2.

На русском языке опубликованы все научные работы в данном разделе журнала.

Рис. 1. Распределение публикаций по номерам (томам) и типам научной продукции в разделе «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 1. Distribution of publications in the “Agricultural engineering and food technology” section by issues of the “Agrarian Science” journal in 2025



Рис. 2. Процентное соотношение количества опубликованных исследовательских статей и кратких сообщений в разделе «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 2. Percentage of the number of published research articles and short reports in the “Regional and Sectoral Economics” section of the journal “Agrarian Science” in 2025



Распределение научных публикаций по количеству соавторов в одной публикации за 2025 г. представлено на рисунке 3.

В 37,50% опубликованных научных трудов изучаемого раздела журнала было по одному автору. Отмечаем, что максимальное количество соавторов (7) было только в одной публикации, или 6,25% из 16 единиц научной продукции.

42 автора из 13 научных и образовательных учреждений опубликовали свои научные исследования в разделе «Региональная и отраслевая экономика» в шести номерах ежемесячного журнала «Аграрная наука» в 2025 г. Наибольшее количество авторов — 39, или 94%, опубликовавших научные исследования в 2025 г. на страницах изучаемого раздела журнала аффилированы¹ с образовательными учреждениями.

Процентное соотношение авторов научных публикаций по профилю деятельности организации представлено на рисунке 4.

Стабильные научные школы внутри организаций (интраорганизационные научные коллективы) формируют основу исследовательского потенциала, обеспечивая преемственность и накопление компетенций. Межорганизационная коллaborация служит драйвером синергии, верификации знаний и генерации междисциплинарных решений, что в совокупности формирует устойчивую инновационную экосистему [1–3, 16].

В разделе «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. опубликованы 14 статей российских интраорганизационных научных коллективов и 2 — межорганизационных российских научных коллективов (рис. 5).

Рис. 3. Распределение научных публикаций по количеству соавторов в разделе «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» в 2025 году

Fig. 3. Distribution of scientific publications by the number of co-authors in the “Regional and sectoral economy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Рис. 4. Процентное соотношение авторов научных публикаций по профилю деятельности организации¹ в разделе «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 4. Percentage of authors of scientific publications by the organization's profile¹ in the “Regional and sectoral economy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Рис. 5. Количество публикаций по типам научных коллективов в разделе «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 5. Number of publications by types of research teams in the “Regional and sectoral economy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Рис. 6. Распределение авторов по организациям (учреждениям) по разделу «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 6. Distribution of authors by organizations (institutions) in the “Regional and sectoral economy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Итоговое распределение 42 авторов² из 13 организаций и учреждений по разделу «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» в 2025 г. представлено на рисунке 6.

¹ С учетом возможных нескольких аффилиаций авторов.

² С учетом нескольких аффилиаций.

Наибольшее количество авторов (14), опубликовавших исследования, являются сотрудниками Финансового университета при Правительстве Российской Федерации (г. Москва, Россия).

Интересно географическое распределение авторов с учетом нескольких аффилиаций по субъектам Российской Федерации (табл. 2) в разделе «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Наибольшее количество авторов с учетом нескольких аффилиаций, опубликовавших свои исследования, представляют учреждения и организации, юридически зарегистрированные: в Москве — 30, Владимирской области — 7.

Библиометрический анализ научных журналов предусматривает изучение авторской структуры издания [17–19] по наличию ученых степеней и научных званий, позволяет выявить специфику состава исследователей, активно участвующих в формировании научного содержания раздела «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука».

Результаты исследования показывают, что среди авторов публикаций преобладают исследователи с ученой степенью кандидата наук, которые составляют 56% от общего числа ($n = 23$). Данная группа является наиболее многочисленной по сравнению с другими категориями (рис. 7).

В исследуемой выборке за 2025 г. в разделе «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» представлены работы 1 академика РАН, 12 докторов наук и 5 авторов без ученых степеней (научных сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов).

Механизмы грантовой поддержки, обеспечивая свободу научного поиска, являются ключевым условием для проведения фундаментальных исследований и последующей публикации их результатов в ведущих журналах [20–23].

6 опубликованных исследований поддержаны государственными субсидиями, что эквивалентно 37,5% от общего количества размещенных научных публикаций в изучаемом разделе (рис. 8).

Библиографический список, выполняющий источниковедческую и верификационную функции [24], служит индикатором глубины проработки темы и степени интеграции исследования в академический дискурс.

14,94 — среднее количество использованных библиографических ссылок в научных публикациях раздела «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Среднее количество использованных библиографических ссылок в исследовательских статьях, научных обзорах и кратких сообщениях представлено графически на рисунке 9.

В 2025 году в журнале «Аграрная наука» дополнительно (на непостоянной основе) введены рубрики «От редактора», «Цифровизация», «Агроэкосистемы», «Подготовка кадров».

Таблица 2. Географическое распределение авторов по субъектам Российской Федерации, опубликовавших научные труды в разделе «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Table 2. Geographical distribution of authors by constituent entities of the Russian Federation who published scientific papers in the “Regional and sectoral economy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025

Субъект Российской Федерации	Кол-во авторов
Москва	30
Владimirская обл.	7
Краснодарский край	2
Донецкая Народная Республика	1
Нижегородская обл.	1
Санкт-Петербург	1
Чувашская Республика	1

Рис. 7. Авторский профиль по ученым степеням и научным званиям в разделе «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 7. Author profile by academic degrees and scientific titles in the “Regional and sectoral economy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Рис. 8. Источники финансирования научных публикаций по разделу «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 8. Sources of funding for scientific publications in the “Regional and sectoral economy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025



Рис. 9. Среднее количество использованных библиографических ссылок в научных публикациях раздела «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» в 2025 г.

Fig. 9. Average number of bibliographic references used in scientific articles and scientific reviews of the “Regional and sectoral economy” section of the “Agrarian Science” journal in 2025

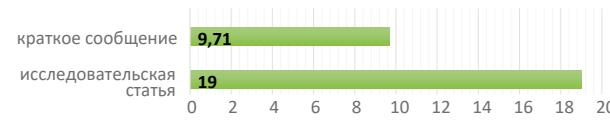


Таблица 3. Общее количество публикаций в журнале по дополнительным рубрикам
Table 3. Total number of publications in the journal by additional headings

Рубрика	Количество публикаций за 2025 г.	Среднее количество	
		авторов в одной публикации	библиографических ссылок в одной публикации
От редактора	9	2,5	8,78
Цифровизация	21	1,5	10,19
Агроэкосистемы	1	3,0	13,00
Подготовка кадров	1	2,0	21,00

Таблица 4. Распределение авторов по организациям (учреждениям) по дополнительным разделам журнала
Table 4. Distribution of authors by organizations (institutions) in additional sections of the journal

Рубрика журнала	Наименование организации	Кол-во авторов
От редактора	ВНИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии	9
	Уральский ГАУ	9
	ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова	9
	Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого	2
Цифровизация	Финансовый ун-т при Правительстве РФ	11
	Мелитопольский гос. ун-т	5
	Санкт-Петербургский политех. ун-т Петра Великого	4
	Центральная научная с.-х. библиотека	2
	Московский гос. психолого-педагогический ун-т	1
Агроэкосистемы	НИУ «МИЭТ»	1
	ФНЦ психологических и междисциплинарных исследований	1
	Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе	3
Подготовка кадров	ФНЦ психологических и междисциплинарных исследований	1
	МГУ им. М.В. Ломоносова	1

Кратко рассмотрим научометрические показатели журнала по данным рубрикам (табл. 3–6).

Результаты проведенного научометрического анализа предоставляют редакции и редколлегии журнала «Аграрная наука» систематизированные данные, которые могут служить эмпирической основой для формирования взвешенной стратегии развития издания в преддверии его 70-летия.

Анализ публикационной активности, авторского состава, географии исследований и библиографических показателей позволяет выявить текущие тенденции, сильные стороны и зоны по-

Таблица 5. Авторский профиль по ученым степеням и научным званиям в дополнительных разделах журнала
Table 5. Author profile by academic degrees and scientific titles in additional sections of the journal

Рубрика журнала	Доктор наук, профессор	Кандидат наук, доцент	Специалист, научный сотрудник, преподаватель, ассистент	Аспирант
От редактора	9	11	–	–
Цифровизация	4	18	2	1
Агроэкосистемы	1	3	–	–
Подготовка кадров	–	2	–	–

Таблица 6. Географическое распределение авторов по субъектам Российской Федерации в дополнительных разделах журнала

Table 6. Geographic distribution of authors by constituent entities of the Russian Federation in supplementary journal sections

Субъект Российской Федерации	Кол-во авторов
Москва	36
Свердловская обл.	9
Запорожская обл.	5
Санкт-Петербург	4
Новосибирская обл.	3
Новгородская обл.	2

тенциального роста. Это создает предпосылки для разработки целевых редакционных политик и программ, направленных на укрепление позиций журнала как значимой платформы для публикации научных результатов в области аграрных наук.

Выходы/Conclusions

Анализ публикационной активности раздела «Региональная и отраслевая экономика» журнала «Аграрная наука» за 2025 г. свидетельствует о его функционировании как специализированной национальной площадки, ориентированной преимущественно на российское научное сообщество. Положительным аспектом является высокая доля публикаций, подготовленных авторами с учеными степенями (кандидаты наук — 56%), а также доминирование исследований, выполненных в образовательных учреждениях (94% авторов).

Вместе с тем для повышения научной значимости, цитируемости и интеграции раздела в международное исследовательское пространство необходимо решение ряда задач:

Усиление интернационализации. Состав редколлегии (8 российских и 3 зарубежных эксперта) и полное отсутствие публикаций на английском языке ограничивают глобальную видимость.

Необходимо целенаправленно привлекать зарубежных ученых в качестве авторов, рецензентов и членов редколлегии, а также ввести практику публикации материалов на английском языке.

Диверсификация типов публикаций. Полное отсутствие научных обзоров в анализируемом периоде сужает функциональность раздела. Стимулирование подготовки аналитических обзоров по актуальным проблемам региональной и отраслевой экономики АПК позволит усилить его роль как источника глобальных знаний.

Развитие научной коллаборации. Публикационная активность характеризуется крайне низким уровнем межорганизационного (2 работы) и полным отсутствием международного сотрудничества. Формирование международных исследовательских коллабораций

является условием для повышения методологического уровня исследований и их международного признания.

Повышение глубины научного анализа. Средний показатель (14,94) библиографических ссылок на публикацию является недостаточным для экономических исследований, что указывает на ограниченный анализ литературы и достаточно слабую интеграцию в мировой академический дискурс. Требуется работа по повышению стандартов цитирования и теоретической проработанности представляемых материалов.

Таким образом, дальнейшее развитие раздела должно быть направлено на преодоление изолированности, структурное обогащение публикаций и активное включение в глобальные научные сети.

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 plagiat. 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., Ребезов Я.М.,Ansori A.N.M., Дерхо М.А. Ветеринария: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 8–17.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-8-17>
2. Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Горелик О.В., Абдурасулов А.Х. Зоотехния: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 18–26.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-18-26>
3. Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Нтсомбох-Нцефонг Г. Агрономия: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 27–34.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-27-34>
4. Ребезов М.Б., Виолин Б.В., Ребезов Я.М., Зинина О.В., Аль-Сухайми С.А. Агронженерия и пищевые технологии: анализ публикаций по разделу журнала за 2025 г. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 35–42.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-35-42>
5. Тодосийчук А.В. Наукометрические показатели в системе оценки результативности науки и научного труда. *Научно-техническая информация. Серия 1: Организация и методика информационной работы*. 2024; (3): 1–7.
<https://doi.org/10.36535/0548-0019-2024-03-1>
6. Vasudevan B., Chatterjee M., Sharma V., Sahdev R. Indexing of Journals and Indices of Publications. *Indian Journal of Radiology and Imaging*. 2025; 35(S1): S148–S154.
<https://doi.org/10.1055/s-0044-1800878>
7. Бескаравайная Е.В. Как с водой не выплыть ребенка. О подходах к оценке эффективности. *Научные и технические библиотеки*. 2024; (4): 68–85.
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-4-68-85>
8. Чавыкин Ю.И. Оценка российских научных журналов по сельскому хозяйству. *Научные и технические библиотеки*. 2024; (7): 26–39.
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-7-26-39>
9. Ермаков А.В. Аналитическая статистика о научных публикациях Казанского федерального университета на Scilit. *Электронные библиотеки*. 2024; 27(6): 878–896.
<https://doi.org/10.26907/1562-5419-2024-27-6-878-896>
10. Цветкова В.А., Мохнатчева Ю.В. Научная среда и публикационная активность: риски библиометрических оценок. *Культура: теория и практика*. 2020; (2): 11.
<https://elibrary.ru/doofr>

REFERENCES

1. Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Ansori A.N.M., Derkho M.A. Veterinary medicine: an analysis of publications in the journal section for 2025. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 8–17 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-8-17>
2. Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Gorelik O.V., Abdurasulov A.H. Animal science: analysis of publications in the journal section for 2025. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 18–26 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-18-26>
3. Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Ntsomboh-Ntsefong G. Agronomy: analysis of publications in the journal section for 2025. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 27–34 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-27-34>
4. Rebezov M.B., Violin B.V., Rebezov Ya.M., Zinina O.V., El-Sohaimy S.A. Agricultural engineering and food technology: Analysis of Publications in the Journal Section for 2025. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 35–42 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-35-42>
5. Todosiychuk A.V. Scientometric Indicators in the System of Evaluating Scientific Performance and Work. *Scientific and Technical Information Processing*. 2024; 51(2): 154–160.
<https://doi.org/10.3103/S0147688224700084>
6. Vasudevan B., Chatterjee M., Sharma V., Sahdev R. Indexing of Journals and Indices of Publications. *Indian Journal of Radiology and Imaging*. 2025; 35(S1): S148–S154.
<https://doi.org/10.1055/s-0044-1800878>
7. Beskaravainaya E.V. Not to throw the baby out with the bath water. On the approach to assessing research output. *Scientific and Technical Libraries*. 2024; (4): 68–85 (in Russian).
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-4-68-85>
8. Chavykin Yu.I. Assessing Russian scientific journals in agriculture. *Scientific and Technical Libraries*. 2024; (7): 26–39 (in Russian).
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-7-26-39>
9. Ermakov A.V. Analytical Statistics on Scientific Publications of the Kazan Federal University on Scilit. *Automatic Documentation and Mathematical Linguistics*. 2024; 58(56): S343–S351.
<https://doi.org/10.3103/S0005105525700438>
10. Tsvetkova V.A., Mokhnacheva Yu.V. Scientific environment and publication activity: risks of bibliometric estimates. *Kul'tura: teoriya i praktika*. 2020; (2): 11 (in Russian).
<https://elibrary.ru/doofr>

11. Полянская Н.М., Найданова Э.Б., Барлуков А.М., Брыкова С.С. Агропродовольственная система региона: сущность, структура и социально-экономическое значение. *Экономический вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления*. 2024; (1): 22–31.
<https://elibrary.ru/vlcliz>
12. Алтухов А.И. Приоритетные направления пространственного развития сельского хозяйства России. *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2025; 27(3): 143–153.
<https://www.elibrary.ru/utulfk>
13. Задворнева Е.П., Шмидт Ю.И., Солдатова Л.И. Концепция биоэкономики как составляющая аграрной политики в новых экономических условиях. *Экономика и предпринимательство*. 2025; (5): 415–420.
<https://doi.org/10.34925/EIP.2025.178.5.068>
14. Паска І., Баташок С., Герасименко І., Хахула Б., Хахула Л. Формування операційного середовища для споживачів інноваційної сільськогосподарської продукції. *Економічний аналіз*. 2024; 34(4): 105–112.
<https://doi.org/10.35774/econa2024.04.105>
15. Арзуманян М.С. Методика оценки потенциала развития АПК макрорегиона. *Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития. Сборник XI Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию кафедры электротехники в Омском сельскохозяйственном институте им. С.М. Кирова (Технического сервиса, механики и электротехники) ФГБОУ ВО «Омский ГАУ»*. Омск: Омский ГАУ. 2024; 415–419.
<https://elibrary.ru/lzgjkt>
16. Баканова Н.Б. Анализ данных публикационной активности для исследования направлений научного сотрудничества организаций. *Научные и технические библиотеки*. 2024; (11): 31–47.
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-11-31-47>
17. Маршакова-Шайкевич И.В. Библиометрический анализ научных журналов. *Социология науки и технологий*. 2014; 5(3): 38–48.
<https://www.elibrary.ru/soaskt>
18. Образцов И.В., Половнев А.В. В поисках баланса: авторский состав журнала «Социологические исследования» (2014–2023). *Социологические исследования*. 2024; (7): 146–158.
<https://doi.org/10.31857/S0132162524070139>
19. Kostyrko T.M., Koroleva T.D. Bibliometric analysis of publications of scientists in open access journals as a tool to increase the publishing activity of the university. *University Library at a New Stage of Social Communications Development. Conference Proceedings*. 2021; 108–117.
https://doi.org/10.15802/unilib/2021_248521
20. Куликовский А.П., Зайцев А.Г., Голиков И.О. Использование методов грантового финансирования проектов АПК в современных условиях. *Вестник аграрной науки*. 2022; (3): 107–113.
<https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.3.107>
21. Сафиуллин М.Р., Гатауллина А.А., Зяббарова А.А. Поддержка науки как фактор репутационного развития стран (на примере России и ряда зарубежных регионов). *Российский экономический журнал*. 2024; (3): 18–37.
<https://www.elibrary.ru/ulagfp>
22. Нечаев В.И., Михайлушкин П.В. Меры государственной поддержки институтов инновационного развития в аграрном секторе экономики России: проблемы и способы контроля. *Экономика сельского хозяйства России*. 2025; (4): 2–13.
<https://doi.org/10.32651/254-2>
23. Рожков И.В., Русин В.Н., Захаренко И.К., Солдатова Н.Ф. К вопросу оценки финансирования научных исследований в области сельского хозяйства за счет бюджетных средств. *Аграрная наука*. 2025; (1): 173–177.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-173-177>
24. Janonis O. The bibliographical method. *Knygotyra*. 2024; 21(14–2): 101–104.
<https://doi.org/10.15388/knygotyra.1988.36580>
11. Polyanskaya N.M., Naydanova E.B., Barlukov A.M., Brykova S.S. Agrifood system of the region: essence, structure and social and economic significance. *Ekonomicheskiy vestnik Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologiy i upravleniya*. 2024; (1): 22–31 (in Russian).
<https://elibrary.ru/vlcliz>
12. Altukhov A.I. Priority directions for spatial development of agriculture in Russia. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025; 27(3): 143–153 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/utulfk>
13. Zadvorneva E.P., Schmidt Yu.I., Soldatova L.I. The concept of bioeconomics as a component of agricultural policy in the new economic conditions. *Journal of Economy and entrepreneurship*. 2025; (5): 415–420 (in Russian).
<https://doi.org/10.34925/EIP.2025.178.5.068>
14. Paska I., Batazhok S., Herasimenko I., Khakhula B., Khakhula L. Formation of the operating environment for consumers of innovative agricultural products. *Economic Analysis*. 2024; 34(4): 105–112 (in Ukrainian)
<https://doi.org/10.35774/econa2024.04.105>
15. Arzumanyan M.S. Methodology for assessing the potential of the agro-industrial complex of the macreregion. *Scientific and technical support for the agro-industrial complex, status, and development prospects. Collection of the XI International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of the Department of Electrical Engineering at the Omsk Agricultural Institute named after S.M. Kirov (Technical Service, Mechanics and Electrical Engineering)* Omsk State Agrarian University. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin. 2024; 415–419 (in Russian).
<https://elibrary.ru/lzgjkt>
16. Bakanova N.B. Analyzing publication activity to explore vectors of institutional scientific cooperation. *Scientific and Technical Libraries*. 2024; (11): 31–47 (in Russian).
<https://doi.org/10.33186/1027-3689-2024-11-31-47>
17. Marshakova-Shaikevich I.V. Bibliometric analyses of scientific journals. *Sociology of Science and Technology*. 2014; 5(3): 38–48 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/soaskt>
18. Obraztsov I.V., Polovnev A.V. In search for a balance: the authorship structure of the journal "Sotsiologicheskie issledovaniya" [Sociological Studies] (2014–2023). *Sociological Studies*. 2024; (7): 146–158 (in Russian).
<https://doi.org/10.31857/S0132162524070139>
19. Kostyrko T.M., Koroleva T.D. Bibliometric analysis of publications of scientists in open access journals as a tool to increase the publishing activity of the university. *University Library at a New Stage of Social Communications Development. Conference Proceedings*. 2021; 108–117.
https://doi.org/10.15802/unilib/2021_248521
20. Kulikovsky A.P., Zaitsev A.G., Golikov I.O. Using methods of grant financing of AIC projects in modern conditions. *Bulletin of agrarian science*. 2022; (3): 107–113 (in Russian).
<https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.3.107>
21. Safiullin M.R., Gataullina A.A., Zyabbarova A.A. Science support as a factor of the countries reputation (example of Russia and foreign regions). *Russian Economic Journal*. 2024; (3): 18–37 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/ulagfp>
22. Nechaev V.I., Mikhailushkin P.V. Measures of state support for innovative development institutions in the agricultural sector of the Russian economy: problems and methods of control. *Economics of Agriculture of Russia*. 2025; (4): 2–13 (in Russian).
<https://doi.org/10.32651/254-2>
23. Rozhkov I.V., Rusin V.N., Zakharenko I.K., Soldatova N.F. On the issue of assessing the financing of scientific research in the field of agriculture at the expense of budgetary funds. *Agrarian science*. 2025; (1): 173–177 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-390-01-173-177>
24. Janonis O. The bibliographical method. *Knygotyra*. 2024; 21(14–2): 101–104.
<https://doi.org/10.15388/knygotyra.1988.36580>

ОБ АВТОРАХ**Максим Борисович Ребезов^{1,2}**

- доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник¹;
- доктор сельскохозяйственных 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

Ярослав Максимович Ребезов⁴

кандидат биологических наук, научный сотрудник сектора прикладной биотехнологии учебно-научной исследовательской лаборатории Химико-технологического института
yaroslavreb@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1121-8139>

Инесса Вячеславовна Пенькова⁵

доктор экономических наук, профессор
panacea_inessa@mail.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 ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Звенигородское шоссе, 5, Москва, 123022, Россия

⁴Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, ул. Большая Санкт-Петербургская, 41, Великий Новгород, 173003, Россия

⁵Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Политехническая ул., 29, Санкт-Петербург, 195251, Россия

ABOUT THE AUTHORS**Maksim Borisovich Rebezov^{1,2}**

- Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher¹;
- Doctor of Agricultural 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

Yaroslav Maksimovich Rebezov⁴

Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Applied Biotechnology Sector of the Educational and Scientific Research Laboratory of the Institute of Chemical Technology
yaroslavreb@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1121-8139>

Inessa Vyacheslavovna Penkova⁵

Doctor of Economics, Professor
panacea_inessa@mail.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

⁴Yaroslav-the-Wise Novgorod State University,
41 Bolshaya Sankt-Peterburgskaya Str., Veliky Novgorod,
173003, Russia

⁵Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
29 Politekhnicheskaya Str., St. Petersburg, 195251, Russia

УДК 645.2.022.21.054.676.22/.28.03

Научный обзор



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-51-61

Е.А. Йылдырым^{1, 2}**В.А. Филиппова^{1, 2}****К.А. Соколова^{1, 2}****Е.А. Корочкина³****Е.Ю. Финагеев³****М.А. Шубина³**

¹Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Пушкин, Санкт-Петербург, Россия

²ООО «БИОТРОФ+», Санкт-Петербург, Россия

³Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Россия

✉ deniz@biotrof.ru

Поступила в редакцию: 05.08.2025

Одобрена после рецензирования: 11.12.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

© Йылдырым Е.А., Филиппова В.А., Соколова К.А., Корочкина Е.А., Финагеев Е.Ю., Шубина М.А.

review



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-51-61

Elena A. Yildirim^{1, 2}**Valentina A. Filippova^{1, 2}****Ksenya A. Sokolova^{1, 2}****Elena A. Korochkina³****Evgeny Yu. Finageev³****Maria A. Shubina³**

¹Saint Petersburg State Agrarian University, Pushkin, Saint Petersburg, Russia

²“BIOTROF” Ltd, Saint Petersburg, Russia

³Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg, Russia

✉ deniz@biotrof.ru

Received by the editorial office: 05.08.2025

Accepted in revised: 11.12.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Yildirim E.A., Filippova V.A., Sokolova K.A., Korochkina E.A., Finageev E.Yu., Shubina M.A.

Микробиом семенной жидкости *Bos taurus*: таксономическое разнообразие, влияние на fertильность и потенциал пробиотической модуляции

РЕЗЮМЕ

Актуальность исследования микробиома спермы быков обусловлена высокой значимостью воспроизводства в животноводстве, проблемами контаминации семени патогенами и необходимостью повышения эффективности искусственного осеменения. Представлен обзор таксономических групп микроорганизмов, присутствующих в семенной жидкости быков-производителей. В обзоре освещены причины низкой исследованности микробиоты семени быков, сфокусировано внимание на преимуществах современных молекулярных технологий, таких как секвенирование 16S rРНК, позволяющих точнее определить спектр микроорганизмов и исследовать их роль в репродуктивной системе. Отмечено разнообразие микробиоты, включающей филумы *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria* и *Fusobacteria*, представители которых, по всей вероятности, способны оказывать разнообразное влияние на качество семени и fertильность. Доказано, что, несмотря на установленное влияние микробиома репродуктивной системы на fertильность и качество спермы, подтвержденное исследованиями на людях и других видах продуктивных животных, на сегодняшний день отсутствуют специальные научные публикации, детально рассматривающие роль микробиома семени именно у быков и его влияние на соответствующие репродуктивные показатели. В обзоре рассмотрены внешние факторы, влияющие на состав микробиома, такие как кормление, сезон года и условия содержания животных. Сделан вывод, что использование пробиотиков в кормлении быков-производителей является перспективным направлением и экологически безопасным способом оптимизации микробиоты и улучшения репродуктивной функции, повышающий качество семени и fertильность и снижающий потребность в антибиотиках.

Ключевые слова: семенная жидкость, микробиота, быки-производители, fertильность, пробиотики, NGS-секвенирование, 16S rРНК, высеяны на питательные среды

Для цитирования: Йылдырым Е.А., Филиппова В.А., Соколова К.А., Корочкина Е.А., Финагеев Е.Ю., Шубина М.А. Микробиом семенной жидкости *Bos taurus*: таксономическое разнообразие, влияние на fertильность и потенциал пробиотической модуляции. Аграрная наука. 2026; 402(01): 51–61.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-51-61>

Semen liquid microbiome of *Bos taurus*: taxonomic diversity, impact on fertility, and potential for probiotic modulation

ABSTRACT

The relevance of studying the microbiome of bull semen is due to the high importance of reproduction in animal husbandry, the problems of semen contamination with pathogens, and the need to improve the efficiency of artificial insemination. This review provides an overview of the taxonomic groups of microorganisms present in the seminal fluid of bulls. The review highlights the reasons for the limited research on the microbiota of bull semen and focuses on the advantages of modern molecular technologies, such as 16S rRNA sequencing, which allow for a more accurate determination of the microbial spectrum and their role in the reproductive system. The microbiota is diverse, including the phyla *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria*, and *Fusobacteria*, which are likely to have a variety of effects on seed quality and fertility. It has been proven that despite the established influence of the reproductive system microbiome on fertility and sperm quality, which has been confirmed by studies on humans and other species of productive animals, there are currently no specific scientific publications that examine in detail the role of the seminal microbiome in bulls and its impact on relevant reproductive indicators. This review explores the external factors that influence the composition of the microbiome, such as feeding, season, and animal management practices. It was concluded that the use of probiotics in the feeding of bulls is a promising and environmentally friendly way to optimize the microbiota and improve reproductive function, increasing the quality of semen and fertility and reducing the need for antibiotics.

Key words: seminal fluid, microbiota, bulls, fertility, probiotics, NGS-sequencing, 16S rRNA, culture media

For citation: Yildirim E.A., Filippova V.A., Sokolova K.A., Korochkina E.A., Finageev E.Yu., Shubina M.A. Semen liquid microbiome of *Bos taurus*: taxonomic diversity, impact on fertility, and potential for probiotic modulation. Agrarian science. 2026; 402(01): 51–61 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-51-61>

Введение/Introduction

Высокая экономическая значимость животноводства, обусловленная необходимостью обеспечения продовольственной безопасности, требует постоянного совершенствования технологий воспроизводства. Качество семени быков, как ключевой фактор успешного искусственного осеменения, напрямую влияет на продуктивность и генетический потенциал стада [1].

Искусственное осеменение (ИО) — наиболее распространенная вспомогательная репродуктивная технология, позволяющая эффективно использовать генетический потенциал ценных самцов для селекционного улучшения стада [2]. Однако одним из критических факторов, негативно влияющих на результативность ИО, является контаминация семенной жидкости патогенными микроорганизмами, что в конечном счете приводит к снижению fertильности [3].

С целью сохранения оплодотворяющей способности спермы в течение длительного периода времени в разбавители добавляют антимикробные препараты. Тем не менее результаты предыдущих исследований свидетельствуют, что антимикробные компоненты, входящие в состав сред для криоконсервации, не всегда обеспечивают полную инактивацию всех микроорганизмов-контаминаントв.

D. Zampieri и соавт. [4] выявили наличие микроорганизмов (*Citrobacter freundii*, *Enterobacter spp.*, (например, *kobei*, *asburiae*, *hormaechei*), *Stenotrophomonas maltophilia*, *Enterococcus faecium* и *Candida parapsilosis*) в разбавленной сперме с содержанием антибиотиков. То есть многие патогенные микроорганизмы устойчивы к антибиотикам, добавляемым в разбавители спермы для скота.

Исследование A.A. Reda и соавт. [5] показало, что гентамицин, тилозин, спектиномуцин и линкомицин не подавляли рост бактерий в семенной жидкости быков. Продемонстрировано, что хранение спермы в течение пяти дней в присутствии антибиотиков может приводить к увеличению численности определенных таксонов бактерий, что коррелирует со снижением подвижности сперматозоидов [6].

С другой стороны, в контексте растущего понимания сложной роли микробиома в различных физиологических процессах, включая репродуктивную функцию [7], изучение микробного сообщества semenников у быков приобретает особую актуальность. Растущий интерес к микробиому различных экосистем — от кишечника до кожи — обусловлен его доказанным влиянием на здоровье хозяина. Репродуктивный тракт не является исключением, и его микробиом всё больше рассматривается как важный фактор, влияющий на fertильность и общее состояние организма.

В связи с этим детальное изучение микробиома семени быков является важным шагом к оптимизации репродуктивных технологий и повышению эффективности скотоводства. Систематизация

и анализ современных знаний о микробиоме semenников быков представляют собой актуальную задачу, результаты которой могут быть использованы для разработки новых стратегий улучшения качества семени, повышения эффективности искусственного осеменения и обеспечения здоровья потомства.

Данный обзор направлен на обобщение и критический анализ современных исследований в области микробиома semenников быков, что позволит выявить перспективные направления для дальнейших исследований и разработки практических приложений в животноводстве, в частности применения пробиотических кормовых добавок.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Настоящий обзор основан на анализе научной литературы, доступной в международных базах данных, таких как PubMed, Scopus, Web of Science и других. Использовали российские базы данных eLibrary и CyberLeninka. Поиск проводили по ключевым словам на английском и русском языках: «семенная жидкость», «микробиом», «бык», *Bos taurus*, «фertильность», «пробиотики», «NGS- секвенирование», 16S rРНК, «высевы на питательные среды».

Глубина поиска охватывает период последних 15 лет — начиная с 2010 года. Такой выбор временного диапазона объясняется стремительным развитием методов анализа микробиома с помощью молекулярно-генетических методов и возрастающим интересом научного сообщества к проблемам fertильности животных в условиях современного животноводства.

Рассматривали как фундаментальные теоретические работы, так и прикладные исследования, направленные на разработку практических рекомендаций для производителей. Приоритет отдавали публикациям, представляющим оригинальные эмпирические данные, аналитические обзоры и метаанализы. Предпочтение отдавали работам, использующим современные технологии молекулярно-биологического анализа, такие как секвенирование 16S rРНК, позволяющие подробно охарактеризовать микробиоту семенной жидкости. Учитывали публикации, содержащие достоверные статистические оценки и подтверждающие результаты многократными повторениями экспериментов. Включали исследования, предлагающие практические рекомендации для управления процессом воспроизводства крупного рогатого скота.

По результатам первичного отбора был проведен дополнительный отбор публикаций, исключивших дублирование результатов и устаревшие или неполные исследования. Таким образом, сформирована выборка публикаций, отражающая современное научное представление о микробиоме семенной жидкости *Bos taurus* и перспективах его модификации с использованием пробиотиков.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Основные таксономические группы микроорганизмов, обнаруженных в семенниках быков

До недавнего времени выделение и идентификацию бактерий в семенной жидкости быков проводили только в тех случаях, когда присутствовали клинические признаки репродуктивного заболевания или когда качество семени конкретного быка снижалось в течение длительного периода времени [8]. Существуют множество причин, по которым не проводились широкие исследования семенной микробиоты здоровых быков или поиск возможных связей между микробиотой спермы и ее качеством. Прежде всего, как уже было сказано, согласно национальным и международным нормам (EUR-Lex, Директива Совета от 14 июня 1988 года № 88/407/EEC¹) в разбавители спермы добавляются антибиотики. Ранее считалось, что антибиотики эффективно подавляют рост и размножение бактерий, тем не менее современные исследования показывают, что некоторые виды микроорганизмов способны проявлять устойчивость к таким препаратам [9]. Это обстоятельство вызывает необходимость переосмысления подхода к контролю бактериальной микробиоты семенной жидкости, поскольку наличие резистентных штаммов может негативно сказываться на качестве спермы и, соответственно, фертильности быков.

Другая важная причина недостаточного внимания к изучению микробиоты семенной жидкости связана с техническими трудностями традиционных методик выделения и идентификации бактерий. Культивирование микроорганизмов требует значительных временных затрат, кроме того, далеко не все представители микробиоты поддаются культивированию стандартными лабораторными методами. Это существенно ограничивает возможности исследователей, оставляя вне поля зрения значительное число потенциально значимых микроорганизмов, присутствующих в семенной жидкости быков [10].

Однако ситуация начала меняться благодаря развитию современных молекулярных технологий, среди которых особое значение приобрело секвенирование ДНК, в частности последовательностей гена 16S rPHK. Этот метод позволяет точно идентифицировать микроорганизмы даже тогда, когда традиционные методы культивации оказываются неэффективными. Традиционные методики выявления микроорганизмов указывали на присутствие в семенной жидкости таких микроорганизмов, как *Corinebacterium*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Escherichia coli*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Streptococcus*, *Citrobacter*, *Enterobacter* и *Stenotrophomonas* [5].

Благодаря использованию секвенирования была значительно расширена база знаний о

составе и разнообразии микробиоты семенников и эякулята быков и других сельскохозяйственных животных, включая выявление новых видов бактерий [11]. В ряде научных работ исследован состав микробиома слизистой оболочки препуция быков [12], микробиоты семени [13], а также связь микробиоты с характеристиками качества семенной жидкости [14] и успешностью процесса оплодотворения [15].

Микробиом семенной жидкости характеризуется видоспецифическим составом, отличным от микробиоты кишечника и влагалища. Метагеномный анализ спермы быков выявил преобладание следующих филумов: *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria* и *Fusobacteria* [16]. Каждый из этих филумов представлен гетерогенным набором родов и видов, который может потенциально оказывать дифференцированное воздействие на качество спермы, фертильность и общее репродуктивное здоровье быков-производителей. В частности, *Proteobacteria*, будучи наиболее многочисленным и таксономически разнообразным филумом, включает как комменсальные (участвующие в обеспечении организма энергией и питательными веществами) [17], так и потенциально патогенные виды (ассоциированные с воспалительными процессами в половых путях и ухудшением качества спермы) [18]. Так, установлено, что *Pseudomonas aeruginosa* обладает способностью к формированию биопленок и вызывает хронические инфекции, а его присутствие в сперме может приводить к нарушению акросомной реакции и снижению оплодотворяющей способности сперматозоидов [19]. В свою очередь, *Bacteroidetes*, филум грамотрицательных бактерий, широко представлен в различных экосистемах, включая кишечный тракт [21]. Однако *Bacteroidetes*, как и многие другие представители микробиоты спермы, требуют изучения в контексте их роли в микробиоме семенной жидкости.

Доминирующими родами в семенной жидкости быков оказались *Campilobacter*, *Cutinobacterium*, *Fusobacterium*, *Histophilus*, *Porphyromonas* и *Staphylococcus* [12]. Важно отметить, что такие бактерии, как *Porphyromonas* и *Fusobacterium*, обнаруженные в больших количествах в препуциальной среде быков породы герефорд, ассоциируются с различными заболеваниями животных, включая хромоту и эндометриты [21].

В образцах семени быков-производителей словацкой голштино-фризской породы было установлено значительное содержание бактерий, относящихся к родам *Pseudochroabactrum*, *Achromobacter*, семейству *Enterobacteriaceae* и порядку *Lactobacillales*. Поскольку детальные сведения о микробиоме бычьего семени ограничены, представляется целесообразным отметить, что согласно исследованиям на людях бактерия

¹ Council Directive 88/407/EEC of 14 June 1988 laying down the animal health requirements applicable to intra Community trade in and imports of deep-frozen semen of domestic animals of the bovine species. OJ L 194. 22.07.1988; 10–23.
Доступно по адресу: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1988/407/oj/eng>

Pseudochrobactrum saccharolyticum была обнаружена в семенной жидкости пациентов с диагнозами рака простаты или доброкачественной гиперплазии предстательной железы [22].

Семейство *Enterobacteriaceae* рассматривается как один из основных контаминантов спермы, присутствие которого потенциально связано со снижением концентрации и подвижности сперматозоидов, а также увеличением доли сперматозоидов с поврежденной плазматической мембраной или акросомой [23]. Согласно данным [24], род *Achromobacter* может оказывать негативное влияние на успешность оплодотворения. В отличие от вышеупомянутых таксонов, представители порядка *Lactobacillales* рассматриваются в качестве индикаторов здорового микробиома уrogenитального тракта человека и характерны для нормоспермии [25].

Факторы, влияющие на состав микробиома семенников

Изменения в окружающей среде могут приводить к изменениям в составе микробиоты семенников. Одним из ключевых детерминант структуры микробиома семенной жидкости является генетический фактор. Различные виды сельскохозяйственных животных демонстрируют выраженные различия в составе микробиоты семени. Сходно с данными, полученными для спермы быков, доминирующими филумами у баранов, кроликов и свиней являются *Proteobacteria* и *Firmicutes*, хотя относительное содержание этих филумов варьирует (31,2–57,5%) в зависимости от вида [26, 27].

Филум *Actinobacteria* присутствует у всех исследованных видов, демонстрируя вариабельное относительное обилие (3,4–22%). *Bacteroidetes* является первым, третьим и четвертым по распространенности филумом у жеребцов [28], свиней [27] и кроликов [29] соответственно. Можно предположить, что наблюдаемые межвидовые различия в составе микробиоты обусловлены наследственными особенностями иммунной системы, метаболизма и физиологических характеристик. Кроме того, виды с повышенной восприимчивостью к инфекционным заболеваниям могут демонстрировать повышенное содержание патогенных микроорганизмов в микробиоме спермы, что в свою очередь может негативно влиять на качество спермы и ее fertильность. Внешние факторы окружающей среды оказывают влияние на формирование и динамику состава микробиома семенной жидкости. К числу основных внешних воздействий относятся климатические условия, сезон года, особенности рациона кормления и способы содержания животных [30, 31].

Так, было установлено, что температура окружающей среды, влажность воздуха и количество осадков существенно влияют на количественный и качественный состав микробиома семени сельскохозяйственных животных. Например, в семенной жидкости быков различных пород

наблюдаются сезонные вариации относительно численности основных бактериальных филумов [32]. Подобным образом изменяется и микробиоценоз спермы баранов [33], коз [34] и буйволов [35], что подчеркивает необходимость учитывать климатические условия при диагностике заболеваний репродуктивной системы. На примере коз продемонстрировано наличие у животных четких временных рамок воспроизведения, контролируемых фотопериодом [36].

Исследования, проведенные на свиньях, для которых нехарактерно описанное явление, показывают значительное изменение состава микробиоты спермы в зависимости от сезона: зимой наблюдается больше разнообразия бактерий, причем наличие *Lactobacillus* ассоциируется с положительными показателями качества семени, тогда как рост *Pseudomonas* снижает его качество [27]. Это подтверждает гипотезу о том, что смена сезонов оказывает непосредственное воздействие на состав микробиоты семени даже у животных с нерегулярной сезонностью размножения.

Условия содержания животных, такие как гигиена помещения, вентиляция и частота уборки, имеют важное значение для распространения и многообразия бактерий в семенной жидкости [31]. Высокая плотность размещения животных способствует распространению инфекций и снижению реализации репродуктивного потенциала. Кроме того, рацион кормления, по всей видимости, способен оказать влияние не только на состав микробиоты пищеварительной, но и репродуктивной системы [37]. Несбалансированное кормление может усилить развитие инфекционных процессов, нарушить гормональный фон, снижая продукцию здоровых сперматозоидов [38]. Однако, несмотря на очевидную значимость микробиома семени, на сегодняшний день отсутствуют научные публикации, посвященные исследованию влияния состава рациона на структуру микробиома семени быков.

Инфекции репродуктивной системы вызывают увеличение концентрации грамотрицательных бактерий, таких как *Escherichia coli*, способствующих воспалительным процессам и уменьшению активности сперматозоидов. В семенной жидкости быков с низкой fertильностью увеличивается содержание родов *W5053* и *Lawsonella* [15]. Поэтому контроль над состоянием инфекций репродуктивной системы является необходимым условием повышения эффективности воспроизведения.

Таким образом, понимание механизмов формирования микробиома спермы открывает новые возможности для профилактики и лечения болезней репродуктивной системы животных. Инновационные подходы, сочетающие экологический мониторинг, рациональное кормление и передовые биотехнологии, позволят повысить эффективность разведения и сократить финансовые издержки отрасли.

Влияние микробиома на качество семени и фертильность

Несмотря на значительный прогресс в изучении микробиома млекопитающих, формирование единого представления о точном составе и функциональных особенностях микробиоты спермы остается актуальным вопросом для современной науки [39]. До настоящего момента ученые не пришли к единому мнению о конкретных микроорганизмах, определяющих качество семени и обеспечивающих оптимальные условия для воспроизведения потомства.

Одной из ключевых проблем, затрудняющих достижение однозначных выводов, является явление бактериоспермии — присутствия различных видов бактерий в сперме, которое отрицательно воздействует на качество гамет и может приводить к снижению фертильности [14]. Присутствие бактерий в образце спермы создает ряд неблагоприятных условий, поскольку некоторые виды могут вступать в конкуренцию со сперматозоидами за доступные ресурсы, выделяя метаболиты и токсичные соединения, способные повредить клетки и ухудшить функциональные характеристики спермы [40]. Например, доказано, что определенные типы бактерий способны производить ферменты фосфолипазы, атакующие клеточные мембранны сперматозоидов и повреждающие структурные компоненты мембран, необходимые для успешной реализации оплодотворения [41].

Другие бактерии, присутствуя в эякуляте, ухудшают качество семени посредством разрушения целостности плазматической мембранны клеток, нарушения стабильности головки сперматозоида и уменьшения общей жизнеспособности сперматозоидов [39]. Кроме того, многие исследования указывают на негативную связь между наличием определенных типов бактерий и ключевыми параметрами качества семени, такими как подвижность сперматозоидов, целостность мембран, акросомальная реакция и уровень фрагментации ДНК [42–44].

Наличие патогенных микроорганизмов в семенной жидкости служит одним из источников послеродовых заболеваний матки [45]. Развитие данного сценария имеет следующие негативные последствия: инфицирование самки при проведении осеменения, нарушение полового цикла, гибель эмбриона или плода, снижение выхода телят [46].

Хотя механизмы взаимодействия микробиоты семени с организмом хозяина остаются предметом активных дискуссий, существуют доказательства того, что бактериальное сообщество семенников может играть значительную роль в поддержании репродуктивной функции самцов. Например, изучение состава бактериального сообщества спермы человека выявило существенные различия в составе бактерий у фертильных и бесплодных мужчин, демонстрируя, что

отдельные группы бактерий могут как позитивно, так и негативно сказываться на показателях фертильности [47].

Ряд исследователей сообщают о положительном влиянии представителей рода *Lactobacillus* на морфологическую структуру сперматозоидов и защиту от негативного влияния условно-патогенных микроорганизмов [25]. Напротив, *Enterococcusfaecalis* — часто встречаемый вид (11,6% образцов спермы), оказывающий отрицательное влияние на морфофункциональную структуру сперматозоидов человека [48].

Однако объем научных исследований в области ветеринарии, посвященных влиянию микробиома спермы на репродуктивные функции сельскохозяйственных животных, остается ограниченным [49]. Несмотря на накопленные знания о взаимодействии бактериального сообщества спермы с репродуктивными функциями у человека, информация об аналогичном процессе у животных требует дополнительного изучения.

Подводя итог, можно сказать, что дальнейшие научные изыскания необходимы для полного понимания роли микробиоты семенной жидкости в формировании репродуктивной функции у животных и выявления потенциальных терапевтических подходов для улучшения фертильности.

Перспективы пробиотической регуляции

В последнее время управление микробиотой кишечника и рубца продуктивных животных и птиц путем добавления пробиотиков и пребиотиков в рацион с целью снижения применения антибиотиков и химических лекарственных средств рассматривается как более «естественная» концепция, направленная на гармонизацию собственных регуляторных систем [50]. В то же время взаимосвязь в функционировании организма хозяина и его микробиома как единой системы известна давно. Действие пробиотиков не ограничивается областью пищеварительной системы. Микробиота пищеварительной системы рассматривается как обширный «эндокринный орган» хозяина [51].

Метаболиты, вырабатываемые микробиотой, такие как короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), липополисахариды (ЛПС) и витамины играют важнейшую роль в регулировании метabolизма хозяина, иммунологических, метаболических и неврологических функциях [52].

Отсутствие систематических исследований микробиома бычьего семени вынуждает обратиться к имеющимся данным о микробиоме семени других сельскохозяйственных животных, а также человека. Показано, что микробиота пищеварительной системы может улучшать сперматогенез и подвижность сперматозоидов у мужчин, а также влияет на бесплодие [53]. Таксофолин, вводимый в рацион хряков породы дюрок, улучшил качество спермы, воздействуя на микробов в кишечнике и метаболиты в крови [54]. Кишечные

лактобактерии, бифидобактерии и энтерококки могут улучшать качество спермы, уменьшая воспалительную реакцию [55].

С другой стороны, дисбактериоз кишечника может нарушать репродуктивную функцию. Микробиота кишечника и ее метаболиты могут активировать аномальные иммунные сигналы с помощью липополисахаридов, связываться с комплексами TLR-24 и увеличивать выработку провоспалительных цитокинов и активных форм кислорода (азота) [56], а также участвовать в повреждении семенников, вызванном воспалением [57].

Известно, что муколитические бактерии, такие как *Bacteroidescaccae* и *Akkermansia muciniphila*, повышают активность ферментов, расщепляющих муцины, и используют гликопротеины слизи, выделяемые организмом хозяина, в качестве источника питания, что приводит к разрушению слизистого барьера толстой кишки [58]. Структурные повреждения кишечного барьера приводят к повышенной транслокации липополисахаридов [59], что приводит к воспалению, нарушению обмена веществ, эндокринным изменениям и рецистентности к инсулину, которые негативно влияют на сперматогенез [60].

Кишечная бактерия *Prevotellacopri* считается возможной причиной нарушений сперматогенеза [61]. Полученные результаты свидетельствуют о потенциальной ассоциации между кишечной микробиотой и качеством спермы, что позволяет предполагать возможность дальнейшей экстраполяции на исследования, проводимые на быках. Пробиотические добавки показали эффективность на млекопитающих для восстановления нарушений сперматогенеза [55]. Большинство эффектов опосредованы метаболитами, вырабатываемыми микробиотой кишечника. Было доказано, что кишечная микробиота может повышать уровень триптофана в сыворотке крови и центральной нервной системе [62].

Существует предположение, что метаболит 5-НТ, синтезируемый в результате взаимодействия эндотелиальных клеток и микробиоты кишечника, является важным фактором, который может проникать в семенники через кровоток, оказывая влияние на подвижность сперматозоидов путем регулирования Ca^{2+} . Полиненасыщенные жирные кислоты, образуемые кишечной микробиотой, влияют на стабильность мембранны сперматозоидов, подвижность сперматозоидов, реакцию акросомы и синтез половых гормонов, а также повышают противовоспалительную и антиоксидантную способность клеток семенников.

Метаболиты кишечной микробиоты способствуют снабжению сперматозоидов энергией. Ткань семенников — это гипоксический орган, который в качестве энергетического субстрата в первую очередь использует лактат, вырабатываемый в результате гликолиза в клетках Сертоли [63]. Микробиота кишечника и ее метаболиты могут способствовать гликолизу для поддержания

энергоснабжения сперматозоидов и повышения их подвижности. Например, добавление лейцина в корм улучшало среднюю скорость изгиба сперматозоидов у хряков [64]. Кроме того, показано, что *Bacteroides*, *Streptococcaceae*, *Akkermansia* улучшают энергоснабжение сперматидных клеток за счет улучшения гликолиза [65].

Используя транспланацию фекальной микробиоты от мышей, исследователи наблюдали, что у мышей-реципиентов наблюдалось значительное увеличение провоспалительных цитокинов в придатке семенников, снижение сперматогенеза и подвижности сперматозоидов. Исследователи обнаружили, что кишечные бактерии тесно связаны с половыми гормонами, особенно тестостероном [66].

Полученные данные демонстрируют тесную связь между дисбиозом микробиоты и снижением fertильности. Использование пробиотиков на основе *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Collinsella* и *Blautia* улучшало качество спермы, смягчая воспалительную реакцию и окислительный стресс [67]. Это может быть связано с тем, что пробиотики способны регулировать сигнальный путь Nrf2-Keap1-ARE, связанный с повышением антиоксидантной активности и усилением нейтрализации активных форм кислорода, что в конечном итоге приводит к улучшению концентрации и подвижности сперматозоидов [67]. Штаммы *L. rhamnosus* NCDC 610 и *L. fermentum* NCDC 400 были предложены в качестве альтернатив фармацевтическим препаратам из-за их положительного влияния на способность повышать уровень эндогенного тестостерона [68].

Наблюданное [69] улучшение концентрации сперматозоидов у самцов бройлеров, получавших *Bacillus amyloliquefaciens* TOA5001, могло быть связано с более эффективным усвоением питательных веществ желудочно-кишечным трактом. Кроме того, на фоне пробиотика был обнаружен высокий уровень глутатионпероксидазы GSH-Px в семенниках. Известно, что данный белок действует как мощный антиоксидант при развитии сперматид и сперматозоидов.

Исследования продемонстрировали эффективность пробиотиков в решении проблем бесплодия у мужчин, fertильности у хряков и бройлеров, поэтому их значительный терапевтический потенциал для разработки средств профилактики проблем с fertильностью быков не следует упускать из виду. Методы управления поголовьем быков, например кормление, использование кормовых добавок, включая пробиотики, может способствовать повышению качества семени и репродуктивного потенциала быков. Специфические дозы определенных штаммов пробиотиков могут модулировать микробиоту семенников в направлении более здорового состояния, то есть восстанавливать состояние эубиоза, а также улучшать fertильность.

Выводы/Conclusions

Таким образом, микробиота семенников быков представляет собой слабоизученную и сложную экосистему, состоящую из множества бактериальных таксонов, каждый из которых, вероятно, способен оказывать влияние на качество и fertильность семени производителей. Состав микробиоты варьируется в зависимости от индивидуальных особенностей быков, таких как возраст, порода, состояние здоровья и окружающая среда. Дальнейшее углубленное изучение данной темы позволит выявить основные механизмы взаимодействия микроорганизмов и сперматозоидов, разработать эффективные стратегии профилактики инфекций и повышения качества семенной жидкости.

Очевидно, что нарушения микробиома семенников могут представлять угрозу здоровью как самих быков, так и коров-реципиентов,

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 плахиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования поддержаны грантом РНФ № 25-76-10066 «Поиск микробиологических маркеров fertильности быков-производителей с целью разработки биологического способа эффективной реализации их генетического потенциала».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абилов А.И., Козменков П.Л., Иолчиев Б.С., Устименко А.В. Качественные характеристики замороженно-отаянного семени (обычное и разделенное по полу) у быков-производителей голштинской черно-пестрой породы и возраст полового созревания полученных от них тёлочек. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2023; (4): 95–109. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-4-95-109>
 2. Vishwanath R. Artificial insemination: the state of the art. *Theriogenology*. 2003; 59(2): 571–584. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(02\)01241-4](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(02)01241-4)
 3. Thibier M., Guerin B. Hygienic aspects of storage and use of semen for artificial insemination. *Animal Reproduction Science*. 2000; 62 (1–3): 233–251. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(00\)00161-5](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(00)00161-5)
 4. Zampieri D. et al. Microorganisms in cryopreserved semen and culture media used in the *in vitro* production (IVP) of bovine embryos identified by matrix-assisted laser desorption ionization mass spectrometry (MALDI-MS). *Theriogenology*. 2013; 80(4): 337–345. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.04.020>
 5. Reda A.A., Almaw G., Abreha S., Tadeg W., Tadesse B. Bacteriospermia and Sperm Quality of Cryopreserved Bull Semen Used in Artificial Insemination of Cows in South Wollo Zone, Ethiopia. *Veterinary Medicine International*. 2020; 2020: 2098315. <https://doi.org/10.1155/2020/2098315>
 6. Gączarzewicz D., Udała J., Piasecka M., Błaszczyk B., Stankiewicz T. Bacterial contamination of boar semen and its relationship to sperm quality preserved in commercial extender containing gentamicin sulfate. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. 2016; 19(3): 451–459. <https://doi.org/10.1515/pjvs-2016-0057>
 7. O'Mahony S.M., Comizzoli P. Special series on the role of the microbiome in reproduction and fertility. *Reproduction and Fertility*. 2023; 4(4): e230080. <https://doi.org/10.1530/RAF-23-0080>
 8. Prince P.W., Almquist J.O., Reid J.J. Bacteriological studies of bovine semen. II. The incidence of specific types of bacteria and the relation to fertility. *Journal of Dairy Science*. 1949; 32(10): 849–855.
 9. Goularte K.L. et al. Antibiotic resistance in microorganisms isolated in a bull semen stud. *Reproduction in Domestic Animals*. 2020; 55(3): 318–324. <https://doi.org/10.1111/rda.13621>
- потенциально препятствуя процессу имплантации эмбриона и наступлению стельности. Здоровая микробиота семенников, напротив, способна улучшать репродуктивные показатели, повышать шансы успешного наступления стельности и минимизировать риски инфекционных осложнений.
- Для достижения значимых результатов необходимы комплексные исследования, направленные на точное определение нормальных и патогенных компонентов микробиома семенной жидкости быков. Выявление бактерий, негативно влияющих на качество семени, откроет перспективы для исключения из селекционного отбора быков с латентными формами бактериальных инфекций. Такие шаги станут важным вкладом в повышение экономической эффективности животноводческих хозяйств, улучшение репродуктивных показателей и снижение финансовых потерь, вызванных заболеваниями репродуктивной системы.

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. 25-76-10066 "Search for microbiological markers of fertility in bulls in order to develop a biological method for effectively realizing their genetic potential."

REFERENCES

1. Abilov A.I., Kozmenkov P.L., Iolchiev B.S., Ustimenko A.V. Qualitative characteristics of frozen-thawed semen (normal and sexed) from sires of the Holstein black-and-white breed and the age of puberty of the heifers born from them. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2023; (4): 95–109 (in Russian). <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-4-95-109>
2. Vishwanath R. Artificial insemination: the state of the art. *Theriogenology*. 2003; 59(2): 571–584. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(02\)01241-4](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(02)01241-4)
3. Thibier M., Guerin B. Hygienic aspects of storage and use of semen for artificial insemination. *Animal Reproduction Science*. 2000; 62 (1–3): 233–251. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(00\)00161-5](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(00)00161-5)
4. Zampieri D. et al. Microorganisms in cryopreserved semen and culture media used in the *in vitro* production (IVP) of bovine embryos identified by matrix-assisted laser desorption ionization mass spectrometry (MALDI-MS). *Theriogenology*. 2013; 80(4): 337–345. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.04.020>
5. Reda A.A., Almaw G., Abreha S., Tadeg W., Tadesse B. Bacteriospermia and Sperm Quality of Cryopreserved Bull Semen Used in Artificial Insemination of Cows in South Wollo Zone, Ethiopia. *Veterinary Medicine International*. 2020; 2020: 2098315. <https://doi.org/10.1155/2020/2098315>
6. Gączarzewicz D., Udała J., Piasecka M., Błaszczyk B., Stankiewicz T. Bacterial contamination of boar semen and its relationship to sperm quality preserved in commercial extender containing gentamicin sulfate. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. 2016; 19(3): 451–459. <https://doi.org/10.1515/pjvs-2016-0057>
7. O'Mahony S.M., Comizzoli P. Special series on the role of the microbiome in reproduction and fertility. *Reproduction and Fertility*. 2023; 4(4): e230080. <https://doi.org/10.1530/RAF-23-0080>
8. Prince P.W., Almquist J.O., Reid J.J. Bacteriological studies of bovine semen. II. The incidence of specific types of bacteria and the relation to fertility. *Journal of Dairy Science*. 1949; 32(10): 849–855.
9. Goularte K.L. et al. Antibiotic resistance in microorganisms isolated in a bull semen stud. *Reproduction in Domestic Animals*. 2020; 55(3): 318–324. <https://doi.org/10.1111/rda.13621>

10. Woo P.C.Y., Lau S.K.P., Teng J.L.L., Tse H., Yuen K.-Y. Then and now: use of 16S rDNA gene sequencing for bacterial identification and discovery of novel bacteria in clinical microbiology laboratories. *Clinical Microbiology and Infection.* 2008; 14(10): 908–934. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2008.02070.x>
11. Haapala V. et al. Semen as a source of *Mycoplasma bovis* mastitis in dairy herds. *Veterinary Microbiology.* 2018; 216: 60–66. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.02.005>
12. Wickware C.L., Johnson T.A., Koziol J.H. Composition and diversity of the preputial microbiota in healthy bulls. *Theriogenology.* 2020; 145: 231–237. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.11.002>
13. Medo J. et al. Core Microbiome of Slovak Holstein Friesian Breeding Bulls' Semen. *Animals.* 2021; 11(11): 3331. <https://doi.org/10.3390/ani1113331>
14. Koziol J.H., Sheets T., Wickware C.L., Johnson T.A. Composition and diversity of the seminal microbiota in bulls and its association with semen parameters. *Theriogenology.* 2022; 182: 17–25. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.01.029>
15. Cojkcic A., Niazi Y., Guo Y., Hallap T., Padrik P., Morrell J.M. Identification of Bull Semen Microbiome by 16S Sequencing and Possible Relationships with Fertility. *Microorganisms.* 2021; 9(12): 2431. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9122431>
16. Cojkcic A., Niazi A., Morrell J.M. Metagenomic identification of bull semen microbiota in different seasons. *Animal Reproduction Science.* 2024; 268: 107569. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2024.107569>
17. Moon C.D., Young W., Maclean P.H., Cookson A.L., Birmingham E.N. Metagenomic insights into the roles of *Proteobacteria* in the gastrointestinal microbiomes of healthy dogs and cats. *MicrobiologyOpen.* 2018; 7(5): e00677. <https://doi.org/10.1002/mbo3.677>
18. Moretti E. et al. The presence of bacteria species in semen and sperm quality. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics.* 2009; 26(1): 47–56. <https://doi.org/10.1007/s10815-008-9283-5>
19. Thi M.T.T., Wibowo D., Rehm B.H.A. *Pseudomonas aeruginosa* Biofilms. *International Journal of Molecular Sciences.* 2020; 21(22): 8671. <https://doi.org/10.3390/ijms21228671>
20. Stojanov S., Berlec A., Štrukelj B. The Influence of Probiotics on the Firmicutes/Bacteroidetes Ratio in the Treatment of Obesity and Inflammatory Bowel disease. *Microorganisms.* 2020; 8(11): 1715. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8111715>
21. Bay V. et al. 16S rRNA amplicon sequencing reveals a polymicrobial nature of complicated claw horn disruption lesions and interdigital phlegmon in dairy cattle. *Scientific Reports.* 2018; 8: 15529. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33993-9>
22. Yu H., Meng H., Zhou F., Ni X., Shen S., Das U.N. Urinary microbiota in patients with prostate cancer and benign prostatic hyperplasia. *Archives of Medical Science.* 2015; 11(2): 385–394. <https://doi.org/10.5114/aoms.2015.50970>
23. Úbeda J.L. et al. Adverse effects of members of the *Enterobacteriaceae* family on boar sperm quality. *Theriogenology.* 2013; 80(6): 565–570. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.05.022>
24. Payne B.J., Clark S., Maddox C., Ness A. *Achromobacter xylosoxidans* in extended semen causes reproductive failure in artificially inseminated sows and gilts. *Journal of Swine Health and Production.* 2008; 16(6): 316–322.
25. Baud D., Pattaroni C., Vulliemoz N., Castella V., Marsland B.J., Stojanov M. Sperm Microbiota and Its Impact on Semen Parameters. *Frontiers in Microbiology.* 2019; 10: 234. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00234>
26. Serrano M. et al. Influence of the Ovine Genital Tract Microbiota on the Species Artificial Insemination Outcome. A Pilot Study in Commercial Sheep Farms. *High-Throughput.* 2020; 9(3): 16. <https://doi.org/10.3390/ht9030016>
27. Zhang J. et al. Genomic Sequencing Reveals the Diversity of Seminal Bacteria and Relationships to Reproductive Potential in Boar Sperm. *Frontiers in Microbiology.* 2020; 11: 1873. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01873>
28. Quiñones-Pérez C., Hidalgo M., Ortiz I., Crespo F., Vega-Pla J.L. Characterization of the seminal bacterial microbiome of healthy, fertile stallions using next-generation sequencing. *Animal Reproduction.* 2021; 18(2): e20200052. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-ar2020-0052>
29. Marco-Jiménez F., Borrás S., García-Domínguez X., D'Auria G., Vicente J.S., Marin C. Roles of host genetics and sperm microbiota in reproductive success in healthy rabbit. *Theriogenology.* 2020; 158: 416–423. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.09.028>
10. Woo P.C.Y., Lau S.K.P., Teng J.L.L., Tse H., Yuen K.-Y. Then and now: use of 16S rDNA gene sequencing for bacterial identification and discovery of novel bacteria in clinical microbiology laboratories. *Clinical Microbiology and Infection.* 2008; 14(10): 908–934. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2008.02070.x>
11. Haapala V. et al. Semen as a source of *Mycoplasma bovis* mastitis in dairy herds. *Veterinary Microbiology.* 2018; 216: 60–66. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.02.005>
12. Wickware C.L., Johnson T.A., Koziol J.H. Composition and diversity of the preputial microbiota in healthy bulls. *Theriogenology.* 2020; 145: 231–237. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.11.002>
13. Medo J. et al. Core Microbiome of Slovak Holstein Friesian Breeding Bulls' Semen. *Animals.* 2021; 11(11): 3331. <https://doi.org/10.3390/ani1113331>
14. Koziol J.H., Sheets T., Wickware C.L., Johnson T.A. Composition and diversity of the seminal microbiota in bulls and its association with semen parameters. *Theriogenology.* 2022; 182: 17–25. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.01.029>
15. Cojkcic A., Niazi Y., Guo Y., Hallap T., Padrik P., Morrell J.M. Identification of Bull Semen Microbiome by 16S Sequencing and Possible Relationships with Fertility. *Microorganisms.* 2021; 9(12): 2431. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9122431>
16. Cojkcic A., Niazi A., Morrell J.M. Metagenomic identification of bull semen microbiota in different seasons. *Animal Reproduction Science.* 2024; 268: 107569. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2024.107569>
17. Moon C.D., Young W., Maclean P.H., Cookson A.L., Birmingham E.N. Metagenomic insights into the roles of *Proteobacteria* in the gastrointestinal microbiomes of healthy dogs and cats. *MicrobiologyOpen.* 2018; 7(5): e00677. <https://doi.org/10.1002/mbo3.677>
18. Moretti E. et al. The presence of bacteria species in semen and sperm quality. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics.* 2009; 26(1): 47–56. <https://doi.org/10.1007/s10815-008-9283-5>
19. Thi M.T.T., Wibowo D., Rehm B.H.A. *Pseudomonas aeruginosa* Biofilms. *International Journal of Molecular Sciences.* 2020; 21(22): 8671. <https://doi.org/10.3390/ijms21228671>
20. Stojanov S., Berlec A., Štrukelj B. The Influence of Probiotics on the Firmicutes/Bacteroidetes Ratio in the Treatment of Obesity and Inflammatory Bowel disease. *Microorganisms.* 2020; 8(11): 1715. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8111715>
21. Bay V. et al. 16S rRNA amplicon sequencing reveals a polymicrobial nature of complicated claw horn disruption lesions and interdigital phlegmon in dairy cattle. *Scientific Reports.* 2018; 8: 15529. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33993-9>
22. Yu H., Meng H., Zhou F., Ni X., Shen S., Das U.N. Urinary microbiota in patients with prostate cancer and benign prostatic hyperplasia. *Archives of Medical Science.* 2015; 11(2): 385–394. <https://doi.org/10.5114/aoms.2015.50970>
23. Úbeda J.L. et al. Adverse effects of members of the *Enterobacteriaceae* family on boar sperm quality. *Theriogenology.* 2013; 80(6): 565–570. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.05.022>
24. Payne B.J., Clark S., Maddox C., Ness A. *Achromobacter xylosoxidans* in extended semen causes reproductive failure in artificially inseminated sows and gilts. *Journal of Swine Health and Production.* 2008; 16(6): 316–322.
25. Baud D., Pattaroni C., Vulliemoz N., Castella V., Marsland B.J., Stojanov M. Sperm Microbiota and Its Impact on Semen Parameters. *Frontiers in Microbiology.* 2019; 10: 234. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00234>
26. Serrano M. et al. Influence of the Ovine Genital Tract Microbiota on the Species Artificial Insemination Outcome. A Pilot Study in Commercial Sheep Farms. *High-Throughput.* 2020; 9(3): 16. <https://doi.org/10.3390/ht9030016>
27. Zhang J. et al. Genomic Sequencing Reveals the Diversity of Seminal Bacteria and Relationships to Reproductive Potential in Boar Sperm. *Frontiers in Microbiology.* 2020; 11: 1873. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01873>
28. Quiñones-Pérez C., Hidalgo M., Ortiz I., Crespo F., Vega-Pla J.L. Characterization of the seminal bacterial microbiome of healthy, fertile stallions using next-generation sequencing. *Animal Reproduction.* 2021; 18(2): e20200052. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-ar2020-0052>
29. Marco-Jiménez F., Borrás S., García-Domínguez X., D'Auria G., Vicente J.S., Marin C. Roles of host genetics and sperm microbiota in reproductive success in healthy rabbit. *Theriogenology.* 2020; 158: 416–423. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.09.028>

30. Neto F.T.L., Viana M.C., Cariati F., Conforti A., Alviggi C., Esteves S.C. Effect of environmental factors on seminal microbiome and impact on sperm quality. *Frontiers in Endocrinology*. 2024; 15: 1348186.
<https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1348186>
31. Cojkic A., Morrell J.M. Animal Welfare Assessment Protocols for Bulls in Artificial Insemination Centers: Requirements, Principles, and Criteria. *Animals*. 2023; 13(5): 942.
<https://doi.org/10.3390/ani13050942>
32. Sannat C., Nair A., Sahu S.B., Sahasrabudhe S.A., Rawat N., Shende R.K. Effect of Season on Bacterial Load in Semen of Different Breeds of Cattle. *Journal of Animal Research*. 2016; 6(4): 651–656.
<https://doi.org/10.5958/2277-940X.2016.00077.2>
33. Azawi O.I., Ismaeal M.A. Effects of Seasons on Some Semen Parameters and Bacterial Contamination of Awassi ram Semen. *Reproduction in Domestic Animals*. 2012; 47(3): 403–406.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2011.01888.x>
34. Gangwar C. et al. Semen quality and total microbial load: An association study in important Indian Goat breeds during different seasons. *Andrologia*. 2021; 53(4): e13995.
<https://doi.org/10.1111/and.13995>
35. Sannat C., Nair A., Sahu S.B., Sahasrabudhe S.A. Effect of Season and Age on Bacterial Load in Fresh Semen Ejaculates of Buffalo Bulls. *Journal of Animal Research*. 2015; 5(1): 99–104.
<https://doi.org/10.5958/2277-940X.2015.00016.9>
36. Chemineau P., Guillaume D., Migaud M., Thiéry J.C., Pellicer-Rubio M.T., Malpaux B. Seasonality of Reproduction in Mammals: Intimate Regulatory Mechanisms and Practical Implications. *Reproduction in Domestic Animals*. 2008; 43(s2): 40–47.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01141.x>
37. Akgün N., Cimşit Kemahli M.N., Pradas J.B. The effect of dietary habits on oocyte/sperm quality. *Journal of the Turkish-German Gynecological Association*. 2023; 24(2): 125–137.
<https://doi.org/10.4274/jtgga.galenos.2023.2022-7-15>
38. Ferramosca A., Zara V. Diet and Male Fertility: The Impact of Nutrients and Antioxidants on Sperm Energetic Metabolism. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022; 23(5): 2542.
<https://doi.org/10.3390/ijms23052542>
39. Farahani L., Tharakan T., Yap T., Ramsay J.W., Jayasena C.N., Minhas S. The semen microbiome and its impact on sperm function and male fertility: A systematic review and meta-analysis. *Andrology*. 2021; 9(1): 115–144.
<https://doi.org/10.1111/andr.12886>
40. Morrell J.M., Wallgren M. Alternatives to Antibiotics in Semen Extenders: A Review. *Pathogens*. 2014; 3(4): 934–946.
<https://doi.org/10.3390/pathogens3040934>
41. Miao X. et al. The Equilibrium of Bacterial Microecosystem: Probiotics, Pathogenic Bacteria, and Natural Antimicrobial Substances in Semen. *Microorganisms*. 2024; 12(11): 2253.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms12112253>
42. Cagnoli C.I., Chiapparrone M.L., Cacciato C.S., Rodríguez M.G., Aller J.F., Catena M.d.C. Effects of *Campylobacter fetus* on bull sperm quality. *Microbial Pathogenesis*. 2020; 149: 104486.
<https://doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104486>
43. Marchiani S. et al. Effects of common Gram-negative pathogens causing male genitourinary-tract infections on human sperm functions. *Scientific Reports*. 2021; 11: 19177.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-98710-5>
44. Eini F., Kutenaei M.A., Zareei F., Dastjerdi Z.S., Shirzeyli M.H., Salehi E. Effect of bacterial infection on sperm quality and DNA fragmentation in subfertile men with Leukocytospermia. *BMC Molecular and Cell Biology*. 2021; 22: 42.
<https://doi.org/10.1186/s12860-021-00380-8>
45. Appiah M.O., Wang J., Lu W. Microflora in the Reproductive Tract of Cattle: A Review. *Agriculture*. 2020; 10(6): 232.
<https://doi.org/10.3390/agriculture10060232>
46. Maroto Martín L.O. et al. Bacterial contamination of boar semen affects the litter size. *Animal Reproduction Science*. 2010; 120(1–4): 95–104.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.03.008>
47. Sheldon I.M., Owens S.E. Postpartum uterine infection and endometritis in dairy cattle. *Animal Reproduction*. 2017; 14(3): 622–629.
<https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR1006>
48. Tvrđá E. et al. Possible Implications of Bacteriospermia on the Sperm Quality, Oxidative Characteristics, and Seminal Cytokine Network in Normozoospermic Men. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022; 23(15): 8678.
<https://doi.org/10.3390/ijms23158678>
49. Varela E. et al. How does the microbial load affect the quality of equine cool-stored semen?. *Theriogenology*. 2018; 114: 212–220.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.03.028>
30. Neto F.T.L., Viana M.C., Cariati F., Conforti A., Alviggi C., Esteves S.C. Effect of environmental factors on seminal microbiome and impact on sperm quality. *Frontiers in Endocrinology*. 2024; 15: 1348186.
<https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1348186>
31. Cojkic A., Morrell J.M. Animal Welfare Assessment Protocols for Bulls in Artificial Insemination Centers: Requirements, Principles, and Criteria. *Animals*. 2023; 13(5): 942.
<https://doi.org/10.3390/ani13050942>
32. Sannat C., Nair A., Sahu S.B., Sahasrabudhe S.A., Rawat N., Shende R.K. Effect of Season on Bacterial Load in Semen of Different Breeds of Cattle. *Journal of Animal Research*. 2016; 6(4): 651–656.
<https://doi.org/10.5958/2277-940X.2016.00077.2>
33. Azawi O.I., Ismaeal M.A. Effects of Seasons on Some Semen Parameters and Bacterial Contamination of Awassi ram Semen. *Reproduction in Domestic Animals*. 2012; 47(3): 403–406.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2011.01888.x>
34. Gangwar C. et al. Semen quality and total microbial load: An association study in important Indian Goat breeds during different seasons. *Andrologia*. 2021; 53(4): e13995.
<https://doi.org/10.1111/and.13995>
35. Sannat C., Nair A., Sahu S.B., Sahasrabudhe S.A. Effect of Season and Age on Bacterial Load in Fresh Semen Ejaculates of Buffalo Bulls. *Journal of Animal Research*. 2015; 5(1): 99–104.
<https://doi.org/10.5958/2277-940X.2015.00016.9>
36. Chemineau P., Guillaume D., Migaud M., Thiéry J.C., Pellicer-Rubio M.T., Malpaux B. Seasonality of Reproduction in Mammals: Intimate Regulatory Mechanisms and Practical Implications. *Reproduction in Domestic Animals*. 2008; 43(s2): 40–47.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01141.x>
37. Akgün N., Cimşit Kemahli M.N., Pradas J.B. The effect of dietary habits on oocyte/sperm quality. *Journal of the Turkish-German Gynecological Association*. 2023; 24(2): 125–137.
<https://doi.org/10.4274/jtgga.galenos.2023.2022-7-15>
38. Ferramosca A., Zara V. Diet and Male Fertility: The Impact of Nutrients and Antioxidants on Sperm Energetic Metabolism. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022; 23(5): 2542.
<https://doi.org/10.3390/ijms23052542>
39. Farahani L., Tharakan T., Yap T., Ramsay J.W., Jayasena C.N., Minhas S. The semen microbiome and its impact on sperm function and male fertility: A systematic review and meta-analysis. *Andrology*. 2021; 9(1): 115–144.
<https://doi.org/10.1111/andr.12886>
40. Morrell J.M., Wallgren M. Alternatives to Antibiotics in Semen Extenders: A Review. *Pathogens*. 2014; 3(4): 934–946.
<https://doi.org/10.3390/pathogens3040934>
41. Miao X. et al. The Equilibrium of Bacterial Microecosystem: Probiotics, Pathogenic Bacteria, and Natural Antimicrobial Substances in Semen. *Microorganisms*. 2024; 12(11): 2253.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms12112253>
42. Cagnoli C.I., Chiapparrone M.L., Cacciato C.S., Rodríguez M.G., Aller J.F., Catena M.d.C. Effects of *Campylobacter fetus* on bull sperm quality. *Microbial Pathogenesis*. 2020; 149: 104486.
<https://doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104486>
43. Marchiani S. et al. Effects of common Gram-negative pathogens causing male genitourinary-tract infections on human sperm functions. *Scientific Reports*. 2021; 11: 19177.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-98710-5>
44. Eini F., Kutenaei M.A., Zareei F., Dastjerdi Z.S., Shirzeyli M.H., Salehi E. Effect of bacterial infection on sperm quality and DNA fragmentation in subfertile men with Leukocytospermia. *BMC Molecular and Cell Biology*. 2021; 22: 42.
<https://doi.org/10.1186/s12860-021-00380-8>
45. Appiah M.O., Wang J., Lu W. Microflora in the Reproductive Tract of Cattle: A Review. *Agriculture*. 2020; 10(6): 232.
<https://doi.org/10.3390/agriculture10060232>
46. Maroto Martín L.O. et al. Bacterial contamination of boar semen affects the litter size. *Animal Reproduction Science*. 2010; 120(1–4): 95–104.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.03.008>
47. Sheldon I.M., Owens S.E. Postpartum uterine infection and endometritis in dairy cattle. *Animal Reproduction*. 2017; 14(3): 622–629.
<https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR1006>
48. Tvrđá E. et al. Possible Implications of Bacteriospermia on the Sperm Quality, Oxidative Characteristics, and Seminal Cytokine Network in Normozoospermic Men. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022; 23(15): 8678.
<https://doi.org/10.3390/ijms23158678>
49. Varela E. et al. How does the microbial load affect the quality of equine cool-stored semen?. *Theriogenology*. 2018; 114: 212–220.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.03.028>

50. Konstantinidis T., Tsigalou C., Karvelas A., Stavropoulou E., Voidarou C., Bezirtzoglou E. Effects of Antibiotics upon the Gut Microbiome: A Review of the Literature. *Biomedicines*. 2020; 8(11): 502.
<https://doi.org/10.3390/biomedicines8110502>
51. Lv S. et al. Gut microbiota is involved in male reproductive function: a review. *Frontiers in Microbiology*. 2024; 15: 1371667.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1371667>
52. Adak A., Khan M.R. An insight into gut microbiota and its functionalities. *Cellular and Molecular Life Sciences*. 2019; 76(3): 473–493.
<https://doi.org/10.1007/s00018-018-2943-4>
53. Hao Y. et al. Gut Microbiota-Testis Axis: FMT Mitigates High-Fat Diet-Diminished Male Fertility via Improving Systemic and Testicular Metabolome. *Microbiology Spectrum*. 2022; 10(3): e00028-22.
<https://doi.org/10.1128/spectrum.00028-22>
54. Zhou Y. et al. Taxifolin increased semen quality of Duroc boars by improving gut microbes and blood metabolites. *Frontiers in Microbiology*. 2022; 13: 1020628.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1020628>
55. Zhang Y., Hou B., Liu T., Wu Y., Wang Z. Probiotics improve polystyrene microplastics-induced male reproductive toxicity in mice by alleviating inflammatory response. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2023; 263: 115248.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115248>
56. Wiest R., Garcia-Tsao G. Bacterial translocation (BT) in cirrhosis. *Hepatology*. 2005; 41(3): 422–433.
<https://doi.org/10.1002/hep.20632>
57. Tremellen K., McPhee N., Pearce K., Benson S., Schedlowski M., Engler H. Endotoxin-initiated inflammation reduces testosterone production in men of reproductive age. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2018; 314(3): E206–E213.
<https://doi.org/10.1152/ajpendo.00279.2017>
58. Desai M.S. et al. A Dietary Fiber-Deprived Gut Microbiota Degrades the Colonic Mucus Barrier and Enhances Pathogen Susceptibility. *Cell*. 2016; 167(5): 1339–1353.e1321.
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.10.043>
59. Li P., Hu J., Zhao H., Feng J., Chai B. Multi-Omics Reveals Inhibitory Effect of Baicalein on Non-Alcoholic Fatty Liver Disease in Mice. *Frontiers in Pharmacology*. 2022; 13: 925349.
<https://doi.org/10.3389/fphar.2022.925349>
60. Wang Y., Xie Z. Exploring the role of gut microbiome in male reproduction. *Andrology*. 2022; 10(3): 441–450.
<https://doi.org/10.1111/andr.13143>
61. Ding N. et al. Impairment of spermatogenesis and sperm motility by the high-fat diet-induced dysbiosis of gut microbes. *Gut*. 2020; 69(9): 1608–1619.
<https://doi.org/10.1136/gutjnl-2019-319127>
62. Clarke G. et al. The microbiome-gut-brain axis during early life regulates the hippocampal serotonergic system in a sex-dependent manner. *Molecular Psychiatry*. 2013; 18(6): 666–673.
<https://doi.org/10.1038/mp.2012.77>
63. Ye L. et al. Impacts of Immunometabolism on Male Reproduction. *Frontiers in Immunology*. 2021; 12: 658432.
<https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.658432>
64. Lin Y. et al. Effects of dietary L-leucine supplementation on testicular development and semen quality in boars. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022; 9: 904653.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2022.904653>
65. Zhu Y. et al. Catalpol ameliorates diabetes-induced testicular injury and modulates gut microbiota. *Life Sciences*. 2021; 267: 118881.
<https://doi.org/10.1016/j.lfs.2020.118881>
66. Yuan X., Chen R., Zhang Y., Lin X., Yang X. Gut microbiota: effect of pubertal status. *BMC Microbiology*. 2020; 20: 334.
<https://doi.org/10.1186/s12866-020-02021-0>
67. Helli B., Kavianpour M., Ghaedi E., Dadfar M., Haghhighian H.K. Probiotic effects on sperm parameters, oxidative stress index, inflammatory factors and sex hormones in infertile men. *Human Fertility*. 2022; 25(3): 499–507.
<https://doi.org/10.1080/14647273.2020.1824080>
68. Akram M., Ali S.A., Behare P., Kaul G. Dietary intake of probiotic fermented milk benefits the gut and reproductive health in mice fed with an obesogenic diet. *Food & Function*. 2022; 13(2): 737–752.
<https://doi.org/10.1039/d1fo02501e>
69. Inatom I., Otomaru K. Effect of dietary probiotics on the semen traits and antioxidative activity of male broiler breeders. *Scientific Reports*. 2018; 8: 5874.
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-24345-8>
50. Konstantinidis T., Tsigalou C., Karvelas A., Stavropoulou E., Voidarou C., Bezirtzoglou E. Effects of Antibiotics upon the Gut Microbiome: A Review of the Literature. *Biomedicines*. 2020; 8(11): 502.
<https://doi.org/10.3390/biomedicines8110502>
51. Lv S. et al. Gut microbiota is involved in male reproductive function: a review. *Frontiers in Microbiology*. 2024; 15: 1371667.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1371667>
52. Adak A., Khan M.R. An insight into gut microbiota and its functionalities. *Cellular and Molecular Life Sciences*. 2019; 76(3): 473–493.
<https://doi.org/10.1007/s00018-018-2943-4>
53. Hao Y. et al. Gut Microbiota-Testis Axis: FMT Mitigates High-Fat Diet-Diminished Male Fertility via Improving Systemic and Testicular Metabolome. *Microbiology Spectrum*. 2022; 10(3): e00028-22.
<https://doi.org/10.1128/spectrum.00028-22>
54. Zhou Y. et al. Taxifolin increased semen quality of Duroc boars by improving gut microbes and blood metabolites. *Frontiers in Microbiology*. 2022; 13: 1020628.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1020628>
55. Zhang Y., Hou B., Liu T., Wu Y., Wang Z. Probiotics improve polystyrene microplastics-induced male reproductive toxicity in mice by alleviating inflammatory response. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2023; 263: 115248.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115248>
56. Wiest R., Garcia-Tsao G. Bacterial translocation (BT) in cirrhosis. *Hepatology*. 2005; 41(3): 422–433.
<https://doi.org/10.1002/hep.20632>
57. Tremellen K., McPhee N., Pearce K., Benson S., Schedlowski M., Engler H. Endotoxin-initiated inflammation reduces testosterone production in men of reproductive age. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2018; 314(3): E206–E213.
<https://doi.org/10.1152/ajpendo.00279.2017>
58. Desai M.S. et al. A Dietary Fiber-Deprived Gut Microbiota Degrades the Colonic Mucus Barrier and Enhances Pathogen Susceptibility. *Cell*. 2016; 167(5): 1339–1353.e1321.
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.10.043>
59. Li P., Hu J., Zhao H., Feng J., Chai B. Multi-Omics Reveals Inhibitory Effect of Baicalein on Non-Alcoholic Fatty Liver Disease in Mice. *Frontiers in Pharmacology*. 2022; 13: 925349.
<https://doi.org/10.3389/fphar.2022.925349>
60. Wang Y., Xie Z. Exploring the role of gut microbiome in male reproduction. *Andrology*. 2022; 10(3): 441–450.
<https://doi.org/10.1111/andr.13143>
61. Ding N. et al. Impairment of spermatogenesis and sperm motility by the high-fat diet-induced dysbiosis of gut microbes. *Gut*. 2020; 69(9): 1608–1619.
<https://doi.org/10.1136/gutjnl-2019-319127>
62. Clarke G. et al. The microbiome-gut-brain axis during early life regulates the hippocampal serotonergic system in a sex-dependent manner. *Molecular Psychiatry*. 2013; 18(6): 666–673.
<https://doi.org/10.1038/mp.2012.77>
63. Ye L. et al. Impacts of Immunometabolism on Male Reproduction. *Frontiers in Immunology*. 2021; 12: 658432.
<https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.658432>
64. Lin Y. et al. Effects of dietary L-leucine supplementation on testicular development and semen quality in boars. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022; 9: 904653.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2022.904653>
65. Zhu Y. et al. Catalpol ameliorates diabetes-induced testicular injury and modulates gut microbiota. *Life Sciences*. 2021; 267: 118881.
<https://doi.org/10.1016/j.lfs.2020.118881>
66. Yuan X., Chen R., Zhang Y., Lin X., Yang X. Gut microbiota: effect of pubertal status. *BMC Microbiology*. 2020; 20: 334.
<https://doi.org/10.1186/s12866-020-02021-0>
67. Helli B., Kavianpour M., Ghaedi E., Dadfar M., Haghhighian H.K. Probiotic effects on sperm parameters, oxidative stress index, inflammatory factors and sex hormones in infertile men. *Human Fertility*. 2022; 25(3): 499–507.
<https://doi.org/10.1080/14647273.2020.1824080>
68. Akram M., Ali S.A., Behare P., Kaul G. Dietary intake of probiotic fermented milk benefits the gut and reproductive health in mice fed with an obesogenic diet. *Food & Function*. 2022; 13(2): 737–752.
<https://doi.org/10.1039/d1fo02501e>
69. Inatom I., Otomaru K. Effect of dietary probiotics on the semen traits and antioxidative activity of male broiler breeders. *Scientific Reports*. 2018; 8: 5874.
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-24345-8>

ОБ АВТОРАХ**Елена Александровна Йылдырым^{1,2}**

- доктор биологических наук, профессор кафедры крупного животноводства¹;
- главный биотехнолог молекулярно-генетической лаборатории²
deniz@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5846-5105>

Валентина Анатольевна Филиппова^{1,2}

- старший преподаватель кафедры крупного животноводства¹;
- биотехнолог²
filippova@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8789-9837>

Ксения Андреевна Соколова^{1,2}

- ассистент кафедры крупного животноводства¹;
- биотехнолог²
ksenya.k.a@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9541-6839>

Елена Александровна Корочкина³

- доктор ветеринарных наук, профессор кафедры генетических и репродуктивных биотехнологий
<https://orcid.org/0000-0002-7011-4594>

Евгений Юрьевич Финагеев³

- кандидат ветеринарных наук, ассистент кафедры генетических и репродуктивных биотехнологий
<https://orcid.org/0009-0004-1526-3273>

Мария Александровна Шубина³

- студент
Maris.shubi@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0000-3623-0156>

¹Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Петербургское шоссе, 2, Пушкин, Санкт-Петербург,
196601, Россия

²ООО «БИОТРОФ+»,
бульвар Загребский, 19, корп. 1, Санкт-Петербург, 192284,
Россия

³Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины,
ул. Черниговская, 5, Санкт-Петербург, 196084, Россия

ABOUT THE AUTHORS**Elena Alexandrovna Yildirim^{1,2}**

- Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Large-scale Animal Husbandry¹;
- Chief Biotechnologist of the Molecular Genetics Laboratory²
deniz@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5846-5105>

Valentina Anatolyevna Filippova^{1,2}

- Senior Lecturer of the Department of Large-scale Animal Husbandry¹;
- Biotechnologist²
filippova@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8789-9837>

Ksenia Andreevna Sokolova^{1,2}

- Assistant of the Department of Large Animal Husbandry¹;
- Biotechnologist²
ksenya.k.a@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9541-6839>

Elena Aleksandrovna Korochkina³

- Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Genetic and Reproductive Biotechnology
<https://orcid.org/0000-0002-7011-4594>

Evgeny Yurievich Finageev³

- Candidate of Veterinary Sciences, Assistant of the Department of Genetic and Reproductive Biotechnology
<https://orcid.org/0009-0004-1526-3273>

Maria Aleksandrovna Shubina³

- Student
Maris.shubi@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0000-3623-0156>

¹St. Petersburg State Agrarian University,

² Peterburgskoye shosse, Pushkin,
St. Petersburg, 196601, Russia

²“BIOTROF+” Ltd,
19 Zagrebsky Boulevard, building 1, Saint Petersburg,
192284, Russia

³Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine,
5 Chernigovskaya Str., St. Petersburg, 196084, 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://agrarnyanauka.ru/rassylka-zhurnala/>



» ПОДПИСКА НА АРХИВНЫЕ НОМЕРЫ
И ОДНОЛЬНЫЕ СТАТЬИ
на сайте Научной электронной библиотеки
www.elibrary.ru



Реклама

Р.Г. Сапронова ✉

Г.М. Крюковская

М.В. Матвеева

Т.О. Маришина

Российский биотехнологический
университет (РОСБИОТЕХ), Москва,
Россия

✉ sapronovar@list.ru

Поступила в редакцию: 25.07.2025

Одобрена после рецензирования: 11.11.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

© Сапронова Р.Г., Крюковская Г.М.,
Матвеева М.В., Маришина Т.О.

Общеклинические показатели крови служебных собак на фоне влияния гумата калия

РЕЗЮМЕ

В данном исследовании рассматривается влияние кормовой добавки, содержащей гумат калия, на гематологические параметры у служебных собак ($n = 20$), подверженных значительным физическим нагрузкам. Такая усиленная работа может вызывать метаболические расстройства, воспалительные процессы и эндогенную интоксикацию, что негативно сказывается на функции эритроцитов, реологии крови и тканевой оксигенации. Гуминовые кислоты, известные своими антиоксидантными, детоксицирующими и модулирующими гемостаз свойствами, применялись в дозировке 25 мг ежедневно в течение 21 дня как дополнение к основному рациону. Гематологический анализ, выполненный с помощью анализатора и фазово-контрастной микроскопии, показал значительные улучшения гематологических параметров: увеличение количества эритроцитов на 18,2%, повышение уровня гемоглобина на 16,8%, улучшение среднего корпускулярного содержания гемоглобина (МЧС) на 17,7%. Морфологические изменения эритроцитов включали 100%-ное увеличение нормоцитов относительно исходного значения, а также снижение микроцитоза (25,0%), гипохромии (14,3%), эхиноцитоза (30,0%) и сфероцитоза (50,0%). Эти данные указывают на усиление способности транспортировать кислород, улучшение морфологии эритроцитов и снижение числа патологических клеточных форм. Во время эксперимента побочных реакций не выявлено. Данное исследование демонстрирует эффективность гуминовых кислот в стабилизации гематологических параметров и улучшении функции эритроцитов у собак при сильных нагрузках.

Ключевые слова: кормовые добавки, гематология, гуминовые кислоты, гумат калия, метаболизм, собаки, эритропоэз

Для цитирования: Сапронова Р.Г., Крюковская Г.М., Матвеева М.В., Маришина Т.О. Общеклинические показатели крови служебных собак на фоне влияния гумата калия. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 62–67.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-62-67>

Regina G. Sapronova ✉

Galina M. Kryukovskaya

Margarita V. Matveeva

Tatiana O. Maryushina

Russian University of Biotechnology
(ROSBIOOTECH), Moscow, Russia

✉ sapronovar@list.ru

Received by the editorial office: 25.07.2025

Accepted in revised: 11.11.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Сапронова Р.Г., Крюковская Г.М.,
Матвеева М.В.,玛丽шина Т.О.

General clinical blood parameters of service dogs under the influence of potassium humate

ABSTRACT

This study investigated the effects of a feed additive containing potassium humate on hematological parameters in working dogs ($n = 20$) subjected to significant physical exertion. Such intense exercise can induce metabolic disorders, inflammatory processes, and endogenous intoxication, which negatively affect erythrocyte function, blood rheology, and tissue oxygenation. Humic acids, known for their antioxidant, detoxifying, and hemostasis-modulating properties, were administered at a dosage of 25 mg daily for 21 days as a supplement to the main diet. Hematological analysis, performed using an analyzer and phase-contrast microscopy, revealed significant improvements in hematological parameters: an 18.2% increase in red blood cell count, a 16.8% increase in hemoglobin levels, and a 17.7% improvement in the Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC). Morphological changes in erythrocytes included a 100% increase in normocytes relative to the baseline value, as well as reductions in microcytosis (25.0%), hypochromia (14.3%), echinocytosis (30.0%), and spherocytosis (50.0%). These data indicate an enhanced oxygen transport capacity, improved erythrocyte morphology, and a decreased number of pathological cell forms. No adverse reactions were detected during the experiment. This study demonstrates the efficacy of humic acids in stabilizing hematological parameters and improving erythrocyte function in dogs under heavy physical loads.

Key words: dietary supplements, hematatology, humic acids, potassium humate, metabolism, dogs, erythropoiesis

For citation: Sapronova R.G., Kryukovskaya G.M., Matveeva M.V., Maryushina T.O. General clinical blood parameters of service dogs under the influence of potassium humate. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 62–67 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-62-67>

Введение/Introduction

Работа служебных собак связана с выполнением задач различной сложности — от охраны и поисково-спасательных операций до канистерапии. Поддержание оптимального клинического статуса животных является важным условием их работоспособности и выносливости. В периоды интенсивных нагрузок организм собак испытывает значительное физиологическое напряжение, что требует применения специализированных кормовых добавок, способных активировать метаболические процессы и повышать адаптационный потенциал [1–3].

Перспективной группой биологически активных соединений являются гуминовые вещества, в частности гумат калия. Эти соединения представляют собой природные комплексы с разнообразной биохимической активностью, обладающие антиоксидантными, детоксикационными и адаптогенными свойствами [4–6]. Биологическая активность гуминовых кислот обусловлена их сложной молекулярной структурой, содержащей ароматические ядра с гидроксильными и карбоксильными функциональными группами [7].

Несмотря на достаточно изученные общие механизмы действия гуминовых веществ, их специфическое влияние на гематологические параметры у служебных собак остается малоисследованным.

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью научного обоснования применения гумата калия в кинологической практике для коррекции показателей крови у животных в условиях интенсивных нагрузок.

Цель настоящей работы — оценка воздействия гумата калия на гематологические параметры и морфологию эритроцитов у служебных собак в условиях контролируемого эксперимента.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили на кафедре ветеринарной медицины «РОСБИОТЕХ» и в ветеринарной клинике «ВетТал» (г. Москва, Россия) с 2022 по 2024 год. Объектом исследования были 20 служебных собак возрастной группы от 6 до 7 лет (10 особей бельгийской породы и 10 — немецкой овчарки), кобели, без видимых клинических отклонений, масса тела испытуемых составляла $29,0 \pm 1,5$ кг. Из них по 5 собак каждой породы были в опытной группе и контрольной соответственно. Содержание вольерное, кормление кормом производства «РосПёс, Гарнizon» (Россия).

Взятие крови производили дважды (до начала приема гумата калия и на 21-е сутки ежедневного кормления добавкой) из подкожной вены предплечья инъекционной иглой 18G после 12-часовой голодной диеты в пробирки (Bodywin, Китай) с K2-ЭДТА емкостью 4 мл.

Исследования крови проводили на гематологическом анализаторе MicroCC-20Plus (High Technology Inc., США). СОЭ определяли методом Панченкова¹, гематокрит измеряли на карточном гематокритном ридере (STATSPIN, США). Лейкоцитарную формулу определяли морфологическим методом с микроскопией окрашенных мазков крови. Использовали методику окраски по Май-Грюнвальду. Окрашенные мазки исследовали под увеличением $\times 1000$ с иммерсией (Saike Digital, Китай). Лейкоциты подсчитывали по методу Меандра². Параллельно оценивали морфологию клеток крови с использованием рекомендаций Международного комитета по стандартизации в гематологии³.

Гуминовую кислоту калия ($C_9H_8K_2O_4$) применяли в таблетированной форме, где 65% — концентрация основного вещества, а остальные 35% — связывающие вещества, в дозировке из расчета 10 мг на 1 кг веса 2 раза в сутки в течение 21 суток ежедневно.

Препарат вводили перорально без сопротивления со стороны собаки в игровой форме в качестве поощрения в 10:00 и 22:00. Все манипуляции проводили безопасно для животных⁴.

Восстановление после рабочих нагрузок оценивали по кардиореспираторным показателям (частоте сердечных сокращений, сатурации кислорода) («Пульсоксиметр Армед А300», Armed, Китай) после физических и эмоциональных нагрузок.

Статистический анализ данных проведен с использованием программы SPSS Statistic (США). Для описания признаков с нормальным распределением использовали среднее значение с указанием стандартного отклонения ($M \pm SD$).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Данное исследование продолжает работу по изучению влияния гумата калия на животных [10]. Результаты общеклинического исследования крови служебных собак представлены в таблице 1.

В опытной группе зафиксировано достоверное улучшение по ключевым параметрам: увеличение гематокрита на 11,0%, уровня гемоглобина — на 16,8%, средней концентрации гемоглобина в эритроците (MCHC) — на 17,7%, среднего

¹ Крюковская Г.М., Марюшина Т.О., Хамис Х.С.М. и др. Скорость оседания эритроцитов. Методология. Клиническое значение: учеб.-метод. пособие. М.: Франтера. 2025; 78.

ISBN 978-5-94009-196-7

² https://www.dongau.ru/obuchenie/nauchnaya-biblioteka/Ucheb_posobiya/2019/Гематология_Полозюк_ОН_2019_159c.pdf

³ International Council for Standardization in Haematology. ICSH recommendations for haemoglobinometry in human blood // International Journal of Laboratory Hematology. 2015; 37: 1: 21–25.

⁴ Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях [электронный ресурс] [рус., англ.]: заключена в г. Страсбурге 18.03.1986: ETS № 123.

URL: <http://www.conventions.coe.int>

Таблица 1. Гематологические показатели служебных собак на фоне применения гумата калия
Table 1. Hematological parameters of service dogs on the background of potassium humate application

Показатели	Группа	До применения	На 21-е сутки применения	Изменение, %	Референсные значения	p-value (внутригрупповое)	p-value (межгрупповое на 21-е сутки)
Эритроциты (RBC), $\times 10^{12}/\text{л}$	Опытная	$5,50 \pm 0,28$	$6,50 \pm 0,73$	+18,2	5,5–8,5	> 0,05	< 0,05
	Контрольная	$5,45 \pm 0,31$	$5,52 \pm 0,29$	+1,3		> 0,05	
Гематокрит (HCT), %	Опытная	$39,10 \pm 0,54$	$43,40 \pm 0,67$	+11,0	39,0–52,0	< 0,001	< 0,01
	Контрольная	$39,25 \pm 0,61$	$39,80 \pm 0,58$	+1,4		> 0,05	
Гемоглобин (HB), г/дл	Опытная	$12,50 \pm 0,45$	$14,60 \pm 0,41$	+16,8	12,0–18,0	< 0,05	< 0,05
	Контрольная	$12,45 \pm 0,42$	$12,55 \pm 0,39$	+0,8		> 0,05	
СОЭ (ESR), мм/час	Опытная	$7,41 \pm 0,29$	$2,90 \pm 0,41$	-60,9	2,0–3,5	< 0,001	< 0,001
	Контрольная	$7,35 \pm 0,32$	$7,20 \pm 0,35$	-2,0		> 0,05	
MCHC, гр/дл	Опытная	$31,70 \pm 0,81$	$37,30 \pm 0,13$	+17,7	32,0–38,0	< 0,01	< 0,01
	Контрольная	$31,65 \pm 0,78$	$31,80 \pm 0,75$	+0,5		> 0,05	
MCH, пкг	Опытная	$21,40 \pm 0,52$	$24,70 \pm 0,78$	+15,4	21,0–27,0	< 0,001	< 0,001
	Контрольная	$21,35 \pm 0,49$	$21,45 \pm 0,51$	+0,5		> 0,05	

содержания гемоглобина в эритроците (MCH) — на 15,4%. Наблюдалось статистически значимое снижение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) — на 60,9% ($p < 0,001$).

В контрольной группе не выявлено статистически значимых изменений гематологических показателей ($p > 0,05$), что подтверждает специфическое действие гумата калия. Межгрупповой анализ показал достоверные различия между группами на 21-е сутки исследования по всем основным параметрам ($p < 0,05$).

Полученные данные свидетельствуют о выраженному положительном влиянии гумата калия на гематологический статус служебных собак и согласуются с результатами предыдущего исследования [10].

Статистический анализ с использованием парного t-теста показал исключительно высокую значимость наблюдаемых изменений ($p < 0,001$ для всех основных параметров). До начала исследования у животных отмечали показатели на нижней границе референсных значений.

По результатам настоящих исследований установлено, что до применения гумата калия среднее количество лейкоцитов, эритроцитов, средний объем эритроцитов, гемоглобин, среднее содержание гемоглобина в эритроците находились на нижнем значении, а показатель средней концентрации гемоглобина в эритроците — ниже минимального референсного диапазона, в то время, как процентное соотношение сегментоядерных нейтрофилов было повышенено, а также отмечено умеренное наличие гиперсегментации их ядер (у 30% собак обнаружены в ядре более 5 сегментов, а у 55% собак — 5,5% нейтрофилов с пятисегментарным строением ядра), что говорит о напряженном иммунном, метаболическом статусе и развитии эндогенной интоксикации. Исходя из полученных результатов, предполагаем, что организм служебных собак в рабочий период практически всегда находится в состоянии функционального адаптивного напряжения, что отражается на показателях, в том числе СОЭ [9].

По литературным данным отмечено, что при истощении саногенетических резервов возможны увеличение экспрессии интегринов и формирование внеклеточных нейтрофильных ловушек (NET) [11, 12]. Соответственно, выявление, контроль и мероприятия по снижению данных цитологических особенностей являются важными, особенно для рабочих собак, поскольку неконтролируемое образование NET может являться предиктором ко многим воспалительным и аутоиммунным манифестициям, возникает нарушение гемодинамики, провоцируя микроangiопатии, развитие ишемии и анемического синдрома [12–14].

У исследуемых собак (вне зависимости от породной принадлежности) выявлены значения на пороге микроцитарной гипохромии. Стоит отметить, что в контрольной группе через 21 день параметры, характеризующие насыщение эритроцитов гемоглобином (MCHC, MCH), оставались без изменений.

На 21-е сутки после начала применения гумата калия была зафиксирована статистически значимая положительная динамика показателей крови. Количество лейкоцитов достигло медианы референса. Наблюдалось увеличение количества эритроцитов (на 18,2%), уровня гемоглобина (на 16,8%), а также средней концентрации гемоглобина в эритроците (MCHC) (на 17,7%). Вероятно, данные изменения связаны с модулирующим влиянием гуматов на метаболические процессы в клетках.

До применения препарата скорость оседания эритроцитов (СОЭ) составляла $7,4 \pm 0,29$ мм/ч, а через 21 день — $2,9 \pm 0,41$ мм/ч. Это подтверждает, что гуминовые кислоты способны связываться с белками крови посредством электростатических взаимодействий, водородных связей и гидрофобных эффектов, чем и объясняется изменение СОЭ. Агрегация эритроцитов снижается путем усиления их отрицательного заряда и обеспечивает улучшение микроциркуляции [14]. Вероятно, выявленные изменения обусловлены взаимодействием гумата калия с белками плазмы крови. Гуминовые кислоты, обладая

отрицательным зарядом при физиологическом pH 7,35–7,45 за счет диссоциации карбоксильных групп, способны связываться с положительно заряженными аминокислотными остатками белков плазмы [15]. Это может приводить к конформационным изменениям белковых молекул и модуляции их функциональной активности.

Результаты исследования морфологии эритроцитов на фоне применения гумата калия представлены в таблице 2.

На исходном этапе исследования, предшествующем применению гуматов, в морфологической картине эритроцитов были зарегистрированы патологические изменения: отмечались явления пойкилоцитоза, микроцитоза, гипохромии и анизохромии. Подобные нарушения эритроцитарных показателей могут отражать наличие хронических патологических процессов и (или) дисфункцию кроветворных органов.

Указанные морфологические аномалии эритроцитов потенциально способны вызывать нарушения кислородтранспортной функции крови, приводя к развитию тканевой гипоксии, ишемическим проявлениям и могут коррелировать с эндотоксикозом, расстройствами минерально-го гомеостаза, включая железодефицитные состояния. Эхиноцитоз, по мнению авторов, может являться следствием анемического синдрома, дисфункционального состояния сердечно-сосудистой и ренальной систем. Сфeroцитоз у собак указывает на возможные процессы, связанные с аутоиммунным характером, овалоцитоз может быть обусловлен хронической эндогенной интоксикацией наряду с хроническим системным воспалительным процессом [8, 14].

Анализ данных выявил статистически значимые положительные изменения в основной группе по сравнению с контрольной ($p > 0,05$).

Размер эффекта (Cohen's d) для основных параметров в основной группе превышал 0,8, что может быть свидетельством влияния гумата калия на морфологию эритроцитов.

Полученные данные позволяют предположить, что гумат калия способствует нормализации и улучшению функционального состояния эритроцитов за счет стабилизации их мембран и оптимизации гемоглобинообразования.

На основании анализа цитоархитектоники эритроцитов после трехнедельного применения гумата калия зафиксированы существенные положительные сдвиги в клеточной морфологии. В основной группе зафиксировано увеличение доли нормоцитов на 100% ($p < 0,001$), что свидетельствует о нормализации структурно-функциональных параметров красных кровяных телец.

Полученные данные позволяют предположить механизм действия, связанный со стабилизацией гуматом калия основных цитоскелетных белков — спектрина и актина, критически важных для поддержания физиологической формы и механической устойчивости эритроцитов. Отмеченные морфологические изменения отражают восстановление баланса между процессами деструкции и обновления цитоскелетных элементов.

Данная перестройка внутриклеточной организации приводит к существенному повышению устойчивости эритроцитов к механическим воздействиям, улучшению их деформационной способности и восстановлению функциональной активности, что в конечном итоге оптимизирует реологические показатели крови [9, 14]. Одновременно с этим частота микроцитоза и снижение патологических форм эритроцитов: на 25% ($p < 0,001$) от исходного значения, что предположительно может быть связано с улучшением эритропоэза и (или) коррекцией нарушенного обмена железа. Выраженность гипохромии уменьшилась на 14,3% ($p < 0,01$), что может указывать на улучшение насыщения эритроцитов гемоглобином, вследствие нормализации метаболических процессов. В связи со способностью гуминовых соединений к хелатированию, образованию комплексов с ионами металлов повышается активность ферритина, трансферритина и

Таблица 2. Изменение морфологии эритроцитов служебных собак на фоне применения гумата калия

Table 2. Changes in erythrocyte morphology of service dogs on the background of potassium humate application

Показатель, % эритроцитов	Группа	До приема, %	Через 21 день, %	Изменение, %	Cohen's d	p-value
Нормоциты	Опытная	20,0 ± 0,46	40,0 ± 0,32	+100	15,30	< 0,001
	Контрольная	19,8 ± 0,42	20,5 ± 0,38	+3,5	1,80	> 0,05
Микроцитоз	Опытная	80,0 ± 0,31	60,0 ± 0,22	-25	75,80	< 0,001
	Контрольная	79,5 ± 0,35	78,0 ± 0,33	-1,9	4,50	> 0,05
Гипохромия	Опытная	70,0 ± 0,21	60,0 ± 0,45	-14,3	28,60	< 0,01
	Контрольная	69,5 ± 0,28	68,0 ± 0,31	-2,2	5,20	> 0,05
Анизохромия	Опытная	10,0 ± 0,25	0,0 ± 0,00	-100	—	< 0,001
	Контрольная	9,8 ± 0,22	9,50 ± 0,24	-3,1	1,30	> 0,05
Эхиноциты	Опытная	20,0 ± 0,51	14,0 ± 0,61	-30	10,70	< 0,01
	Контрольная	19,7 ± 0,48	19,0 ± 0,52	-3,6	1,40	> 0,05
Сфeroциты	Опытная	20,0 ± 0,47	10,0 ± 0,32	-50	25,60	< 0,001
	Контрольная	19,8 ± 0,43	18,5 ± 0,41	-6,6	3,10	> 0,05
Овалоциты	Опытная	12,0 ± 0,25	0,0 ± 0,00	-100	—	< 0,001
	Контрольная	11,7 ± 0,27	11,2 ± 0,29	-4,3	1,80	> 0,05

супероксиддисмутазы [2]. Одновременно с этим эхиноцитоз снизился на 30% ($p < 0,01$), что может свидетельствовать об уменьшении оксидативного стресса или сокращения воздействия токсических факторов на мембранные эритроциты. При взаимодействии фенольных и карбоксильных групп гуминовых кислот (серином, треонином, тирозином) с гидрофильными группами белков происходят усиление растворимости и препятствие денатурации при воздействии токсинов и окислителей [2, 7]. Было отмечено уменьшение количества сфероцитов на 50% ($p < 0,001$), что указывает на улучшение осмотической устойчивости эритроцитов и снижение разрушения клеточных мембран.

Важно отметить, что на фоне применения гуминовых кислот овалоциты и анизоцитоз не выявлены ($p < 0,001$), что свидетельствует об отсутствии значительных нарушений в процессах эритропозза, связанных с деформацией клеток.

Полученные данные подтверждают, что эффекты гуминовых веществ проявляются на функциях клеточных мембран [2, 15, 16]. Гуминовые кислоты встраиваются в липидный бислой мембраны эритроцитов благодаря своей амфи菲尔ной природе. Гидрофобные участки данных веществ взаимодействуют с жирными кислотами мембранных фосфолипидов, а гидрофильные группы контактируют с окружающей средой [15, 16]. Снижается склонность к гемолизу. Гумат калия может выступать донором электронов, нейтрализуя активные формы кислорода, увеличивая степень устойчивости мембран эритроцитов [16].

На фоне применения гумата калия у исследуемых служебных собак наблюдалась следующие положительные изменения: достоверное повышение физической выносливости, выраженное улучшение рабочих показателей и значимое ($42,0 \pm 13,0\%$) сокращение периода

восстановления после интенсивных нагрузок. Проследивается целесообразность применения гумата калия в ежедневном рационе служебных собак, обусловленная его комплексным положительным воздействием на организм, ускорением процессов восстановления после интенсивных физических и психоэмоциональных нагрузок, характерных для режима службы.

Выходы/Conclusions

В результате трехнедельного курса применения гумата калия у служебных собак выявлено статистически значимое ($p < 0,001$) улучшение ключевых гематологических параметров: увеличение гематокрита (на 11,0%), уровня гемоглобина (на 16,8%), средней концентрации гемоглобина в эритроците (МСНС) (на 17,7%), среднего содержания гемоглобина в эритроците (МЧН) (на 15,4%), количества эритроцитов (на 18,2%), а также снижение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) (на 60,9%).

Параллельно зарегистрированы достоверные позитивные изменения морфологических характеристик эритроцитов ($p < 0,001-0,01$), включающие двукратное увеличение доли нормоцитов, уменьшение распространенности микроцитоза на 25%, гипохромии на 14,3%, полное устранение анизохромии и овалоцитоза (-100 %), снижение частоты эхиноцитоза на 30% и сфероцитоза на 50%.

Помимо гематологических эффектов, отмечены повышение физической выносливости животных и сокращение периода постнагрузочного восстановления на $42,0 \pm 13,0\%$, что объективно подтверждает комплексное благоприятное воздействие гумата калия на кроветворную систему и функциональное состояние служебных собак.

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. Baryshev V.A., Popova O.S., Ponamarev V.S. New methods for detoxification of heavy metals and mycotoxins in dairy cows. *Online Journal of Animal and Feed Research*. 2022; 12(2): 81–88. <https://elibrary.ru/dxuobq>
2. Savchenko I.A., Korneeva I.N., Luksha E.A., Pasechnik K.K. Биологическая активность гуминовых веществ: перспективы и проблемы их применения в медицине (обзор). Журнал «МедиАль». 2019; (1): 54–60. <https://doi.org/10.21145/2225-0026-2019-1-54-60>
3. Куksa А.Д., Потапова И.А. Гуминовые кислоты: инновации и перспективы использования. *Молодой ученый*. 2025; (15): 39–42. <https://elibrary.ru/stzyjn>
4. Замятин С.А., Максимова Р.Б., Удалова Е.Ю. Оценка эффективности применения гуминового концентрата Дар при возделывании картофеля. *Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки*. 2019; 5(2): 156–162. <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-2-156-162>
5. Горовая А.И., Орлова Д.С., Щербенко О.В. Гуминовые вещества: строение, функции, механизм действия, протекторные свойства, экологическая роль. Киев: Наукова думка. 1995; 303. ISBN 5-12-004072-1
6. 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. Baryshev V.A., Popova O.S., Ponamarev V.S. New methods for detoxification of heavy metals and mycotoxins in dairy cows. *Online Journal of Animal and Feed Research*. 2022; 12(2): 81–88. <https://elibrary.ru/dxuobq>
2. Savchenko I.A., Korneeva I.N., Luksha E.A., Pasechnik K.K. Biological activity of humic substances: prospects and problems of their application in medicine (review). "MediAl". 2019; (1): 54–60 (in Russian). <https://doi.org/10.21145/2225-0026-2019-1-54-60>
3. Kuksa A.D., Potapova I.A. Humic acids: innovations and prospects of use. *Young scientist*. 2025; (15): 39–42 (in Russian). <https://elibrary.ru/stzyjn>
4. Zamyatin S.A., Maksimova R.B., Udalova E.Yu. Evaluation of application efficiency of humic concentrate Dar in potato cultivation. *Vestnik Mari State University. Chapter: Agriculture. Economics*. 2019; 5(2): 156–162 (in Russian). <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-2-156-162>
5. Gorovaya A.I., Orlova D.S., Shcherbenko O.V. Humic substances: structure, function, mechanism of action, protective properties, and ecological role. Kyiv: Naukova Dumka. 1995; 303 (in Russian). ISBN 5-12-004072-1

6. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil.* 2014; 383(1–2): 3–41.
<https://doi.org/10.1007/s1104-014-2131-8>
7. Vašková J., Velíká B., Pilátová M., Kron I., Vaško L. Effects of humic acids *in vitro*. *In vitro Cellular & Developmental Biology. Animal.* 2011; 47(5–6): 376–382.
<https://doi.org/10.1007/s11626-011-9405-8>
8. Xu P. et al. Humic acids alleviate aflatoxin B1-induced hepatic injury by reprogramming gut microbiota and absorbing toxin. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 2023; 259: 115051.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115051>
9. Давыдов Е.В., Уша Б.В., Марюшина Т.О., Крюковская Г.М., Немцева Ю.С. Изменение биохимических и гематологических показателей крови собак при онкологических заболеваниях после фотодинамической терапии. *Аграрный вестник Верхневолжья.* 2021; (4): 38–41.
<https://doi.org/10.35523/2307-5872-2021-37-4-38-41>
10. Сапронова Р.Г., Крюковская Г. М. Гематологические показатели служебных собак при применении кормовых биологически активных добавок с гуминовыми кислотами. *Сборник научных трудов 13-й Международной межвузовской конференции по клинической ветеринарии в формате Partners.* М.: МГАВМиБ — МВА им. К.И. Скрябина. 2024; 2: 167–171.
<https://elibrary.ru/rweajp>
11. Vorobyeva N.V. Vorobyeva N.V. Neutrophil extracellular traps: new aspects. *Bulletin of the Moscow University. Episode 16: Biology.* 2020; 75(4): 173–188.
<https://doi.org/10.3103/S0096392520040112>
12. Крылов А.А. Принципы трактовки клинического анализа крови. Сообщение 1. Лейкоциты (лекция). *Вестник Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования.* 2009; 1(2): 76–82.
<https://elibrary.ru/nxryxt>
13. Серебренникова С.Н., Семинский И.Ж., Гузовская Е.В., Гуцол Л.О. Воспаление — фундаментальный патологический процесс: лекция 2-я (клеточные реакции). *Байкальский медицинский журнал.* 2023; 2(2): 65–76.
<https://doi.org/10.57256/2949-0715-2023-2-65-76>
14. Акиньшина С.В., Бицадзе В.О., Андреева М.Д., Макацария А.Д. Тромботическая микроangiопатия. *Практическая медицина.* 2013; (7): 7–19.
<https://elibrary.ru/sallfj>
15. Боровская М.К., Кузнецова Э.Э., Горохова В.Г., Корякина Л.Б., Курильская Т.Е., Пивоваров Ю.И. Структурно-функциональная характеристика мембранных эритроцитов и ее изменения при патологиях разного генеза. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук.* 2010; (3): 334–354.
<https://elibrary.ru/ooppid>
16. Peña-Méndez E.M., Havel J., Patočka J. Humic substance — compounds of still unknown structure: Applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine. *Journal of Applied Biomedicine.* 2005; 3(1): 13–24.

ОБ АВТОРАХ

Регина Геннадьевна Сапронова

аспирант

sapronovar@list.ru

Галина Михайловна Крюковская

кандидат ветеринарных наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0002-7931-3979>

Маргарита Владимировна Матвеева

кандидат ветеринарных наук
margofree@yandex.ru

Татьяна Олеговна Марюшина

кандидат ветеринарных наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0003-4990-1945>

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

ABOUT THE AUTHORS

Regina Gennadievna Saprónova

Postgraduate Student

sapronovar@list.ru

Galina Mikhailovna Kryukovskaya

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
<https://orcid.org/0000-0002-7931-3979>

Margarita Vladimirovna Matveeva

Candidate of Veterinary Sciences
margofree@yandex.ru

Tatyana Olegovna Maryushina

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
<https://orcid.org/0000-0003-4990-1945>

Russian University of Biotechnology (ROSBIOTECH),
 11 Volokolamsk Highway, Moscow, 125080, Russia

УДК 636.2.033

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-68-76

А.Н. Фролов¹**О.А. Завьялов¹✉****З.А. Галиева^{1,2}****Т.Б. Алдыяров¹****Е.С. Медетов¹**

¹Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

²Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

✉ oleg-zavyalov83@mail.ru

Поступила в редакцию: 25.08.2025

Одобрена после рецензирования: 11.11.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

©Фролов А.Н., Завьялов О.А.,
Галиева З.А., Алдыяров Т.Б., Медетов Е.С.

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-68-76

Alexey N. Frolov¹**Oleg A. Zavyalov¹✉****Zulfiya A. Galieva^{1,2}****Timur B. Aldyarov¹****Erlan S. Medetov¹**

¹Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies RAS, Orenburg, Russia

²Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

✉ oleg-zavyalov83@mail.ru

Received by the editorial office: 25.08.2025

Accepted in revised: 11.11.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Frolov A.N., Zavyalov O.A., Galieva Z.A.,
Aldyarov T.B., Medetov E.S.

Тестостерон в волосах как прогностический маркер мясной продуктивности бычков

РЕЗЮМЕ

Цель данного исследования — оценка влияния уровня тестостерона в волосах с холки на продуктивные качества и мясную продуктивность бычков герефордской породы ($n = 60$).

По уровню гормона животные были разделены на три группы: с низким, средним и высоким содержанием тестостерона. Концентрацию тестостерона измеряли методом ИФА после экстракции гормона из волос. Оценивали приросты живой массы, показатели убоя, морфологический и химический состав туш. Статистический анализ проводили с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты показали выраженную положительную зависимость между уровнем тестостерона и интенсивностью роста. Бычки с высоким уровнем гормона достоверно пре-восходили животных с низким уровнем по абсолютному (на 23,1%) и среднесуточному (на 23,1%) приросту живой массы, массе туши (на 10,2%) и массе мякоти (на 11,1%). При этом наблюдалось значительное снижение отложения внутреннего жира (на 0,4%) и увеличение содержания протеина (на 1,1%) в длиннейшей мышце. Таким образом, определение тестостерона в волосах является надежным инструментом для прогнозирования мясной продуктивности и может быть использовано в селекционно-племенной работе для отбора животных с оптимальным гормональным статусом.

Ключевые слова: бычки герефордской породы, тестостерон, волосы, продуктивные качества, мясная продуктивность, химический состав мяса

Для цитирования: Фролов А.Н., Завьялов О.А., Галиева З.А., Алдыяров Т.Б., Медетов Е.С. Тестостерон в волосах как прогностический маркер мясной продуктивности бычков. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 68–76.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-68-76>

Testosterone in the hair as a prognostic marker of beef productivity of bulls

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of testosterone levels in withers hair on the productive qualities and meat productivity of Hereford bulls ($n = 60$).

According to hormone levels, the animals were divided into three groups: low, medium and high testosterone. Testosterone concentration was measured by ELISA after hormone extraction from hair. The weight gain, slaughter parameters, and morphological and chemical composition of the carcasses were evaluated. Statistical analysis was performed using the Student's t-test.

The results showed a pronounced positive relationship between testosterone levels and growth rate. Bulls with high hormone levels significantly outperformed animals with low levels in terms of absolute (by 23.1%) and average daily (by 23.1%) weight gain, carcass weight (by 10.2%) and pulp weight (by 11.1%). At the same time, there was a significant decrease in internal fat deposition (by 0.4%) and an increase in protein content (by 1.1%) in the longest muscle. Thus, the determination of testosterone in hair is a reliable tool for predicting meat productivity and can be used in breeding work to select animals with optimal hormonal status.

Key words: Hereford bulls, testosterone, hair, productive qualities, meat productivity, chemical composition of meat

For citation: Frolov A.N., Zavyalov O.A., Galieva Z.A., Aldyarov T.B., Medetov E.S. Testosterone in the hair as a prognostic marker of beef productivity of bulls. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 68–76 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-68-76>

Введение/Introduction

Продуктивные и мясные качества крупного рогатого скота являются комплексными признаками, на которые оказывают влияние многочисленные факторы, включая генетику, кормление, условия содержания и гормональный статус животных. Среди гормональных регуляторов особое место занимает тестостерон, являющийся мощным анаболическим андрогеном, который напрямую стимулирует рост мышечной ткани и влияет на метаболизм [1, 2]. Традиционная оценка гормонального статуса у сельскохозяйственных животных основывается на анализе концентрации гормонов в крови, слюне или моче [3]. Однако эти методы имеют существенный недостаток, так как отражают сиюминутную концентрацию гормона, подверженную сильным колебаниям из-за стресса, суточных ритмов и других кратковременных воздействий, что не позволяет объективно оценить долгосрочный гормональный профиль животного [4].

В последние годы в качестве надежной альтернативы для интегральной оценки гормонального фона за длительный период времени активно развивается метод определения стероидных гормонов в волосах [5, 6]. Кератиновый матрикс волоса аккумулирует гормоны из кровотока в процессе роста, обеспечивая тем самым ретроспективный показатель средней концентрации гормона на протяжении нескольких недель или даже месяцев, в зависимости от длины волоса. Этот неинвазивный метод минимизирует стресс от процедуры отбора проб, что особенно важно в животноводстве, и позволяет получить стабильные и воспроизведимые данные. На сегодняшний день наиболее широко в волосах изучался кортизол как маркер хронического стресса у различных видов животных, включая крупный рогатый скот [7]. В то же время данные о содержании тестостерона в волосах у сельскохозяйственных животных и его связи с хозяйственно полезными признаками остаются крайне ограниченными и фрагментарными.

Исследования на других видах млекопитающих, включая приматов и грызунов, демонстрируют сильную корреляцию между уровнем тестостерона в волосах и его циркулирующими концентрациями, а также связь с поведенческими и физиологическими характеристиками [8, 9]. Таким образом, есть все основания предполагать, что измерение тестостерона в волосах может стать ценным инструментом в селекционно-племенной работе для идентификации животных с оптимальным для мясной продуктивности гормональным статусом.

Цель настоящего исследования — оценка взаимосвязи между различными естественными уровнями тестостерона в организме, определенного по его концентрации волосах с холки, и продуктивными качествами бычков герефордской породы.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования выполняли в 2024–2025 гг. в условиях ООО «Агросакмар» и ООО «Оренбив» (Южный Урал, Россия). Объект исследования — бычки герефордской породы ($n = 60$; возраст 15–18 мес.)

Содержание животных и экспериментальные исследования проводили в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативного акта — Модельного закона Межпарламентской ассамблеи государств — участников Содружества Независимых Государств «Об обращении с животными» (принят на 29-м пленарном заседании Межпарламентской ассамблеи государств — участников СНГ (постановление от 31 октября 2007 года № 29-17¹) (<https://base.garant.ru/71307856/>)¹.

В ходе исследований были предприняты все усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и сократить количество испытуемых образцов.

Схема эксперимента

Бычки в зависимости от уровня тестостерона в волосах с холки процентильным методом были разделены на три группы: I группа — до 25-го процентиля ($n = 13$); II группа — в границах 25–75-го процентиля ($n = 24$); III группа — выше 75-го процентиля ($n = 13$). Основанием выбора данных интервалов послужили проведенные ранее исследования². Условия кормления и содержания для всех обследованных животных были идентичными.

Технология содержания

Животные в период 15–18 месяцев содержались в одной секции (беспривязно). Данная технология предусматривала содержание животных в железобетонных помещениях со свободным выходом на выгульно-кормовую площадку.

Кормление животных

Рационы кормления всех групп животных были идентичными и состояли из полносмешанного рациона (60% концентратов, 40% грубых и сочных кормов, 10,3–10,5 МДж обменной энергии), сбалансированного по питательным веществам в соответствии со стандартами откорма бычков 15–18 месяцев³. Животные не получали никаких дополнительных гормональных препаратов.

¹ Модельный закон Межпарламентской ассамблеи государств — участников Содружества Независимых Государств «Об обращении с животными» (принят на 29-м пленарном заседании Межпарламентской ассамблеи государств — участников СНГ (постановление от 31 октября 2007 года № 29-17).

<https://base.garant.ru/71307856/>

² Miroshnikov S. et al. The Reference Intervals of Hair Trace Element Content in Hereford Cows and Heifers (Bos Taurus). Biol Trace Elem Res. 2017; 180(1): 456–462.

DOI: 10.1007/s12011-017-0991-5

³ Калашников А.П., Фисинин В.И., Щеглов В.В., Первов Н.Г. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. М.: Знание. 2003; 456.

ISBN: 5-94587-093-5

Сбор волос и подготовка проб

Пробы волос отбирали перед отправкой на бойню с верхней части холки (минимум 0,4 г)⁴. Волосы состригали близко к коже с помощью машинки для стрижки животных Heiniger Saphir (Швейцария) со стальными ножами (высота среза 1,5 мм). Для предотвращения внешнего загрязнения ножки обрабатывали 96%-ным этианолом перед каждым отбором пробы. Все процедуры отбора проб выполняли в одноразовых резиновых перчатках Elegreen VINYLTERP TPE. Пробы хранили до начала подготовки в сухих бумажных конвертах в темном месте при комнатной температуре.

Очистку образцов проводили по следующему протоколу: замачивание в дистиллированной воде при 4060 °C в течение 3 часов; двухчасовая обработка в 40%-ном растворе этианола с одновременным воздействием ультразвука (частота 35 кГц, мощность 300(450) Вт, амплитуда 10 мм) в ультразвуковой ванне Stegler 5DT (Stegler, Китай); двухчасовая обработка в бидистиллированной воде с ультразвуком (параметры идентичны предыдущему этапу). После очистки волосы измельчали с помощью вибрационной мельницы IMC vMILL05 (IMC Group, Китай) со стальным размольным комплектом. Размер частиц полученного порошка, выраженный как медиана распределения (d_{50}), составлял 20 мкм. Экстракцию гормонов из волос проводили по методу, ранее описанному для человека и обезьян⁵.

Экстракция стероидных гормонов: 25 мг измельченных волос взвешивали в микропробирке. К каждой пробе добавляли 500 мкл метанола, и пробирки инкубировали 24 ч. при 37 °C. Затем пробы помещали в ультразвуковую ванну Stegler 5DT (Stegler, Китай) на 10 мин. После этого их центрифугировали в течение 60 сек. в микроцентрифуге MINI-7KC (Allsheng, Китай) при 13 500 об/мин. По 300 мкл каждого метанольного экстракта отбирали в новую пробирку и высушивали под потоком азота при 38 °C. Высушенные экстракты ресуспенсировали в 200 мкл фосфатного буфера.

Экстракция нестероидных гормонов: 25 мг измельченных волосах взвешивали в микропробирке. К каждой пробе добавляли 500 мкл фосфатного буфера, и пробирки инкубировали 24 ч. при 37 °C. Затем пробы помещали в ультразвуковую баню на 10 мин. После этого их центрифугировали в течение 60 сек. в микроцентрифуге при 13 500 об/мин. По 200 мкл каждого экстракта переносили пипеткой в новую пробирку.

Уровень гормонов в пробах волос определяли методом иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием автоматического микропланшетного ридера (Infinite F200 PRO, Tecan, Австрия). Все анализы проводили в трех повторностях. Валидацию реагентов проводили каждый раз перед использованием новой партии наборов («Хема», Россия) путем анализа калибровочных кривых ($R^2 \geq 0,99$, коэффициент вариации (CV) калибраторов < 15%) и сравнения оптической плотности контрольных образцов с диапазонами производителя.

Убой и оценка туш

Бычки были забиты в возрасте 18 месяцев в соответствии с ГОСТ 34120-2017⁶ (2018 г.) на мясокомбинате ООО «Оренбив» (Оренбургская обл., Россия). Живую массу перед убоем измеряли индивидуально после 24-часового голодной выдержки на электронных весах (ООО «Веспром», Россия). После убоя регистрировали массу туши в парном и охлажденном виде и массу внутреннего жира. Затем, используя полученные результаты, рассчитывали выход туши и убойный выход.

Измерение pH

pH длиннейшей мышцы измеряли через 24 часа после убоя с помощью портативного pH-метра ECO pH (STEP, Германия) с проникающим электродом⁷.

Разделка туш и отбор проб мяса

После охлаждения мясо (мякоть) отделяли от костей, сухожилий и связок. Все части туши взвешивали и рассчитывали их выход. Мякоть левых полутуш была обработана с помощью промышленной мясорубки. Полученный мясной фарш был тщательно перемешан, и пять подвыборок из разных мест объединили в одну 400-граммовую комбинированную пробу⁸. Кроме того, перед обвалкой из той же полутуши был отобран 200-граммовый образец длиннейшей мышцы спины. Образец этой мышцы был взят поперек спинной области на уровне 9–11-го ребер.

Анализ мяса

Качественные характеристики пробы длиннейшей мышцы и объединенной пробы фарша изучали в соответствии со стандартными методическими рекомендациями. Замораживание проб не допускалось. Содержание жира — экстракцией в аппарате Сокслета с использованием гексана⁹, содержание белка — методом Кельдаля¹⁰, содержание золы — путем сухой минерализации, озоления и последующего прокаливания в муфельной

⁴ Miroshnikov S., Kharlamov A., Zavyalov O., Frolov A., Duskaev G., Bolodurina I., Arapova O. Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile. Pak J Nutr. 2015; 14(9): 632–636.

DOI: 10.3923/pjn.2015.632.636

⁵ Meyer J., Novak M., Hamel A., Rosenberg K. Extraction and analysis of cortisol from human and monkey hair. J. Vis. Exp. 2014; 83: e50882.

⁶ ГОСТ 34120-2017 Крупный рогатый скот для убоя. Говядина и телятина в тушах, полутушах и четвертинах. Технические характеристики М.: Стандартинформ. 2020.

⁷ AOAC International. Official Method 950.46: pH of Meat. In: Official Methods of Analysis. 22nd ed. Gaithersburg, MD, USA: AOAC International. 2023; 39: 6.

⁸ Куранов Ю.Ф., Хруцкая С.Ф. Оценка качества мяса (руководство по лабораторным исследованиям). Оренбург: Министерство сельского хозяйства СССР. 1972; 34.

⁹ AOAC International. Official Method 991.36: Fat (Crude) in Meat and Meat Products — Automated Method. In: Official Methods of Analysis. 20th ed. Gaithersburg, MD, USA: AOAC International. 2016.

¹⁰ AOAC International. Official Method 981.10: Protein in Meat and Meat Products. In: Official Methods of Analysis. 20th ed. Gaithersburg, MD, USA: AOAC International. 2016.

печи при $550 \pm 25^{\circ}\text{C}$ до постоянной массы¹¹. Массовую долю влаги в образцах определяли по AOAC International (2019)¹². Энергетическую ценность мякоти определяли по формуле В.М. Александрова¹³.

Исследования аминокислотного состава (окси-пролин, триптофан) в длиннейшей мышце проводили в трех повторностях методом капиллярного электрофореза на системе «Капель» (ООО «Люмакс-Маркетинг», Россия)^{14, 15}.

Все лабораторные анализы проводили в Федеральном исследовательском центре биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (г. Оренбург).

Статистический анализ

Достоверность различий оценивали при помощи t-критерия Стьюдента. Уровень значимости (p) принимался меньшим или равным 0,05.

В таблицах приведены средние значения показателей (M) и ошибки средних арифметических ($\pm \text{SEM}$).

Обработку данных проводили с использованием программного пакета Statistica 20.0 (StatSoft Inc., США) и IBM SPSS (США).

Результаты и обсуждение /

Results and discussion Формирование опытных групп на основе процентильного распределения концентрации тестостерона в волосах позволило создать три группы для последующего объективного анализа его влияния на продуктивные и мясные качества бычков. Сформированные группы характеризовались следующими диапазонами концентрации тестостерона: I группа (низкий уровень) — от 4,86 до 7,22 нг/г; II группа (средний уровень) — от 7,76 до 11,5 нг/г; III группа (высокий уровень) — от 12,05 до 18,53 нг/г.

Попарное сравнение средних значений между группами с использованием t-критерия выявило достоверные различия по концентрации тестостерона (рис. 1).

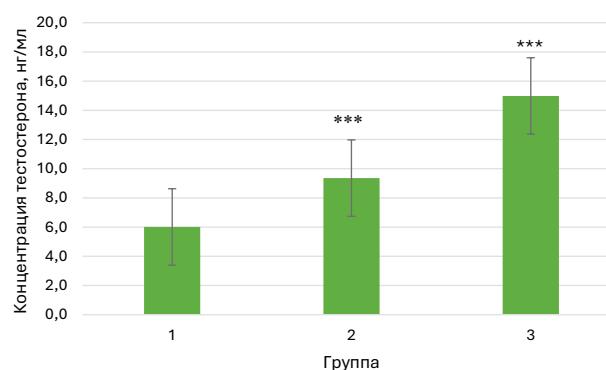
Анализ полученных данных показал, что различие между I и II группами составило 3,35 нг/г ($p \leq 0,001$). Между бычками I и III групп была зафиксирована разница в 8,97 нг/г ($p \leq 0,001$).

Проведенные исследования выявили существенное влияние исходного уровня тестостерона, определенного в волосах с холки, на продуктивные качества, мясную продуктивность и характеристики туши бычков герефордской породы. В частности, анализ живой массы и ее приростов за период с 15- до 18-месячного возраста продемонстрировал четкую положительную

Рис. 1. Средняя концентрация тестостерона в волосах бычков герефордской породы в зависимости от процентильного интервала, нг/г

Fig. 1. Average testosterone concentration in the hair of Hereford bulls depending on the percentile interval, ng/g

Примечание: *** $p \leq 0,001$ по сравнению с I группой.



зависимость интенсивности роста от концентрации тестостерона (табл. 1).

Так, абсолютный прирост живой массы у бычков III группы был достоверно ($p \leq 0,001$) выше, чем у животных I группы, на 23,1%. Аналогичную закономерность наблюдали для среднесуточного прироста, который в группе с высоким тестостероном превышал показатель группы с низкими значениями на 23,1% ($p \leq 0,001$). Разница в относительном приросте между этими группами составила 3%.

Установленные при жизни различия в продуктивности полностью подтвердились данными убоя (табл. 2).

Таблица 1. Продуктивные качества бычков герефордской породы с 15- до 18-месячного возраста в зависимости от концентрации тестостерона в волосах ($M \pm \text{SEM}$, $n = 50$, опыт в условиях ООО «АгроСакмары», 2024 г.)

Table 1. Productive qualities of Hereford bulls from 15 to 18 months of age depending on the concentration of testosterone in hair ($M \pm \text{SEM}$, $n = 50$, experiment under conditions of "Agrosakmara", 2024)

Показатель	Группа		
	I	II	III
<i>Живая масса, кг:</i>			
15 мес.	403,2 \pm 5,32	411,9 \pm 5,74	421,4 \pm 5,92*
18 мес.	487,1 \pm 6,14	501,3 \pm 6,54	524,7 \pm 6,64***
Абсолютный прирост живой массы, кг	83,9 \pm 2,34	89,4 \pm 2,94	103,3 \pm 3,16***
Среднесуточный прирост, г	922 \pm 15,48	982 \pm 18,22*	1135 \pm 18,86***
Относительный прирост, %	18,8 \pm 0,46	19,6 \pm 0,54	21,8 \pm 0,58***

Примечание: описание групп в разделе «Материалы и методы исследований»; *, **, *** — соответственно, $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ и $p \leq 0,001$ по сравнению с I группой.

¹¹AOAC International. Official Method 920.153: Ash of Meat. In: Official Methods of Analysis. 20th ed. Gaithersburg, MD, USA: AOAC International. 2016.

¹²AOAC International. Official Method 950.46: Moisture in Meat. In: Official Methods of Analysis. 21st ed. Rockville, MD, USA: AOAC International. 2019; 39: 6.

¹³Александров В.М. Методика изучения откормочных и мясных качеств крупного рогатого скота [Methods for studying the fattening and meat qualities of cattle]. Москва, 1951; 53.

¹⁴AOAC International. Official Method 988.15: Tryptophan in Foods and Food Ingredients. In: Official Methods of Analysis. 20th ed. Gaithersburg, MD, USA: AOAC International. 2016.

¹⁵AOAC International. Official Method 990.26: Hydroxyproline in Meat and Meat Products. In: Official Methods of Analysis. 20th ed. Gaithersburg, MD, USA: AOAC International. 2016.

Таблица 2. Результаты контрольного убоя подопытных бычков герефордской породы в зависимости от концентрации тестостерона в волосах ($M \pm SEM$, $n = 50$, опыт в условиях ООО «Оренбив», 2024 г.)

Table 2. Results of the control slaughter of experimental Hereford bulls depending on the concentration of testosterone in hair ($M \pm SEM$, $n = 50$, experiment under conditions of "Orenbeef", 2024)

Показатель	Группа		
	I	II	III
Предубойная живая масса, кг	474,86 ± 5,42	489,63 ± 5,96	514,64 ± 6,08***
Масса туши, кг	270,29 ± 3,02	282,42 ± 3,44*	297,87 ± 3,64***
Выход туши, %	56,92 ± 0,356	57,68 ± 0,388	57,88 ± 0,423
Масса внутреннего жира-сырца, кг	15,69 ± 0,204	13,97 ± 0,255***	12,08 ± 0,283***
Выход внутреннего жира-сырца, %	3,30 ± 0,166	2,85 ± 0,162	2,35 ± 0,134***
Убойная масса, кг	285,98 ± 2,94	296,39 ± 3,08*	309,95 ± 3,12***
Убойный выход, %	60,22 ± 0,28	60,53 ± 0,36	60,23 ± 0,40

Примечание: описание групп в разделе «Материалы и методы исследований»; *, **, *** — соответственно, $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ и $p \leq 0,001$ по сравнению с I группой.

Останавливаясь на отдельных аспектах, следует отметить, что предубойная живая масса бычков III группы была выше на 8,4% ($p \leq 0,001$) по сравнению с I группой. Масса туши увеличивалась с ростом уровня тестостерона. Так, этот показатель в III группе превышал таковой в I группе на 10,2% ($p \leq 0,001$). Масса внутреннего жира-сырца в III группе была на 23,0% меньше, чем в I ($p \leq 0,001$), а его выход — на 1% меньше ($p \leq 0,001$). Убойная масса в группе с высоким тестостероном была на 8,4% выше, чем в группе с низким ($p \leq 0,001$), в то время как убойный выход достоверно не отличался между группами.

Анализ морфологии туш показал, что более высокие привесы и масса туши у бычков III группы были обеспечены за счет большего развития мышечной ткани (табл. 3).

Масса мякоти в их тушах была достоверно выше на 11,1% по сравнению с I группой ($p \leq 0,001$). При этом выход мякоти (доля от массы туши) незначительно, но достоверно увеличивался на 0,5% ($p \leq 0,001$). Одновременно с этим отмечали тенденцию к снижению выхода костей — на 0,6% ($p \leq 0,05$), что свидетельствует о лучшей обмуслинности туш животных с высоким уровнем тестостерона.

Данные химического состава средней пробы мяса, представляющей собой усредненный образец после обвалки левой полутуши, представлены в таблице 4.

Анализ полученных результатов показал, что концентрация тестостерона оказала значимое влияние на ключевые показатели состава мышечной ткани. Наблюдалась четкая тенденция к увеличению содержания сырого протеина по мере роста уровня тестостерона. Его доля в сухом веществе в мясе бычков III группы была на 0,94% выше ($p \leq 0,05$), чем в I группе. Одновременно с этим отмечали обратную зависимость для содержания жира: в III группе его

Таблица 3. Морфологический состав туш подопытных бычков герефордской породы в зависимости от концентрации тестостерона в волосах ($M \pm SEM$, $n = 50$, опыт в условиях ООО «Оренбив», 2024 г.)

Table 3. Morphological composition of the carcasses of experimental Hereford bulls depending on the concentration of testosterone in hair ($M \pm SEM$, $n = 50$, experiment under conditions of "Orenbeef", 2024)

Показатель	Группа		
	I	II	III
Масса охлажденной туши, кг	266,28 ± 3,06	278,54 ± 3,38*	294,04 ± 3,58***
Масса мякоти, кг	212,12 ± 2,40	222,16 ± 2,68*	235,61 ± 2,65 ***
Выход мякоти, %	79,66 ± 0,266	79,76 ± 0,302***	80,13 ± 0,306***
Мышечная ткань, кг	188,53 ± 1,68	197,99 ± 1,88	210,73 ± 2,01
Мышечная ткань, % от массы мякоти	88,88 ± 0,338	89,12 ± 0,346	89,44 ± 0,364
Масса костей, кг	45,21 ± 0,354	46,74 ± 0,350**	48,16 ± 0,382***
Выход костей, %	16,98 ± 0,194	16,78 ± 0,208	16,38 ± 0,224*
Масса сухожилий и связок, кг	8,95 ± 0,158	9,64 ± 0,170*	10,26 ± 0,172***
Выход сухожилий и связок, %	3,36 ± 0,208	3,46 ± 0,226	3,49 ± 0,236
Индекс мясности	4,69 ± 0,148	4,75 ± 0,152	4,89 ± 0,162
Показатель пищевой ценности	3,92 ± 0,118	3,94 ± 0,134	4,03 ± 0,134

Примечание: описание групп в разделе «Материалы и методы исследований»; *, **, *** — соответственно, $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ и $p \leq 0,001$ по сравнению с I группой.

Таблица 4. Химический состав и энергетическая ценность мякоти в зависимости от концентрации кортизола в волосах бычков герефордской породы в зависимости от концентрации тестостерона в волосах ($M \pm SEM$, $n = 50$, опыт в условиях ООО «Оренбив», 2024 г.)

Table 4. Chemical composition and energy value of the meat pulp depending on the concentration of cortisol in the hair of Hereford bulls depending on the concentration of testosterone in hair ($M \pm SEM$, $n = 50$, experiment under conditions of "Orenbeef", 2024)

Показатель	Группа		
	I	II	III
Сухое вещество, %	30,55 ± 0,578	30,64 ± 0,586	30,94 ± 0,622
Протеин, %	18,42 ± 0,222	18,74 ± 0,422	19,36 ± 0,334*
Жир, %	11,12 ± 0,154	10,88 ± 0,136	10,56 ± 0,142*
Зола, %	1,01 ± 0,082	1,02 ± 0,072	1,02 ± 0,058
Синтезировано в мякоти, кг:			
протеина	39,07 ± 1,282	41,63 ± 1,314	45,61 ± 1,338**
жира	23,59 ± 0,592	24,17 ± 0,585	24,88 ± 0,566
Энергетическая ценность 1 кг мякоти, МДж	7,49 ± 0,146	7,45 ± 0,156	7,44 ± 0,162
Энергетическая ценность мякоти тушки, МДж	1589,1 ± 14,98	1655,8 ± 15,78**	1751,8 ± 15,88***

Примечание: описание групп в разделе «Материалы и методы исследований»; *, **, *** — соответственно, $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ и $p \leq 0,001$ по сравнению с I группой.

количество было достоверно (на 0,56%) ниже, чем в I группе.

Содержание сухого вещества и золы достоверно не различалось между группами, что указывает на стабильность минерального состава и общей массы сухих веществ. Наиболее важным является расчет абсолютного количества синтезированных веществ. Несмотря на незначительные

различия в процентном содержании, общая масса накопленного протеина во всей мякоти туши у бычков III группы была достоверно (на 16,7%) выше ($p \leq 0,01$), чем в I группе. Это прямое следствие большей мышечной массы у животных с высоким уровнем тестостерона. Масса синтезированного жира имела тенденцию к увеличению, но различия были статистически недостоверны, что связано с компенсаторным эффектом: большая общая масса мякоти при несколько меньшем процентном содержании жира.

Энергетическая ценность 1 кг мякоти была практически идентичной во всех группах. Однако общая энергетическая ценность всей мякоти туши в группе III была достоверно (на 10,2%) выше ($p \leq 0,001$), что обусловлено большим количеством мышечной ткани.

Анализ химического состава длиннейшей мышцы спины выявил более выраженные и статистически значимые различия между группами, что делает ее надежным маркером влияния тестостерона на качество мяса (табл. 5).

Так же как и в средней пробе, содержание протеина в длиннейшей мышце достоверно увеличивалось с ростом уровня тестостерона. В III группе этот показатель был на 1,1% выше ($p \leq 0,001$), чем в I группе. Содержание жира, напротив, значительно снижалось: в группе III оно было на 0,4% ниже ($p \leq 0,01$), чем в I группе. Это указывает на то, что высокий уровень тестостерона способствует перераспределению питательных веществ в пользу интенсивного синтеза мышечного белка при одновременном снижении липогенеза внутри мышцы. В III группе было отмечено достоверное увеличение содержания сухого вещества — на 0,75% ($p \leq 0,05$), что логично объясняется возрастшей долей белка. Содержание золы и энергетическая ценность 1 кг мышцы оставались стабильными. Анализ показал улучшение качественных характеристик мяса за счет увеличения на 5,9% ($p \leq 0,05$) содержания триптофана в III группе относительно сверстников I группы. Снижение значения pH и тенденция к увеличению влагоудерживающей способности (с 55,42 до 56,18%) в группах с высоким тестостероном могут свидетельствовать о благоприятном течении биохимических процессов в мясе после убоя, что положительно сказывается на его нежности и сочности.

Обсуждение

Проведенные исследования были направлены на изучение влияния уровня тестостерона, определенного инновационным неинвазивным методом в волосах с холки, на продуктивные и мясные качества бычков герефордской породы. В качестве метода оценки гормонального статуса был выбран анализ тестостерона в волосах, что, по данным литературы, является надежным инструментом, интегрирующим гормональную секрецию за длительный период (несколько недель или месяцев), в отличие от «точечных» измерений в

Таблица 5. Химический состав длиннейшей мышцы спины бычков герефордской породы в зависимости от концентрации тестостерона в волосах ($M \pm SEM$, $n = 50$, опыт в условиях ООО «Оренбив», 2024 г.)

Table 5. Chemical composition of the longissimus dorsi muscle of Hereford bulls depending on the concentration of testosterone in hair ($M \pm SEM$, $n = 50$, experiment under conditions of "Orenbeef", 2024)

Показатель	Группа		
	I	II	III
Сухое вещество, %	$23,44 \pm 0,204$	$24,02 \pm 0,223$	$24,19 \pm 0,220^*$
Протеин, %	$20,58 \pm 0,190$	$21,40 \pm 0,178^{**}$	$21,72 \pm 0,179^{***}$
Жир, %	$1,86 \pm 0,093$	$1,62 \pm 0,091$	$1,46 \pm 0,098^{**}$
Зола, %	$1,0 \pm 0,056$	$1,0 \pm 0,058$	$1,01 \pm 0,052$
Энергетическая ценность 1 кг мякоти, МДж	$4,26 \pm 0,106$	$4,30 \pm 0,106$	$4,30 \pm 0,114$
Триптофан, мг/%	$372,24 \pm 7,027$	$380,42 \pm 9,980$	$394,28 \pm 7,173^*$
Оксипролин, мг/%	$54,38 \pm 0,414$	$54,68 \pm 0,590$	$55,46 \pm 0,576$
pH	$5,80 \pm 0,102$	$5,62 \pm 0,105$	$5,58 \pm 0,104$
Влагоемкость, %	$55,42 \pm 0,529$	$55,86 \pm 0,508$	$56,18 \pm 0,598$
Белково-качественный показатель	$6,8 \pm 0,112$	$7,0 \pm 0,112$	$7,1 \pm 0,108$

Примечание: описание групп в разделе «Материалы и методы исследований»; *, **, *** — соответственно, $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ и $p \leq 0,001$ по сравнению с I группой.

крови или слюне, подверженных сильным кратковременным колебаниям [10]. Это позволяет считать использованный метод адекватным для классификации животных по устойчивому гормональному профилю.

Ключевым результатом настоящей работы является выявление выраженной положительной корреляции между концентрацией тестостерона в волосах и интенсивностью роста бычков в заключительный период откорма (с 15 до 18 мес.). Установлено, что животные с высоким уровнем тестостерона достоверно превосходили сверстников с низким уровнем по абсолютному и среднесуточному приростам живой массы. Эти данные полностью согласуются с общебиологической ролью тестостерона как мощного анаболического стероида, стимулирующего синтез белка и рост мышечной ткани [11].

Полученные результаты подтверждают выводы исследований, в которых экзогенное введение аналогов тестостерона (или селекция по связанным с ним признакам) приводило к увеличению скорости роста молодняка крупного рогатого скота [12].

Выявленные при жизни различия в продуктивности получили полное подтверждение при анализе результатов контрольного убоя. Предубойная живая масса и масса туши у бычков III группы были достоверно выше, чем в I группе. Важным аспектом является не только увеличение массы, но и изменение морфологического состава туш. Как и следовало ожидать, учитывая липолитический эффект андрогенов [13], было зафиксировано значительное снижение количества и выхода внутреннего жира-сырца у животных с высоким уровнем тестостерона. Это указывает на

перераспределение питательных веществ из липогенеза в сторону белкового синтеза, что является экономически выгодным, так как снижает затраты корма на формирование менее ценного продукта — внутреннего жира.

Морфологический анализ туш продемонстрировал, что большая масса туши у бычков III группы была обеспечена за счет значительного увеличения массы мякоти при одновременном снижении выхода костей. Это привело к повышению индекса мясности, что свидетельствует о лучшей обму склонности туш и является ценным селекционным признаком. Подобное влияние тестостерона на соотношение мышечной и костной тканей хорошо описано в литературе [14].

Наиболее значимые изменения, отражающие качество мясной продукции, были выявлены при химическом анализе. Наблюдалась четкая тенденция к увеличению содержания сырого протеина и снижению содержания жира как в усредненной пробе мякоти, так и в длиннейшей мышце спины. Особенно показательными являются данные по длиннейшей мышце — ключевому объекту оценки мясной продуктивности. Достоверное увеличение содержания протеина и снижение внутримышечного жира в III группе по сравнению с I группой напрямую свидетельствуют об улучшении биохимического и, следовательно, пищевого качества мяса. Увеличение содержания триптофана является положительным фактором, так как эта аминокислота играет важную роль в питательной ценности и метabolизме [15]. Снижение значения pH и тенденция к росту влагоудерживающей способности в группах с высоким тестостероном могут косвенно указывать на лучшее качество мяса после убоя.

Важно подчеркнуть, что общая энергетическая ценность всей мякоти туши была максимальной в III группе, что является прямым следствием большего количества мышечной ткани, несмотря на схожую калорийность единицы продукта. Это означает, что от животных с высоким естественным уровнем тестостерона можно получить больше

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

Исследования проведены при финансовой поддержке Российской научного фонда по проекту № 24-16-00093.
<https://rscf.ru/project/24-16-00093/>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Crespi B.J., Bushell A., Dinsdale N. Testosterone mediates life-history trade-offs in female mammals. *Biological Reviews*. 2025; 100(2): 871–891.
<https://doi.org/10.1111/brv.13166>
2. Xu H. et al. Melatonin Inhibits Testosterone Synthesis in Rooster Leydig Cells by Targeting CXCL14 through miR-7481-3p. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023; 24(23): 16552.
<https://doi.org/10.3390/ijms242316552>

высокобелкового мяса с оптимальным соотношением протеина и жира.

Выводы/Conclusions

На основании проведенного исследования установлено, что уровень тестостерона в волосах бычков герефордской породы является достоверным прогностическим маркером мясной продуктивности. Бычки III группы с высоким гормональным статусом (12,05–18,53 нг/г) значительно превзошли животных I группы по абсолютному (на 23,1%) и среднесуточному (на 23,1%) приросту живой массы. На убое это преимущество выражилось в большей массе туши (на 10,2%) и мякоти (на 11,1%), а также в снижении массы внутреннего жира на 23,0%. Качество мяса улучшилось: в длиннейшей мышце спины содержание протеина увеличилось на 1,1%, а жира — снизилось на 0,4%.

Таким образом, интегральный показатель тестостерона в волосах позволяет прогнозировать не только интенсивность роста, но и выход более ценных частей туши с улучшенным биохимическим составом. Полученные результаты свидетельствуют, что высокий естественный уровень тестостерона ассоциирован с более интенсивным ростом, повышенным выходом мышечной ткани, снижением отложения внутреннего жира и улучшением биохимических показателей качества мяса.

Результаты имеют высокую практическую значимость для селекционно-племенной работы в мясном скотоводстве. Предлагаемый неинвазивный и технологичный метод отбора проб (волосы с холки) обеспечивает оценку долгосрочного гормонального профиля, минуя стресс, связанный с взятием крови, и исключая влияние сиюминутных колебаний.

Использование метода определения тестостерона в волосах может позволить проводить ранний отбор бычков с наиболее желательным гормональным статусом для производства высококачественной говядины.

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 under Project No. 24-16-00093.
<https://rscf.ru/project/24-16-00093/>

REFERENCES

1. Crespi B.J., Bushell A., Dinsdale N. Testosterone mediates life-history trade-offs in female mammals. *Biological Reviews*. 2025; 100(2): 871–891.
<https://doi.org/10.1111/brv.13166>
2. Xu H. et al. Melatonin Inhibits Testosterone Synthesis in Rooster Leydig Cells by Targeting CXCL14 through miR-7481-3p. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023; 24(23): 16552.
<https://doi.org/10.3390/ijms242316552>

3. Ушакова С.Н., Машталер Д.В., Мороз Т.А., Приданова И.Е., Ерохина Н.И. Гормональный статус и основные показатели спермопродуктивности быков-производителей отечественных молочных пород. *Вестник Ошского государственного университета. Сельское хозяйство: агрономия, ветеринария и зоотехния.* 2023; (3): 101–106.
https://doi.org/10.52754/16948696_2023_3_13
4. Новгородова И.П. Методы определения концентрации кортизола у животных. *Аграрная наука.* 2024; (4): 35–43.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-381-4-35-43>
5. Russell E., Koren G., Rieder M., Van Uum S. Hair cortisol as a biological marker of chronic stress: Current status, future directions and unanswered questions. *Psychoneuroendocrinology.* 2012; 37(5): 589–601.
<https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2011.09.009>
6. van der Valk E.S. et al. Hair cortisol, obesity and the immune system: Results from a 3 year longitudinal study. *Psychoneuroendocrinology.* 2021; 134: 105422.
<https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2021.105422>
7. Kern J., Jorgensen M.W., Boerman J.P., Erasmus M., Johnson J.S., Pempek J.A. Effect of repeated HPA axis stimulation on hair cortisol concentration, growth, and behavior in preweaned dairy cattle. *Journal of Animal Science.* 2024; 102: skae171.
<https://doi.org/10.1093/jas/skae171>
8. Ghassemi Nejad J., Lee B.-H., Kim J.-Y., Chemere B., Sung K.-I., Lee H.-G. Effect of alpine grazing on plasma and hair cortisol, serotonin, and DHEA in dairy cows and its welfare impact. *Domestic Animal Endocrinology.* 2021; 75: 106581.
<https://doi.org/10.1016/j.damaniend.2020.106581>
9. León-Llanos L.M., Flórez-Díaz H., Duque-Muñoz L.G., Villarreal M., Miranda-de la Lama G.C. Influence of temperament on performance and carcass quality of commercial Brahman steers in a Colombian tropical grazing system. *Meat Science.* 2022; 191: 108867.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108867>
10. Braun U., Züblin S., Imhof S., Baumgartner M.R., Binz T.M. Hair cortisol concentrations in different breeds of cows: Comparison of hair from unshorn and previously shorn areas and from various regions of the body. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde.* 2022; 164(10): 695–703.
<https://doi.org/10.17236/sat00369>
11. Abdoli A., Ghaffarifar F., Sharifi Z., Taghipour A. *Toxoplasma gondii* infection and testosterone alteration: A systematic review and meta-analyses. *PLOS One.* 2024; 19(4): e0297362.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297362>
12. Preinbergs J.K., Ström J.O., Theodorsson E., Ingberg E. Segmental hair analysis as a retrospective testosterone diary: possibilities and pitfalls. *Scientific Reports.* 2023; 13: 16015.
<https://doi.org/10.1038/s41598-023-41672-7>
13. Djouadi F. et al. A Gender-related Defect in Lipid Metabolism and Glucose Homeostasis in Peroxisome Proliferator — activated Receptor α -deficient Mice. *The Journal of Clinical Investigation.* 1998; 102(6): 1083–1091.
<https://doi.org/10.1172/JCI3949>
14. Shah I., Hakeem M.K., Alraeesi A., Barker J. Innovative Detection of Testosterone Esters in Camel Hair: Unravelling the Mysteries of Dromedary Endocrinology. *Molecules.* 2024; 29(1): 97.
<https://doi.org/10.3390/molecules29010097>
15. Li P., Yin Y.-L., Li D., Kim S.W., Wu G. Amino acids and immune function. *British Journal of Nutrition.* 2007; 98(2): 237–252.
<https://doi.org/10.1017/S000711450769936X>

ОБ АВТОРАХ

Алексей Николаевич Фролов¹

доктор биологических наук, заведующий отделом технологий мясного скотоводства и производства говядины
 forleh@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4525-2554>

Олег Александрович Завьялов¹

доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник oleg-zavyalov83@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2033-3956>

Зульфия Асхатовна Галиева^{1,2}

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент zulfia2704@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6588-3316>

ABOUT THE AUTHORS

Alexey Nikolaevich Frolov¹

Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Technology of Beef Cattle Breeding and Beef Production
 forleh@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4525-2554>

Oleg Alexandrovich Zavyalov¹

Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher oleg-zavyalov83@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2033-3956>

Zulfiya Askhatovna Galieva^{1,2}

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor zulfia2704@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6588-3316>

Тимур Бажикенович Алдыяров¹

кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник
alddyarov97@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8636-7553>

Ерлан Сагитович Медетов¹

кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник
erlanmedetov29@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9424-4254>

¹Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, ул. 9 Января, 29, Оренбург, 460000, Россия

²Башкирский государственный аграрный университет, ул. 50-летия Октября, 34, Уфа, 450001, Россия

Timur Bazhikenovich Aldyarov¹

Candidate of Agricultural Sciences, Researcher
alddyarov97@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8636-7553>

Erlan Sagitovich Medetov¹

Candidate of Agricultural Sciences, Researcher
erlanmedetov29@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9424-4254>

¹Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29 9th January Str., Orenburg, 460000, Russia

²Bashkir State Agrarian University, 34 50-letiya Oktyabrya Str., Ufa, 450001, Russia



ВЕТЕРИНАРИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

XV Международная
научно-практическая конференция

ВЕТЕРИНАРИЯ В АПК
2-4 ИЮНЯ 2026

СОЗДАЁМ КОМФОРТНОЕ ПРОСТРАНСТВО
ДЛЯ ЖИВОГО ОБЩЕНИЯ И РЕШЕНИЯ РЕАЛЬНЫХ ЗАДАЧ АПК



**НОВОСИБИРСК
ЭКСПО ЦЕНТР**

НОВОСИБИРСК, УЛ. СТАНЦИОННАЯ, 104

ОСКАНИРУЙТЕ
И УЗНАЙТЕ
ПОДРОБНОСТИ



Реклама

УДК 636.2.082

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-77-84

О.В. Шальnev¹**С.Ю. Харлап¹****А.С. Горелик²✉****О.В. Горелик¹****М.Б. Ребезов^{1,3}**

¹Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

²Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, Россия

³Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

✉ temae077ex@mail.ru

Поступила в редакцию: 15.10.2025

Одобрена после рецензирования: 11.11.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

© Шальнев О.В., Харлап С.Ю.,
Горелик А.С., Горелик О.В., Ребезов М.Б.

Особенности молочной продуктивности коров в зависимости от возраста и подбора

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Анализ структуры маточного поголовья, в том числе и метод подбора при разведении голштинского скота, выявил большое количество коров, полученных в результате использования инбридинга, степень которого со временем будет повышаться.

Методы. Объект исследования — ремонтные тёлки и коровы 2018 года рождения, распределенные в группы по виду подбора — гетерогенный подбор (аутбридинг) и гомогенный отбор (умеренный и отдаленный инбридинг). Материалом и данными для сравнения служили база ИАС «СЕЛЭКС-Молочный скот», результаты собственных исследований. Учитывали удой за 305 дней лактации по контрольным дойкам, МДЖ и МДБ в молоке.

Результаты. Основная масса коров получена в результате использования отдаленного инбридинга — более 65,0%. Коров, полученных методом гетерогенного (неродственного) подбора, оказалось всего 12,4%. Самые высокие показатели продуктивности по всему поголовью оказались у коров по второй лактации — $10484 \pm 135,86$ кг (13,8%), что на 1450 кг больше, чем у первотелок, и на 169 кг (1,6%) по третьей лактации. Далее продолжалось незначительное снижение удоя — на 16 кг и 301 кг, соответственно, или на 0,15% и 2,9%. Лучшими показателями обладали коровы, полученные в результате умеренной степени инбредности. Они превосходили животных из других групп на 559 кг, или на 5,46% (аутбредные), и на 268 кг, или на 2,62% (отдаленный инбридинг). У животных, полученных в результате аутбредного подбора и умеренного инбридинга, наблюдало постепенное снижение соотношения — от максимального по первой до минимального по последней (четвертой) лактации. У коров с отдаленным инбридингом резко снизилось соотношение жира и белка в молоке уже по второй лактации.

Ключевые слова: голштинская порода, коровы, подбор, инбридинг, удой, качество молока, лактации

Для цитирования: Шальнев О.В., Харлап С.Ю., Горелик А.С., Горелик О.В., Ребезов М.Б. Особенности молочной продуктивности коров в зависимости от возраста и подбора. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 77–84.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-77-84>

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-77-84

Oleg V. Shalnev¹**Svetlana Yu. Kharlap¹****Artyom S. Gorelik²✉****Olga V. Gorelik¹****Maksim B. Rebezov^{1,3}**

¹Ural State Agrarian University,
Yekaterinburg, Russia

²Ural Institute of GPS of the Ministry
of Emergency Situations of Russia,
Yekaterinburg, Russia

³Gorbatov Research Center for Food
Systems, Moscow, Russia

✉ temae077ex@mail.ru

Received by the editorial office: 15.10.2025

Accepted in revised: 11.11.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Shalnev O.V., Kharlap S.Yu., Gorelik A.S.,
Gorelik O.V., Rebezov M.B.

Features of dairy productivity of cows depending on age and selection

ABSTRACT

Relevance. An analysis of the structure of the breeding stock, including the selection method for breeding Holstein cattle, revealed a large number of cows obtained as a result of inbreeding, the degree of which will increase over time.

Methods. The object of the study is repair heifers and cows born in 2018, divided into groups according to the type of selection – heterogeneous selection (outbreeding) and homogeneous selection (moderate and long-term inbreeding). The material and data for comparison were the database of the IAC “SELEX-Dairy Cattle”, the results of our own research. Milk yield for 305 days of lactation was taken into account according to control milks, MJ and MDB in milk.

Results. The majority of cows were obtained as a result of the use of remote inbreeding — more than 65.0%. Cows obtained by heterogeneous (unrelated) selection turned out to be only 12.4%. Cows with the highest productivity rates were found in the second lactation — 10484 ± 135.86 kg (13.8%), which was 1450 kg more than in the first heifers and 169 kg (1.6%) in the third lactation. Further, there was a slight decrease in milk yield by 16 kg and 301 kg, respectively, or by 0.15% and 2.9%. Cows obtained as a result of a moderate degree of inbred had the best indicators. They outperformed animals from other groups by 559 kg, or 5.46% (outbred) and by 268 kg, or 2.62% (distant inbreeding). In animals obtained as a result of outbred selection and moderate inbreeding, there is a gradual decrease in the ratio from the maximum for the first to the minimum for the last (fourth) lactation. In cows with distant inbreeding, the ratio of fat and protein in milk decreased sharply after the second lactation.

Key words: Holstein breed, cows, selection, inbreeding, milk yield, milk quality, lactation

For citation: Shalnev O.V., Kharlap S.Yu., Gorelik A.S., Gorelik O.V., Rebezov M.B. Features of dairy productivity of cows depending on age and selection. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 77–84 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-77-84>

Введение/Introduction

Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации до 2030 года¹ направлена на достижение устойчивого и перспективного роста отечественного АПК. Ее ключевая задача — замещение импортных поставок продукции, имеющей стратегическое значение для страны [1].

На современном этапе развития отрасли сельского хозяйства в целом и животноводства в частности особое внимание уделяется молочному скотоводству, как отрасли, поставляющей на рынок продуктов молоко и говядину [2–5]. Для этого используется высокопродуктивный молочный скот, основное поголовье которого принадлежит голштинской породе крупного рогатого скота.

Голштинская порода, разводимая в Российской Федерации, по хозяйственным полезным признакам имеет отличия от молочного скота зоны выведения [6–9]. Объясняется это тем, что его распространение происходило двумя путями — завозом чистопородного скота из-за рубежа и поглотительным скрещиванием отечественного молочного скота с быками-производителями голштинской породы зарубежной селекции.

Имеющиеся различия по породным ресурсам маточного поголовья и природно-климатическим зонам страны привело к особенностям животных современного молочного скота голштинской породы, используемой в том или ином регионе [10–15]. Так, в Свердловской области использование мирового генофонда быков-производителей голштинского скота началось со второй половины 70-х годов прошлого столетия, и становление голштинской породы проходило в два этапа: первый — создание нового уральского высокопродуктивного типа черно-пестрой породы уральского отряда, который был официально зарегистрирован в 2002 году, второй — продолжение широкомасштабного использования голштинских быков-производителей из США, Канады, Дании и Германии, что привело к высоким показателям кровности по голштинской породе. Это позволило по результатам последней породной инвентаризации отнести большее поголовье молочного скота к голштинской породе [16–20]. Анализ структуры маточного поголовья, в том числе и метод подбора при разведении данного скота, выявил большое количество коров, полученных в результате использования родственного спаривания, и их количество с каждым годом увеличивается [21–23].

Вызывает интерес влияние степени инбридинги на продуктивные качества коров и особенности лактационной деятельности в зависимости от возраста.

Цели работы — провести сравнительный анализ молочной продуктивности (удоя, содержания жира и белка) коров-переводчиков голштинской породы, полученных при разных видах племенного подбора (аутбридинге, умеренном и отдаленном инбридинге), и оценить динамику этих показателей в течение первых четырех лактаций в условиях конкретного племепродуктора Свердловской области.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в условиях типичного для Свердловской области племенного репродуктора по разведению крупного рогатого скота голштинской породы. Объектом исследования служили ремонтные тёлки и коровы 2018 года рождения. Условия содержания, основной рацион, режим и фронт кормления и поения, параметры микроклимата для всех групп были одинаковыми и соответствовали зоогигиеническим нормам².

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 целей³, и принципов обращения с животными согласно статье 4 ФЗ РФ № 498-ФЗ⁴.

Животные в зависимости от вида подбора были распределены по трем группам: гетерогенный подбор (аутбридинг, $n = 58$ голов; $F_x = 0,001 \pm 0,0001$) и гомогенный отбор — умеренный ($n = 98$ голов; $F_x = 1,36 \pm 0,066$) и отдаленный ($n = 329$ голов; $F_x = 0,47 \pm 0,017$) инбридинг.

Материалом и данными для сравнения служили база ИАС «СЕЛЭКС-Молочный скот»⁵ (Россия), результаты собственных исследований.

Изучены структура в зависимости от возраста первого осеменения, динамика удоя за 4 лактации, установлен средний удой и пожизненный удой. Учитывали удой за 305 дней по лактациям, МДЖ и МДБ в молоке.

Молочную продуктивность (удой, содержание жира, белка в молоке) коров контролировали по контрольным дойкам. Содержание жира⁶ и белка⁷ определяли в средней пробе молока от каждой коровы один раз в месяц.

¹ Стратегия развития агропромышленного и рыболовохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 года № 2567-р.
URL: <http://static.government.ru/media/files/G3hzRyrGPbmFAfBFgmEhxTrec694MaHr.pdf>

² Морозова Н.И. и др. Молочная продуктивность голштинских коров при круглогодовом стойловом содержании (монография). Рязань, 2013.

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 <https://plinor.ru/selexdairycattle>

⁶ ГОСТ 32255-2013 Молоко и молочные продукты Инструментальный экспресс-метод определения физико-химических показателей идентификации с применением инфракрасного анализатора.

⁷ ГОСТ 25179-2014 Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли белка.

Отбор проб сырья и продукции проводили в соответствии с ГОСТ 3622⁸, ГОСТ 26809.1⁹. Рассчитывали количество молочного жира и белка.

Результаты исследований были обработаны при помощи программы Microsoft Office Excel (США) с применением критерия достоверности по Стьюденту с использованием приложения Excel (США) из программного пакета Office XP (США) и Statistica (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В результате настоящих исследований было установлено, что основная масса коров получена в результате использования отдаленного инбридинга — в среднем по лактациям более 67,0%. Животных, полученных в результате умеренного инбридинга, оказалось 21,9–12,4% с учетом их возраста. Коров гетерогенного (неродственного) подбора — в пределах 12,0% от общего поголовья. Таким образом, количество животных, полученных в результате родственного (гомогенного) подбора — инбридинга — в изучаемой группе животных, составило более 87,0%.

Структура маточного поголовья в зависимости от уровня инбридинга (вида подбора) по лактациям представлена на рисунке 1.

Анализ изменения возрастной структуры группы ремонтных тёлок, введенных в основное стадо с учетом возраста и метода подбора, показал, что соотношение коров разного подбора в группах практически не меняется. Однако в группах с разной степенью инбредности соотношение количества животных с возрастом изменилось значительно. Количество коров с отдаленной степенью инбредности по четвертой лактации составило 75,3% и увеличилось относительно первой лактации на 9,6% при одновременном снижении количества животных с умеренным инбриндингом с 21,9% (1-я лактация) до 12,4% (4-я лактация).

Данные, представленные на рисунке 1, не дают общего представления о выбытии животных по группам с разным подбором, поэтому авторами были изучены показатели выбытия по группам подбора. Установлено, что из группы коров

с аутбредным (гетерогенным) подбором выбыли 33,3%, с умеренным инбриндингом — 67,0%, отдаленным инбриндингом — 32,2%.

Таким образом, метод подбора оказывает определенное влияние на продолжительность продуктивного периода. Основное количество животных (35,0% от общего поголовья, введенных в стадо) выбыли после окончания 3-й лактации независимо от используемого метода подбора.

Исследования проводили до окончания животными, родившимися в 2018 году, 4 лактаций. Динамика их молочной продуктивности по лактациям в среднем по всей группе представлена в таблице 1.

Самые высокие показатели продуктивности оказались у коров по второй лактации — $10484 \pm 135,86$ кг, что было на 1450 кг (13,8%) больше, чем у первотёлок, и на 169 кг (1,6%) относительно третьей лактации. Далее продолжалось снижение удоя еще на 16 кг в четвертую лактацию

Рис. 1. Структура стада коров в зависимости от вида подбора и степени инбриндинга, %

Fig. 1. Cow herd structure depending on the type of selection and degree of inbreeding, %

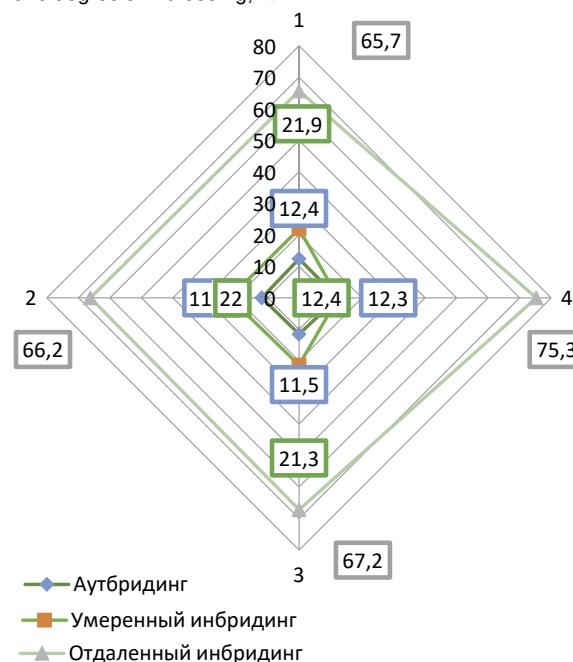


Таблица 1. Динамика продуктивности коров по лактациям
Table 1. Dynamics of cow productivity by lactation

Лактация	Удой за 305 дней лактации, кг	Качество молока		Количество молочного	
		МДЖ, %	МДБ, %	Жира, кг	Белка, кг
1	$9034 \pm 142,42$	$3,71 \pm 0,02$	$3,15 \pm 0,02$	$335 \pm 2,85$	$285 \pm 2,11$
2	$10484 \pm 135,86$	$3,58 \pm 0,03$	$3,27 \pm 0,02$	$375 \pm 3,73$	$343 \pm 2,68$
3	$10315 \pm 125,31$	$3,60 \pm 0,02$	$3,38 \pm 0,02$	$371 \pm 3,40$	$349 \pm 3,12$
4	$10299 \pm 175,78$	$3,65 \pm 0,04$	$3,50 \pm 0,01$	$376 \pm 7,03$	$360 \pm 4,65$
В среднем	$9998 \pm 76,24$	$3,64 \pm 0,01$	$3,30 \pm 0,01$	$364 \pm 2,72$	$330 \pm 2,38$

⁸ ГОСТ 3622-68 Молоко и молочные продукты. Отбор проб и подготовка их к испытанию.

⁹ ГОСТ 26809.1-2014 Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 1. Молоко, молочные, молочные составные и молокосодержащие продукты.

относительно третьей и на 185 кг относительно второй, или на 0,15% и на 2,9% соответственно.

Установлено снижение МДЖ в молоке по второй (самой продуктивной) лактации относительно первой. Затем — повышение МДЖ в молоке, то есть проявилась закономерность по лактационной деятельности коров: содержание жира в молоке снижается при повышении удоя и повышается при его снижении. Одновременно с этим происходило повышение показателей по массовой доле белка в молоке с первой лактации по четвертую (включительно). Здесь не установлено какой-либо закономерности по сопряженности данного показателя с другими при оценке молочной продуктивности коров и их изменчивости по лактациям.

Изменчивость удоя по лактациям в зависимости от вида подбора и степени инбридинга лучше прослеживается на диаграмме (рис. 2).

Оценка удоя по средним показателям выделяет коров, полученных в результате умеренной

степени инбредности. Они превосходили животных из других групп на 559 кг, или на 5,46% (аутбредные, $p \leq 0,05$), и на 268 кг, или на 2,62% (отдаленный инбридинг).

Представленная на диаграмме динамика удоя коров разного подбора по четырем лактациям и анализ изменчивости удоя в зависимости от лактации по группам коров разного подбора показали, что у животных, полученных при неродственном (гетерогенном) подборе пар, наблюдается закономерное повышение удоя за лактацию у половозрастных коров по третьей лактации. Увеличение удоя во вторую лактацию — 398 кг, или 4,27%, в третью относительно второй — на 387 кг, или 3,99%, что говорит лишь о тенденции повышения удоя с возрастом. Общее повышение составило 8,34% от удоя первотёлок ($p \leq 0,05$ в пользу половозрастных коров), то есть прослеживалась возможность раздоя животных с возрастом, однако не дало высоких показателей в связи с интенсивным использованием коров в первую лактацию.

У коров инbredного происхождения прослеживался самый высокий удой по второй лактации, а затем — постепенное его снижение при отдаленном инбридинге и ритмичность у животных с умеренным инбридингом.

Проведена оценка динамики массовой доли жира и белка в молоке (МДЖ и МДБ) по лактациям, которые представлены на диаграмме (рис. 3).

В результате проведенной оценки динамики МДЖ в молоке установлено, что самые высокие показатели оказались по первой лактации, затем происходило снижение данных показателей по второй лактации во всех группах, что определяется сопряженностью молочных признаков — удоя и МДЖ в молоке.

Известно, что существует обратно пропорциональная зависимость по данным признакам, то есть при повышении удоя наблюдается снижение содержания жира

Рис. 2. Динамика удоя коров по лактациям, кг
Fig. 2. Dynamics of milk yield of cows by lactation, kg

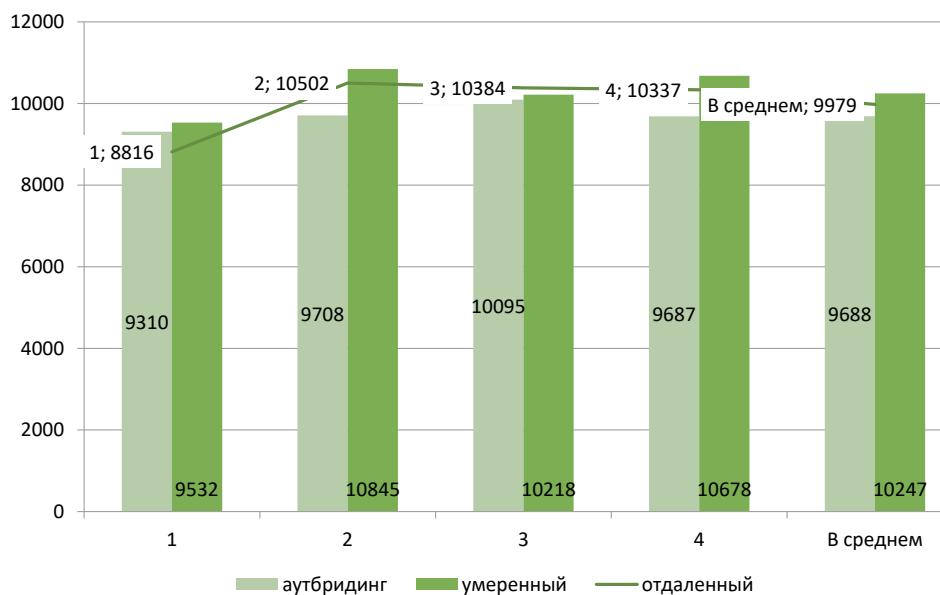
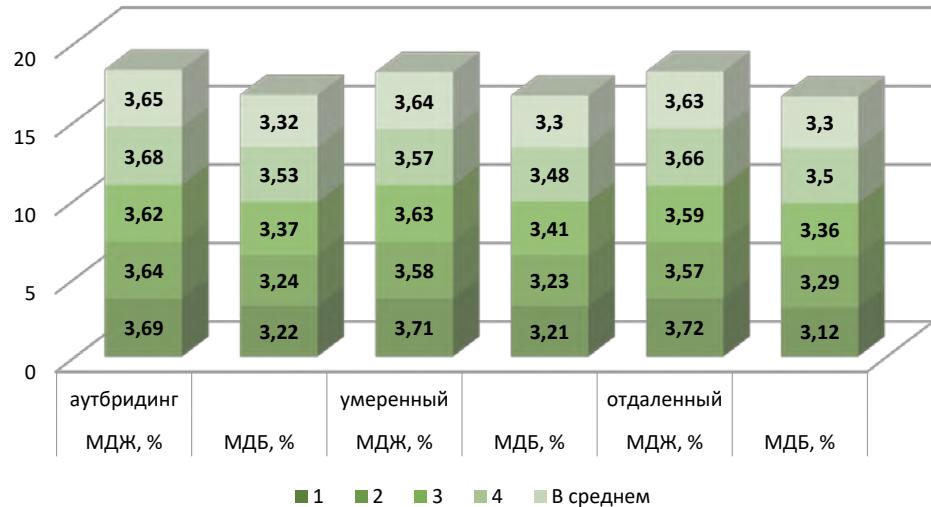


Рис. 3. Динамика МДЖ и МДБ в молоке коров по лактациям, %
Fig. 3. Dynamics of MJ and MDB in cows' milk by lactation, %



в молоке, что и происходило в данном случае во всех группах.

Следует отметить, что динамика МДЖ молока и изменение его содержания по лактациям соответствуют изменениям удоя, которые были описаны ранее, а именно снижаясь при повышении удоя и повышаясь с его снижением.

По-другому происходят изменения массовой доли белка в молоке. Этот показатель достоверно изменяется с ходом лактационной деятельности коров — от первой лактации по четвертую во всех группах. По мнению авторов, это происходит в том числе и за счет увеличения в рационах количества концентратов, что оказывает влияние на белковый обмен.

Нормальным соотношение белка и жира в молоке должно быть в пределах 1,2:1 и 1,5:1. Расчеты соотношения жира и белка в молоке коров по лактациям в зависимости от метода подбора в таблице 2.

Соотношение содержания жира и белка в молоке характеризует функциональное состояние системы пищеварения. Снижение данного показателя ниже 1,1 или повышение до 1,5 и выше сигнализирует о чрезмерной функциональной нагрузке на организм животных при скармливании им большого количества концентратов, а соотношение жира к белку ниже 1,0 может быть свидетельством ацидоза.

В настоящем случае снижение соотношения «жир — белок» свидетельствует о повышенном содержании энергии в рационе, а его постоянное снижение с каждой последующей лактацией — о растущей нагрузке на организм животного, что отрицательно влияет на физиологическое состояние животного. У животных, полученных в результате аутбредного подбора и умеренного инбридинга, наблюдается постепенное снижение соотношения — от максимально го по первой до минимального по последней (четвертой) лактации — и свидетельствует о начинающихся процессах нарушения обмена веществ в сторону ацидоза. У коров с отдаленным инбридингом соотношение жира и белка в молоке уже по второй лактации указывает на признаки ацидоза и нарушение обмена веществ, которое сказывается на количестве предшественников жира и белка, поступающих из крови, и изменении процесса молокообразования по соотношению питательных веществ в молоке.

При проведении оценки племенной ценности коров по собственной продуктивно-

Таблица 2. Соотношение жира и белка в молоке коров

Table 2. Ratio of fat and protein in cow's milk

Лактация	Группа		
	аутбридинг	умеренный инбридинг	отдаленный инбридинг
1	1,15:1	1,16:1	1,19:1
2	1,12:1	1,11:1	1,09:1
3	1,07:1	1,06:1	1,07:1
4	1,04:1	1,03:1	1,05:1
В среднем	1,09:1	1,10:1	1,10:1

сти применялся сопряженный показатель удоя и качества молока — количество молочного жира и молочного белка, полученного с молоком за лактацию (рис. 4).

Количество молочного жира и молочного белка, полученного с молоком по лактациям, изменялось, но незначительно: соответственно изменениям по удою и качественным показателям — МДЖ в молоке. Количество молочного белка, выделяемого с молоком, постоянно увеличивается по лактациям.

Общий выход питательных веществ с молоком подтверждает сделанные ранее выводы о том, что лучшие показатели по продуктивности с учетом сопряженного показателя — суммы количества молочного жира и молочного белка в молоке коров разного подбора — были в группе животных, полученных в результате умеренного инбридинга. Они только по третьей лактации недостоверно уступают коровам из группы с отдаленным инбридингом на 2,5 кг, или на 0,35% (рис. 5).

Более низкие показатели оказались в группе коров аутбредного происхождения.

Рис. 4. Выход молочного жира и молочного белка с молоком по лактациям, кг
Fig. 4. Milk fat and milk protein yield with milk by lactation, kg

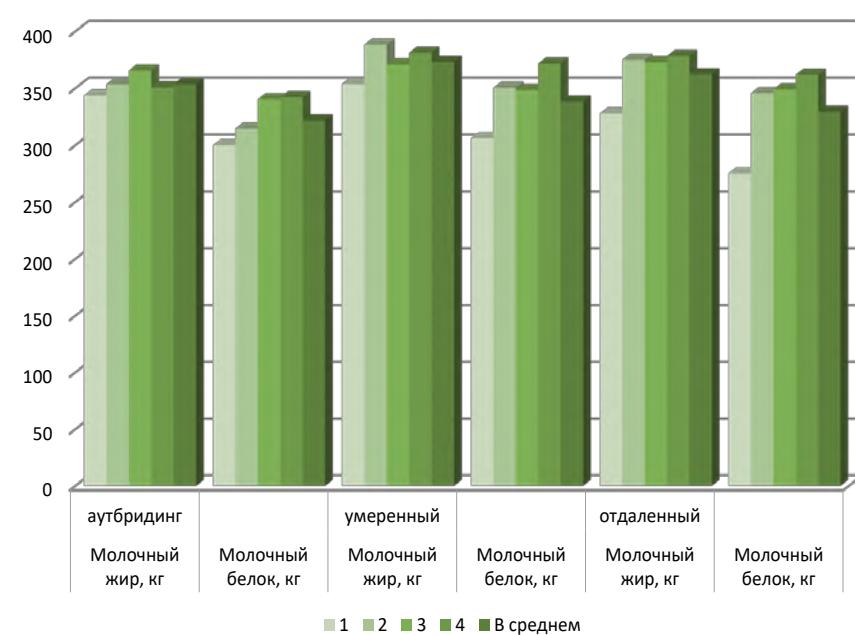
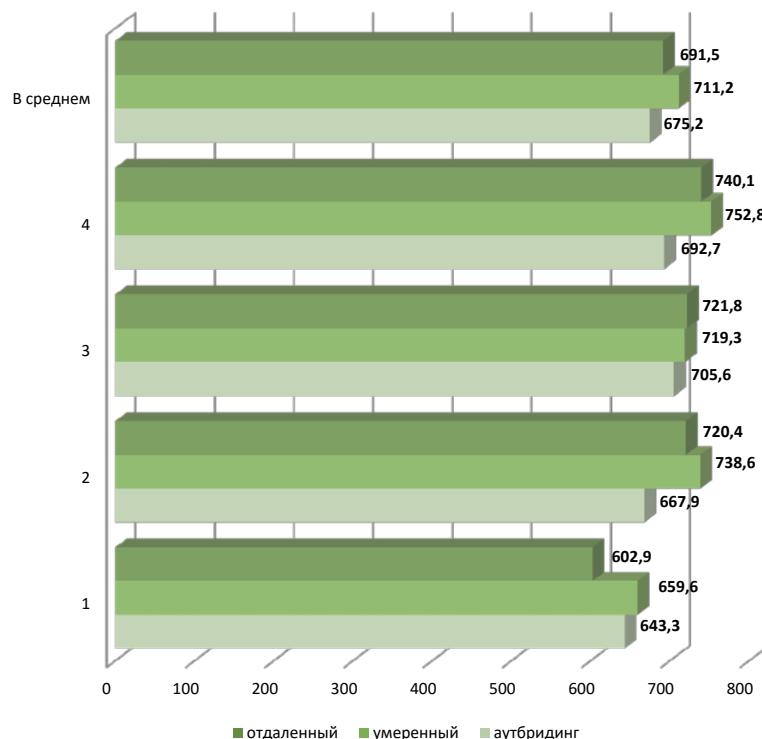


Рис. 5. Выход питательных веществ с молоком, кг
Fig. 5. The yield of nutrients in milk, kg



Необходимо отметить, что количество питательных веществ изменяется по лактациям в зависимости от подбора и степени инбридинга. У коров аутбредного происхождения выход питательных веществ повышается до третьей лактации и снижается по четвертой. Такие же изменения были и по группе коров с отдаленным инбридингом, но у них наблюдало повышение показателя и по четвертой лактации. Животные, полученные в результате умеренной инbredности, повышали выход питательных веществ во вторую лактацию относительно первой, затем снижали по третьей относительно второй и наращивали по четвертой, повторяя особенности лактационной деятельности, выявленные по удою и качественным показателям молока.

Важным показателем для оценки биологической значимости животного, эффективности его использования с точки зрения производства питательных веществ для обеспечения организма может служить и такой показатель, как выход их на 1 кг живой массы коровы. Основное значение, как уже было сказано ранее при оценке молока как продукта питания, придают массовой доле жира и белка.

Установлено, что за период продуктивного использования от коров были получены по группам подбора 2709,5 кг, 2870,3 кг и 2794,1 кг молочного жира и белка соответственно. На 1 кг живой массы каждое животное за период лактационной деятельности произвело 4,68 кг, 4,10 кг и 4,48 кг чистого жира и белка с молоком.

Выводы/Conclusions

Таким образом, в хозяйстве используется высокопродуктивный скот голштинской породы, представленный на 87,6% коровами, полученными в результате близкородственного спаривания. Животные отличаются высокими показателями по удою, особенностю лактационной деятельности в зависимости от подбора и степени инbredности.

Коровы, полученные в результате умеренной степени инbredности, превосходили животных из других групп на 559 кг, или на 5,46% (аутбредные, $p \leq 0,05$), и на 268 кг, или на 2,62% (отдаленный инбридинг). Установлено снижение соотношения жира и белка в молоке коров (начиная со 2-й лактации) с отдаленным инбридингом до 1:09 и в остальных группах (начиная с 3-й лактации), что свидетельствует о физиологической нагрузке животных.

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 является поисковым и выполнено в рамках научных исследований Уральского государственного аграрного университета (номер государственной регистрации АААА-А19-1191014000069).

FUNDING

The research is exploratory and was carried out within the framework of scientific research of the Ural State Agrarian University (state registration number АААА-А19-1191014000069).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Шуварин М.В., Борисова Е.Е., Ганин Д.В., Леханов И.А., Суханова Т.В. Реалии и перспективы молочного скотоводства в России сегодня. *Вестник НГИЭИ*. 2021; (11): 73–82. <https://www.elibrary.ru/sojjir>
- Владимиров Н.А. Развитие молочного скотоводства в регионах Российской Федерации: экономико-статистическое исследование. Вопросы статистики. 2023; 30(2): 87–97. <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2023-30-2-87-97>

REFERENCES

- Shuvarin M.V., Borisova E.E., Ganin D.V., Lekhanov I.A., Sukhanova T.V. Realities and prospects of dairy farming in Russia today. *Bulletin NGIEI*. 2021; (11): 73–82 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/sojjir>
- Vladimirov N.A. Development of Dairy Cattle Breeding in the Regions of the Russian Federation: Economic and Statistical Study. *Voprosy statistiki*. 2023; 30(2): 87–97 (in Russian). <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2023-30-2-87-97>

3. Арсентьева М.Г., Квашина О.Н. Проблемы и тенденции развития молочного животноводства в России. *Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии.* 2020; (3): 55–61.
<https://www.elibrary.ru/hivxlo>
4. Попкова Е.В., Сабетова Т.В., Демидов П.В. Современное состояние молочного скотоводства в регионах России. *Современная экономика: проблемы и решения.* 2024; (8): 81–93.
<https://doi.org/10.17308/meps/2078-9017/2024/8/81-93>
5. Шушпанова К.А., Татаркина Н.И. Продуктивность коров голштинской породы. *Вестник Курганской ГСХА.* 2020; (2): 44–47.
<https://elibrary.ru/oygzvy>
6. Гриценко С.А., Хакназаров А.А., Ребезов М.Б. Продуктивные качества коров голштинской породы различных поколений, возраста в лактациях и линейной принадлежности. *Аграрная наука.* 2023; (3): 74–79.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-368-3-74-79>
7. Мударисов Р.М., Хакимов И.Н., Семенов В.Г., Кульмакова Н.И. Молочная продуктивность коров голштинской породы в южно-лесостепной зоне Предуралья. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.* 2020; (3): 32–39.
<https://elibrary.ru/cjgfc>
8. Морозова Н.И., Мусаев Ф.А., Иванова Л.В. Молочная продуктивность голштинских коров венгерской селекции. *Фундаментальные исследования.* 2012; (6–2): 405–408.
<https://elibrary.ru/pazrl>
9. Фураева Н.С., Зверева Е.А., Воробьева С.С., Финогеев В.П., Подгорнова Н.Г. Влияние генетических факторов на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинской породы в ООО «Красный маяк». *Вестник АПК Верхневолжья.* 2023; (4): 74–83.
<https://doi.org/10.35694/YARCX.2023.64.4.010>
10. Горелик А.С., Горелик О.В., Ребезов М.Б., Харлап С.Ю. Динамика молочной продуктивности коров голштинской породы в зависимости от возраста в лактациях. *Вестник Ошского государственного университета. Сельское хозяйство: агрономия, ветеринария и зоотехния.* 2025; (1): 146–157.
<https://www.elibrary.ru/wmyenz>
11. Вахрамова О.Г., Бузина О.В., Черемуха Е.Г., Ревякин А.О. Влияние быков-производителей на продуктивные качества дочерей. *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова.* 2024; (1): 29–35.
<https://www.elibrary.ru/uywvda>
12. Беленькая А.Е. Продуктивность коров голштинской породы в зависимости от генетических и параптических факторов в условиях Северного Зауралья. *Вестник Курганской ГСХА.* 2018; (3): 13–18.
<https://www.elibrary.ru/ywpcij>
13. Лепехина Т.В. Сравнительный анализ наследуемости показателей молочной продуктивности у коров голштинской породы в условиях Московской области. *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова.* 2022; (3): 49–55.
<https://www.elibrary.ru/dbhlkv>
14. Горковенко Е.В., Мельюхина Я.В. Современное состояние и перспективы развития животноводства в России. *Научные преобразования в эпоху глобализации. Сборник статей Международной научно-практической конференции.* Курган: Аэтерна. 2016; 1: 60–64.
<https://www.elibrary.ru/vydpkl>
15. Соколова А.П., Ищенко М.И. Животноводство России: основные тенденции и пути развития. *Экономика и предпринимательство.* 2018; (9): 576–582.
<https://www.elibrary.ru/yvfbfj>
16. Мишхожев А.А., Тлейнишева М.Г., Тарчков Т.Т. Племенная ценность быков-производителей голштинской породы. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета.* 2020; (3): 282–284.
<https://www.elibrary.ru/rsndjp>
17. Гридин В.Ф., Гридинна С.Л. Анализ породного и классного состава крупного рогатого скота Уральского региона. *Российская сельскохозяйственная наука.* 2019; (1): 50–51.
<https://doi.org/10.31857/S2500-26272019150-51>
18. Мымирин В.С., Горелик О.В., Гридин В.Ф., Неверова О.П., Кощаев А.Г., Святченко Т.С. Возрастная динамика молочной продуктивности крупного рогатого скота. *Труды Кубанского государственного аграрного университета.* 2023; 104: 185–193.
<https://www.elibrary.ru/wavnua>
19. Лоретц О.Г., Донник И.М. Повышение биоресурсного потенциала крупного рогатого скота и качества молочной продукции при промышленных технологиях содержания. *Аграрный вестник Урала.* 2014; (10): 51–55.
<https://www.elibrary.ru/ramxtg>
3. Арсентьева М.Г., Квашина О.Н. Problems and trends in the development of dairy farming in Russia. *Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii.* 2020; (3): 55–61 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/hivxlo>
4. Popkova E.V., Sabetova T.V., Demidov P.V. Current state of dairy cattle breeding in the regions of Russia. *Modern Economics: Problems and Solutions.* 2024; (8): 81–93 (in Russian).
<https://doi.org/10.17308/meps/2078-9017/2024/8/81-93>
5. Shushpanova K.A., Tatarkina N.I. Productivity of Holstein cows. *Vestnik Kurganskoy GSKhA.* 2020; (2): 44–47 (in Russian).
<https://elibrary.ru/oygzvy>
6. Gritsenko S.A., Khaknazarov A.A., Rebezov M.B. Productive qualities of Holstein cows of different generations, age in lactations and linear affiliation. *Agrarian science.* 2023; (3): 74–79 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-368-3-74-79>
7. Mudarisov R.M., Khakimov I.N., Semenov V.G., Kulmakova N.I. Holstein breed lactation yield in the southern forest-steppe zone of pre-Ural. *Bulletin Samara State Agricultural Academy.* 2020; (3): 32–39 (in Russian).
<https://elibrary.ru/cjgfc>
8. Morozova N.I., Musaev F.A., Ivanova L.V. Holstein milk yield of cows [sic!] selection of Hungary. *Fundamental research.* 2012; (6–2): 405–408 (in Russian).
<https://elibrary.ru/pazrl>
9. Furaeva N.S., Zvereva E.A., Vorobyova S.S., Finogeev V.P., Podgornova N.G. The influence of genetic factors on milk producing ability and reproductive qualities of Holstein cows in OOO [sic!] "Krasny Mayak". *Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region.* 2023; (4): 74–83 (in Russian).
<https://doi.org/10.35694/YARCX.2023.64.4.010>
10. Gorelik A.S., Gorelik O.V., Rebezov M.B., Kharlap S.Yu. Dynamics of milk productivity of Holstein cows depending on age in lactations. *Journal of Osh State University. Agriculture: Agronomy, Veterinary and Zootechnics.* 2025; (1): 146–157 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/wmyenz>
11. Vakhramova O.G., Buzina O.V., Cheremukha E.G., Revyakin A.O. Influence of servicing bulls on the productive qualities of daughters. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Philippov.* 2024; (1): 29–35 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/uywvda>
12. Belenkaya A.E. Productivity of cows of the golshhtinskaya breed depending on genetic and paratypical factors under the conditions of the Northern Ural. *Vestnik Kurganskoy GSKhA.* 2018; (3): 13–18 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/ywpcij>
13. Lepikhina T.V. Comparative analysis of the heritability of milk productivity indicators in Holstein cows in the Moscow region. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Philippov.* 2022; (3): 49–55 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/dbhlkv>
14. Gorkovenko E.V., Melyukhina Ya.V. Current state and prospects for the development of animal husbandry in Russia. *Scientific transformations in the era of globalization. Collection of articles of the International scientific and practical conference.* Kurgan: Aeterna. 2016; 1: 60–64 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/vydpkl>
15. Sokolova A.P., Ishchenko M.I. Animal husbandry in Russia: main trends and ways of development. *Journal of Economy and Entrepreneurship.* 2018; (9): 576–582 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/yvfbfj>
16. Mishkhozhev A.A., Tlensheva M.G., Tarchkov T.T. The breeding value of Holstein sires. *Izvestia Orenburg State Agrarian University.* 2020; (3): 282–284 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/rsndjp>
17. Gridin V.F., Gridina S.L. Analysis of breed and class composition cattle of the Ural region. *Russian Agricultural Sciences.* 2019; (1): 50–51 (in Russian).
<https://doi.org/10.31857/S2500-26272019150-51>
18. Mymin V.S., Gorelik O.V., Gridin V.F., Neverova O.P., Koschaev A.G., Svyatnenko T.S. Age dynamics of dairy productivity of cattle. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University.* 2023; 104: 185–193 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/wavnua>
19. Loretts O.G., Donnik I.M. Bioresource increase capacity of cattle and quality of milk products in industrial technology content. *Agrarian Bulletin of the Urals.* 2014; (10): 51–55 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/ramxtg>

20. Донник И.М., Мымрин С.В. Повышение биоресурсного потенциала быков-производителей. *Главный зоотехник*. 2016; (4): 7–14. <https://www.elibrary.ru/vvikgd>
21. Герасимова А.С., Прищеп Е.А., Леутина Д.В. Инбридинг в совершенствовании продуктивности коров сывчевской породы. *Промышленность и сельское хозяйство*. 2020; (2): 10–14. <https://www.elibrary.ru/pxgtfz>
22. 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://elibrary.ru/mpltsr>
23. Кузякина Л.И. Влияние инбридинга на хозяйствственные признаки в молочном скотоводстве. *Вестник Вятской ГСХА*. 2021; (2): 6. <https://www.elibrary.ru/oxelex>
20. Donnik I.M., Mymrin S.V. The increase of bioresource potential of sires. *Head of animal breeding*. 2016; (4): 7–14 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vvikgd>
21. Gerasimova A.S., Prishchep E.A., Leutina D.V. Inbreeding in improving the productivity of Sychevskaya cows. *Industry and Agriculture*. 2020; (2): 10–14 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pxgtfz>
22. Zyryanova S.V., Lapina M.Yu. Inbreeding, its influence on the economically valuable characteristics of Yaroslavl breed. *Bulletin of the Don State Agrarian University*. 2019; (4–1): 37–44 (in Russian). <https://elibrary.ru/mpltsr>
23. Kuzyakina L.I. Inbriding influence on economic characteristics in dairy cattle breeding. *Vestnik Vyatskoy GSKhA*. 2021; (2): 6 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/oxelex>

ОБ АВТОРАХ

Олег Владимирович Шальнев¹

аспирант

shalnev-oleg@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0005-5482-3269>

Светлана Юрьевна Харлап¹

кандидат биологических наук, доцент

profuniver@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}

- доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов¹;

- доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник³

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

ABOUT THE AUTHORS

Oleg Vladimirovich Shalnev¹

Postgraduate Student

shalnev-oleg@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0005-5482-3269>

Svetlana Yurievna Kharlap¹

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

profuniver@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}

- Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products¹;

- Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher³

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,
22 Mira Str., Yekaterinburg, 620062, Russia

³Gorbatov Research Center for Food Systems,
26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

УДК 632.952.633.11

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-85-97

Н.Г. Зубко¹✉

Т.В. Долженко^{2,3}

О.В. Кунгурцева^{1,3}

¹Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Пушкин, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Пушкин, Санкт-Петербург, Россия

³Инновационный центр защиты растений, Пушкин, Санкт-Петербург, Россия

✉ sacura0@yandex.ru

Поступила в редакцию: 08.07.2025

Одобрена после рецензирования: 11.12.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

© Зубко Н.Г., Долженко Т.В.,
Кунгурцева О.В.

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-85-97

Zubko N. Gennadievna¹✉

Dolzhenko T. Vasilyevna^{2, 3}

Kungurtseva O. Vladimirovna^{1, 3}

¹All-Russian Institute of Plant Protection, Pushkin, St. Petersburg, Russia

²St. Petersburg State Agrarian University, Pushkin, St. Petersburg, Russia

³Innovative plant protection center, Pushkin, St. Petersburg, Russia

✉ sacura0@yandex.ru

Received by the editorial office: 08.07.2025

Accepted in revised: 11.12.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Zubko N.G., Dolzhenko T.V.,
Kungurtseva O.V.

Эффективность трехкомпонентных фунгицидов на основе ингибиторов биосинтеза стерина первого и второго классов против листовых болезней яровой пшеницы

РЕЗЮМЕ

В Ленинградской области независимо от нормы и кратности применения отмечена высокая биологическая эффективность препаратов (83,7–100%) против мучнистой росы, бурой ржавчины и пятнистостей (темно-бурой и септориозно-пиренофорозной) листьев. В Саратовской и Волгоградской областях по этому показателю против бурой ржавчины и мучнистой росы прослеживалась иная тенденция. Преимущество было за двукратным применением препаратов, при этом наиболее приемлем был препарат «Солигор, КЭ» при нормах 0,4 + 0,6 л/га и 0,4 + 0,8 л/га. Эффективность препарата «Фалькон, КЭ» против мучнистой росы составила 81,3–100%, а «Солигор, КЭ» в вышеобозначенных регламентах — 70,1–93,3%. Против бурой ржавчины двукратные обработки этими трехкомпонентными фунгицидами были эффективны на 74–93,3%. По массе 1000 зерен и массе зерна с одного колоса во всех регионах, где была изучена биологическая эффективность препаратов «Фалькон, КЭ» и «Солигор, КЭ», преимущество было за двукратным их применением. Двукратное применение препарата «Фалькон, КЭ» позволило сохранить от 8,8 до 38,3% урожая, а фунгицида «Солигор, КЭ» — от 10,2–27,5 до 11,6–32,5% при нормах применения 0,4 + 0,6 л/га и 0,4 + 0,8 л/га. По токсической нагрузке оба препарата отнесены к умеренно опасным. При близком показателе коэффициента опасности для пчел (1,94–3,89) экологическая нагрузка препарата «Фалькон, КЭ» (11 963,43 у. е.) была выше, чем у «Солигор, КЭ» (1839,1–3677,2 у. е.).

Ключевые слова: яровая пшеница, мучнистая роса, бурая ржавчина, темно-бурая пятнистость, септориоз, пиренофороз, фунгициды, спирокеталамины, триазолы, триазолинтионы, биологическая эффективность, токсическая нагрузка, экологическая нагрузка, коэффициент опасности для пчел

Для цитирования: Зубко Н.Г., Долженко Т.В., Кунгурцева О.В. Эффективность трехкомпонентных фунгицидов на основе ингибиторов биосинтеза стерина первого и второго классов против листовых болезней яровой пшеницы. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 85–97.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-85-97>

The effectiveness of three-component fungicides based on first and second class sterol biosynthesis inhibitors against leaf diseases of spring wheat

ABSTRACT

In the Leningrad region, regardless of the norm and frequency of use, high biological efficacy of drugs (83.7–100%) against powdery mildew, brown rust and mottling (dark brown and septoria pyrenophorosis) of leaves was noted. In the Saratov and Volgograd regions, a different trend was observed against brown rust and powdery mildew. The advantage was due to the two-fold use of drugs, while the most acceptable drug was "Soligor, CE" at the rates of 0.4 + 0.6 l/ha and 0.4 + 0.8 l/ha. The effectiveness of the drug "Falcon, CE" against powdery mildew was 81.3–100%, and "Soligor, CE" in the above-mentioned regulations was 70.1–93.3%. Double treatments with these three-component fungicides were 74–93.3% effective against brown rust. In terms of the mass of 1,000 grains and the mass of grain per ear in all regions where the biological efficacy of "Falcon, CE" and "Soligor, CE" preparations was studied, the advantage was for their double use. The double use of the drug "Falcon, CE" allowed to save from 8.8 to 38.3% of the crop, and the fungicide "Soligor, CE" — from 10.2–27.5 to 11.6–32.5% at application rates of 0.4 + 0.6 l/ha and 0.4 + 0.8 l/ha. According to the toxic load, both drugs are classified as moderately dangerous. With a close indicator of the hazard coefficient for bees (1.94–3.89), the environmental load of the drug "Falcon, CE" (11,963.43 units) was higher than that of "Soligor, CE" (1839.1–3677.2 units).

Key words: spring wheat, powdery mildew, leaf rust, spot blotch, leaf blotch, tan spot, fungicides, spiroketalamines, triazoles, triazolinthiones, biological effectiveness, toxic load, environmental load, hazard coefficient for bees

For citation: Zubko N.G., Dolzhenko T.V., Kungurtseva O.V. The effectiveness of three-component fungicides based on first and second class sterol biosynthesis inhibitors against leaf diseases of spring wheat. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 85–97 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-85-97>

Введение/Introduction

Производство зерна является важнейшей отраслью растениеводства, имеющей особое значение для многих стран, в том числе и для Российской Федерации. Урожайность, валовые сборы и качество зерна пшеницы, как важнейшей сельскохозяйственной культуры в различных регионах РФ, варьируют и определяются многими факторами, включающими в себя поражение грибами и бактериальными заболеваниями. Ухудшение фитосанитарной обстановки в посевах пшеницы произошло из-за перехода на 3–4-польные севообороты с насыщением зерновых культур до 70%, посева несертифицированными семенами и использования менее энергозатратных систем обработки почвы, включающих в себя безотвальной, поверхностную и нулевую технологию [1].

При таких условиях недобор урожая мягкой яровой пшеницы от эпифитотий различных заболеваний может достигать 40–60%, особенно у сортов со слабой полевой устойчивостью к грибным инфекциям. Кроме этого, снижается не только количество, но и качество зерна. Происходит уменьшение содержания в зерне белка и клейковины, моносахаров и дисахаров, снижается стекловидность. Поэтому особое значение для роста производства зерна яровой пшеницы и повышения его качества имеет защита посевов от листостеблевых грибных инфекций [2].

Особое значение в сохранении урожая имеет применение фунгицидов (особенно в период вегетации), выбор которых осуществляют с учетом интенсивности поражения растений, видового состава возбудителей болезней, прогноза развития их вредоносности, чувствительности возделываемых сортов, погодных условий и спектра действия препаратов. Протравливание семян хоть и позволяет в значительной степени стабилизировать урожайность и улучшить качество зерна, но предотвращает развитие лишь части заболеваний. Кроме того, эффект от протравливания непродолжителен и сохраняется лишь около 20 дней. Для подавления аэрогенных возбудителей, вызывающих проявление мучнистой росы, бурой ржавчины и пятнистостей листьев, необходимо проводить обработку и в период вегетации. Так как высокая численность вредных организмов в агроценозах обусловлена воздушным потоком, то протравливание семян защищает растения только на ранних этапах развития. Очень важной проблемой при этом остается подбор высокоэффективных препаратов, отвечающих принципам охраны окружающей среды [3–6].

Для нивелирования ретардантного эффекта некоторых протравителей необходимо использовать составы с ростостимулирующими препаратами [7, 8].

Наблюдаемые эпифитотии в посевах сельскохозяйственных культур свидетельствуют о необходимости постоянного поиска новых и совершенствования известных средств защиты растений [9]. Широкое распространение комплекса возбудителей болезней зерновых культур, включающих в себя возбудителей мучнистой росы (*Blumeria graminis* (DC.) Speer), бурой ржавчины (*Puccinia triticina* Erikss.), септориоза (*Zymoseptoria tritici* (Roberge ex Desm.) Quaedvli. & Crous, *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvli., Verkley & Crous), желтой (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler) и темно-бурой (*Bipolaris sorokiniana* Shoemaker) пятнистостей, и опасность возникновения их устойчивости к препаратам с одинаковым механизмом действия в условиях их многократного и многолетнего применения потребовали создания многокомпонентных фунгицидов на основе действующих веществ из различных классов с разным механизмом действия [10, 11].

Таковыми являются препараты «Фалькон», концентрат эмульсии (КЭ) (250 г/л спироксамина + 167 г/л тебуконазола + 43 г/л триадименола) и «Солигор, КЭ» (224 г/л спироксамина + 148 г/л тебуконазола + 53 г/л протиконазола). По состоянию на 2023 год эти два препарата вошли в число наиболее востребованных в российском сельском хозяйстве комбинированных фунгицидов наряду с препаратами «Амистар Экстра», супензионный концентрат (СК) (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола) и «Альто Супер, КЭ» (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола). Стоит отметить, что по сравнению с 2012 годом к 2021 году применение комбинированных препаратов увеличилось более чем в 2 раза. Кроме того, значительно сократилось применение токсических препаратов, и в настоящее время в основном применяются препараты 2–3-го классов опасности [12, 13].

Препарат «Фалькон, КЭ» был включен в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации в 2002 году¹. «Солигор, КЭ» внесен в указанный выше каталог на 18 лет позже (в 2020 г.)².

По данным литературы, фунгициды «Фалькон, КЭ» и «Солигор, КЭ» при включении в защитные мероприятия пшеницы от основных болезней в различных регионах Российской Федерации проявляли достаточно высокие результаты: в Иркутской области «Фалькон, КЭ» при его однократном использовании в норме применения 0,4 л/га в фазу флагового листа был эффективен на 70,3–71% с 3,2 ц/га (13% относительно контроля) сохраненного урожая [3]. В Омской области при однократном применении в фазу флагового

¹ Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Москва. 2002; 826.

² Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Москва. 2020; 720.

листа в норме 0,6 л/га против бурой ржавчины и септориоза этот препарат был эффективен на 94,1–98,1%, а против мучнистой росы — на 84,4% с сохранением 22% урожая относительно контроля [14].

В Краснодарском крае применение в норме 0,6 л/га в фазу «флаговый лист — начало колошения» на посевах пшеницы яровой сорта Краснодарская 99 обеспечило эффективность фунгицида на уровне 70,3% при развитии болезни в контроле порядка 33,3% (искусственный инфекционный фон) [15]. В этих же регламентах применения в Брянской области на посевах озимой пшеницы сорта Московская 39 биологическая эффективность этого трехкомпонентного препарата против септориоза составила в среднем 69–67% при развитии болезни 35,3–37,3%. Препарат снижал развитие септориоза до 2,2–3,3% [16].

В работе С.С. Санина (2019 г.) при однократном применении в конце фазы выхода в трубку пшеницы восприимчивых сортов Мироновская 808, Зара, Памяти Федина была отмечена разная биологическая эффективность препарата «Фалькон, КЭ» против основных листовых болезней. Наиболее эффективным (95–100%) он оказался против бурой ржавчины и мучнистой росы,. Против септориоза листьев его эффективность была ниже — 62%, против септориоза колоса — только 46%. Появление на рынке комбинированных препаратов, содержащих 2, 3 и более действующих веществ, С.С. Санин объяснял стремлением фирм-производителей разрабатывать препараты широкого спектра действия, эффективные против как можно большего числа патогенов [17].

В Казахстане на посевах яровой мягкой пшеницы сорта Астана было отмечено 100%-ное распространение септориозных пятнистостей вне зависимости от агроклиматических условий года, севооборота и предшественника. Однократная профилактическая обработка «Фальконом, КЭ» в фазе выхода в трубку в норме применения 0,6 л/га снижала пораженность этих болезней в среднем на 46,2% через 10 дней, 51,7% — через 20 дней. Бурая ржавчина была широко распространена во всех вариантах без обработки фунгицидом. Через 10 дней после обработки «Фальконом, КЭ» распространение ее не отмечалось или было незначительным. Развитие бурой ржавчины при обработке фунгицидом практически отсутствовало. Применение фунгицида позволило сохранить 19% урожая [18].

При однократном применении в Минском районе Республики Беларусь против мучнистой росы препарат «Фалькон, КЭ» был эффективен на 63,3–67,8%, «Солигор, КЭ» — на 68,4–76,8%. Против септориоза данный показатель для этих двух комбинированных фунгицидов был в пределах 51,8–73,3% и 59,8–78,5% соответственно. Развитие болезней в контроле достигало 53,4% и 21,7% соответственно. На этом фоне средняя величина

сохраненного урожая для первого препарата составила $9,6 \pm 3,8\%$, $13,6 \pm 3,5\%$ — для второго. По совокупности полученных результатов некоторое преимущество было за фунгицидом «Солигор, КЭ» [19].

В Ставропольском крае биологическая эффективность препарата «Солигор, КЭ» (применение в фазу кущения в норме 0,6 л/га) в посевах озимой пшеницы сорта Таня (по предшественнику подсолнечник) в фазу кущения на фоне минимальной обработки почвы в зоне неустойчивого увлажнения была довольно высокой — 100%-ной против церкоспореллезной гнили и мучнистой росы, а также порядка 86–98,2% против комплекса пятнистостей (пиренофороз + септориоз) и примерно 88,8–95% против фузариозной гнили [20].

В опытах, проведенных В.Г. Дорониным и Е.Н. Ледовским (2021 г.), в посевах яровой мягкой пшеницы сорта Омская 36 в Омской области по паровому предшественнику применение препарата «Солигор, КЭ» в норме применения 0,5 л/га снизило пораженность мучнистой росой на 50–81,5% (развитие болезни в контроле 13,20–20,8%). Эффективность против бурой и линейной ржавчины составляла от 95,8 до 100% при уровне пораженности 74–79%. Хозяйственная эффективность его была 43,5–47,7% [2].

Несколько иная ситуация была в посевах яровой пшеницы сорта Мелодия после парового предшественника. Против мучнистой росы биологическая эффективность фунгицида «Солигор, КЭ» была высокая (88,7–96,2%), а против ржавчин — 95,4%. Такие показатели получены на фоне низкой пораженности мучнистой росой (5,3%) и ржавчинными патогенами (4,3%). При этом достоверных различий урожайности зерна в опытных вариантах с контролем не было выявлено [21].

Исходя из подробного анализа литературных источников, стоит обратить внимание на то, что изучаемые препараты при разных технологиях земледелия применяли в основном однократно и чаще всего при нормах применения 0,6 л/га. При таких регламентах применения они были недостаточно эффективны против комплекса патогенов как яровой, так и озимой пшеницы, состав которых у этих сельскохозяйственных культур примерно одинаков. Далеко не во всех исследованиях, описанных в литературе, дана полная картина их биологической эффективности, которая позволила бы четко сказать, каким образом нужно применять эти препараты для их хорошего защитного эффекта против фитопатогенов пшеницы.

Цели настоящего исследования — подробное изучение биологической эффективности фунгицидов «Фалькон, КЭ» и «Солигор, КЭ» в разных регламентах при их применении на посевах яровой пшеницы разных сортов в нескольких регионах Российской Федерации и подбор наиболее оптимальных норм и кратности их использования.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Биологическую эффективность препаратов «Солигор, КЭ» и «Фалькон, КЭ» (оба препарата фирмы Bayer, Германия) изучали с 2018 по 2019 год в Ленинградской и Саратовской областях, а с 2023 по 2024 год — в Волгоградской (все области — субъекты Российской Федерации).

В составе препаратов содержатся действующие вещества, относящиеся в основном к азольной химической группе. Тебуконазол, входящий в состав этих фунгицидов, характеризуется мощным системным действием и стремительно проникает через восковой налет, находящийся на листовой поверхности растений. Примерно такими же свойствами обладает триадименол, входящий в состав препарата «Фалькон, КЭ». В отличие от них, протиоконазол (триазолинтион), как один из составных компонентов препарата «Солигор, КЭ», работает и проникает медленнее, но при этом обеспечивает пролонгированный защитный эффект. Инновационный спироксамин из химической группы спирокетальаминов, обладая собственной системной активностью, выполняет функцию катализатора. В его присутствии проникновение азолов (триазолов и триазолинтионов) происходит в более сжатые сроки³.

Защитное действие препаратов в отношении листовых болезней пшеницы яровой оценивали на посевах различных сортов по следующей схеме: для препарата «Фалькон, КЭ» при одно- и двукратном применении в норме 0,6 л/га, а для препарата «Солигор, КЭ» первая обработка при двукратном применении была проведена при норме 0,4 л/га, вторая — по аналогии с однократной (при нормах применения 0,4, 0,6 и 0,8 л/га) (табл. 1).

Препарат «Фалькон, КЭ» при этом являлся в данных исследованиях «эталоном» для фунгицида «Солигор, КЭ».

Биологическая эффективность изучаемых фунгицидов была оценена в соответствии с Методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве (2009 г.)⁵. Определение массы 1000 зерен проводили по ГОСТ 10842⁶.

Опытные участки обрабатывали фунгицидами до появления болезней или при первых признаках их проявления.

В Ленинградской области в первый год исследования проводили на посевах пшеницы яровой сорта Аркас (сорт немецкой селекции, получен отбором после скрещивания (Lighti Fruh-Merlin-Opal) x (Firlbeck 1-CA-Menltau, Halle), разновидность лютесценс) на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с содержанием гумуса 2,5–3,0%; pH = 6,2–6,3 по предшественнику

картофель. Обрабатывали почву путем осеннего дискования, а весной — предпосевной культивации с боронованием, послепосевным прикатыванием. В период кущения была проведена подкормка нитроаммофоской из расчета 1,0 ц/га.

Во второй год изучение биологической эффективности препаратов было проведено на пшенице того же сорта при сходных почвенных условиях, но по предшественнику зерновые культуры. Почву обрабатывали путем зяблевой вспашки с предпосевным дискованием, культивацией и боронованием с послепосевным прикатыванием. Борьбу с сорной растительностью оба года осуществляли при помощи ручных прополок.

Для сравнения с базовой технологией изучение видового состава патогенов и биологической эффективности препаратов при интенсивной технологии выращивания культуры в 2019 году (во второй год изучения) в Ленинградской области в Гатчинском районе был заложен опыт на посевах яровой пшеницы сорта Дарья (сорт селекции «НПЦ НАН Беларусь по земледелию») по предшественнику пшеница озимая с применением гербицидов и ретардантов. Обрабатывали почву путем зяблевой вспашки, дискованием с боронованием и послепосевным прикатыванием.

Весной было проведено предпосевное внесение азофоски из расчета 125 кг/га, а послепосевную подкормку провели путем внесения аммиачной селитры из расчета 150 кг/га. Против однолетних сорняков обрабатывали посевы баковой смесью гербицидов «Балерина, СЭ» (410 г/л 2,4-Д к-ты + 7,4 г/л флорасулама) и «Магнум, ВДГ» (600 г/кг метсульфурон-метила) в нормах применения, соответственно, 0,25 л/га и 5,0 г/га (оба препарата АО «Фирма “Август”», Россия), а против

Таблица 1. Схема опыта по изучению биологической эффективности препаратов «Солигор, КЭ» и «Фалькон, КЭ»

Table 1. Scheme of the experiment for studying the biological effectiveness of fungicides “Soligor, SC” and “Falcon, SC”

Название препарата ⁴	Норма применения, л/га	
	первая обработка (двукратное применение)	вторая обработка (двукратное применение) и первая обработка (однократное применение)
Солигор, КЭ»	—	0,4
Солигор, КЭ	—	0,6
Солигор, КЭ	—	0,8
Солигор, КЭ	0,4	0,4
Солигор, КЭ	0,4	0,6
Солигор, КЭ	0,4	0,8
Фалькон, КЭ	—	0,6
Фалькон, КЭ	0,6	0,6
Контроль	без обработки	

³ The Pesticide Manual. BCPC. 2021; 1400.

⁴ Средства защиты растений химические согласно декларации.

⁵ Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Долженко. СПб.: ВИЗР, Минсельхоз России. 2009; 10–77.

⁶ ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян.

полегания — ретардантом «Це Це Це 750, ВК» (750 г/л хлормекватхlorida) в норме применения 1,0 л/га (BASF SE, Германия).

Однократную обработку препаратами проводили в фазу начала колошения (Z-51) (Zadoks, 1974)⁷. При двукратной обработке вторая совпала с однократной, а первую провели в фазу появления флагового листа (Z-37).

В Саратовской области биологическую эффективность препаратов «Фалькон, КЭ» и «Солигор, КЭ» оценивали на посевах яровой пшеницы сорта Саратовская 42 на темно-каштановой среднесуглинистой почве с содержанием гумуса 2,6–3,0%; pH = 6,9–7,2 по предшественнику озимая пшеница в первый год и свекла столовая — во второй год исследования. Обработку почвы проводили путем зяблевой вспашки на глубину 23–25 см, весеннего покровного боронования в два следа, предпосевной культивации на глубину заделки семян с послепосевным прикатыванием. Удобрения не вносились, а в качестве мероприятий по уходу за опытными делянками были проведены несколько вегетационных поливов при норме расхода воды 350 м²/га. Обработки изучаемыми препаратами осуществляли раньше, чем в Ленинградской области. Первая обработка при двукратном применении была проведена в фазу образования 3-го узла (Z-33), а повторная, которая совпала с однократной, — в фазу раскрытия влагалища верхнего листа (Z-47).

В Волгоградской области опыты по изучению биологической эффективности препаратов в течение двух лет закладывали на посевах пшеницы яровой сорта Саратовская 73 (сорт создан в НИИСХ Юго-Востока, Россия) на темно-каштановой суглинистой почве с содержанием гумуса 2,6%; pH = 6,9–7,1. Агротехнические мероприятия в эти годы были сходными. Обрабатывали почву путем плоскорезной обработки без оборота пласта на глубину 15–17 см, весеннего покровного боронования в два следа, предпосевной культивации на глубину заделки семян и послепосевным прикатыванием. Удобрения не вносились. Не проводили и мероприятия по уходу за опытными делянками. Фунгицидами обрабатывали в сроки, аналогичные обработкам в Саратовской области: первую обработку препаратами проводили в фазу образования 2-го узла (Z-32), вторую, совпадающую с однократным применением, — в фазу выдвижения колоса (Z-49).

Экотоксикологические параметры изучаемых препаратов оценивали исходя из нескольких основных расчетных показателей.

Расчет токсической нагрузки проводили по формуле, предложенной Ю.Н. Фадеевым (1988 г.)⁸, экологической нагрузки — Т.В. Долженко и

В.И. Долженко (2006 г.)⁹, коэффициента опасности фунгицидов для пчел — по формуле, предложенной В.А. Зинченко (2012 г.)¹⁰. Такая оценка позволила узнать степень опасности изучаемых препаратов для теплокровных животных и человека, а также для основных объектов агроценоза.

В основу расчетов вышеназванных токсикологических критериев в виде основных констант, взятых из специальных справочников, выступали количество полулетальных доз действующего вещества для теплокровных или пчел (LD_{50}) и полуperiод исчезновения действующего вещества из почвы (T_{50}), входящих в состав препаратов «Фалькон, КЭ» и «Солигор, КЭ», в отношении тех или иных объектов ценоза, а также нормы применения этих фунгицидов.

Статистическую обработку данных проводили по Б.А. Доспехову (1985 г.)¹¹ методом дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

В период изучения биологической эффективности и безопасности трехкомпонентных препаратов в трех областях Российской Федерации было отмечено некоторое различие в фитопатогенных комплексах, проявлявшихся в годы исследований.

Стоит отметить, что как в Ленинградской, так и в Саратовской и Волгоградской областях в эти годы развитие мучнистой росы и бурой ржавчины было различным и зависело от погодных условий. Проявление пятнистостей (а именно темно-бурой и септориозно-пиренофорозной) было отмечено только в условиях Ленинградской области.

В Ленинградской области в первый год исследования фитопатогенный комплекс яровой пшеницы (сорт Аркас) был представлен темно-бурой пятнистостью, мучнистой росой и бурой ржавчиной, появившимися в посевах во II и III декадах июня. Этому способствовало, главным образом, наличие обильных осадков в I и II декадах июня, в 1,5 раза превышающих средние многолетние показатели. Температура воздуха в I декаде июня (18,1 °C) в 1,3 раза превышала среднюю многолетнюю, а во II (13,4 °C) и III (12,7 °C) в 1,2–1,3 раза была ниже средних многолетних значений (по данным метеостанции Меньковского филиала Агрофизического НИИ, Гатчинский р-н Ленинградской обл.). Такие погодные условия стали причиной проявления вышеназванного комплекса болезней, но не способствовали их высокому развитию. Ко II декаде июля развитие мучнистой росы достигало 15%, а темно-бурой пятнистости и бурой ржавчины составило всего лишь 5,8% и 6,5% соответственно.

⁷ Zadoks J.C. A decimal code for the growth stages of cereals / J.C. Zadoks, T.T. Chang, C.F. Konzak. Weed Res. 1974; 14(6): 415–421.

⁸ Фадеев Ю.Н. Оценка санитарной и экологической безопасности пестицидов. Защита растений. 1988; 7: 20–21.

⁹ Долженко Т.В., Долженко В.И. Экотоксикологический мониторинг пестицидов в агрозоисистеме. СПб.: СПБГАУ. 2006; 14.

¹⁰ Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. М.: КолосС. 2012; 247.

¹¹ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985; 351.

Дальнейшему развитию этих заболеваний препятствовали достаточно засушливые условия I (10,4 мм) и II (10,9 мм) декад июля, количество осадков во время которых было в 1,9–2,1 раза ниже средних многолетних.

Во второй год исследования ситуация значительно отличалась. Во II декаде июня на посевах яровой пшеницы сорта Аркас наблюдалось проявление только мучнистой росы и темно-буровой пятнистости. На посевах яровой пшеницы сорта Дарья первые признаки проявления мучнистой росы и септориозно-пиренофорозной пятнистости были отмечены позже — в III декаде июня — I декаде июля, максимальное развитие которых в текущем вегетационном сезоне составило 16,5% и 24,5% соответственно. На посевах пшеницы яровой сорта Аркас развитие темно-буровой пятнистости достигало 24,5%, а мучнистой росы — 28,2–40,4%, что произошло благодаря проведению искусственного заражения путем размещения сосудов с пораженными растениями на делянках в поле (создание инфекционного фона).

Погодные условия были более благоприятными для развития пятнистостей, нежели для развития мучнистой росы. Температура воздуха за июнь — июль колебалась от 14,4 до 17,2 °C, что было на уровне средней многолетней (14,3–17,9 °C). Определяющим фактором в этот год являлось количество осадков. В июне в зависимости от декады выпали всего от 0,3 до 16 мм осадков при средних многолетних за этот период (от 13,8 до 24,5 мм), а в первых двух декадах июля их количество было в 1,3–1,4 раза выше средних многолетних. Такие погодные условия привели к умеренному развитию пятнистостей в посевах пшеницы

яровой сортов Дарья и Аркас, а также к практическим эпифитотийному уровню развития мучнистой росы на посевах пшеницы яровой сорта Аркас.

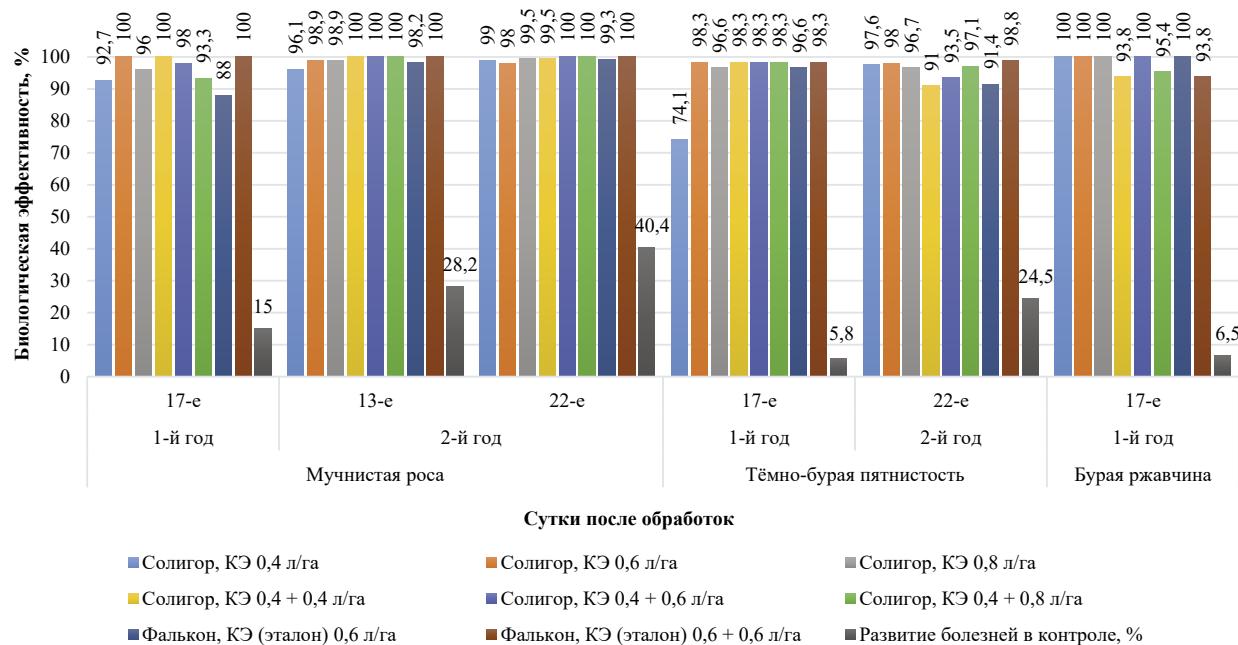
Биологическая эффективность препаратов «Фалькон, КЭ» и «Солигор, КЭ» против мучнистой росы на посевах пшеницы яровой сорта Аркас в первый год исследований на 17-е сутки после окончания обработок была высокой как при однократном (88–100%), так и при двукратном (93,3–100%) применении (при всех трех нормах) при слабом развитии этого заболевания (рис. 1).

На второй год изучения на 22-е сутки после обработок при эпифитотийном развитии мучнистой росы прослеживалась аналогичная тенденция, и биологическая эффективность препаратов была высокой независимо от кратности и нормы применения (98–100%). Против буровой ржавчины в первый год исследования при слабом развитии болезни эффективность обоих препаратов составила 93,8–100%. Против темно-буровой пятнистости, как при слабом, так и при умеренном развитии болезни, из года в год эффективность препаратов была высокой (93,5–98,8%), за исключением варианта опыта с однократной обработкой препарата «Солигор, КЭ» при норме применения 0,4 л/га. Длительность действия изучаемых фунгицидов составила более 20 дней.

На посевах пшеницы яровой сорта Дарья против мучнистой росы на 14-е, 28-е и 40-е сутки после обработок препараты показали высокую эффективность (95,7–100%) независимо от нормы и кратности применения при максимальном развитии болезни в контроле до 16,3%. На 14-е сутки после проведения обработок практически во всех вариантах с препаратами была отмечена 100%-ная

Рис. 1. Биологическая эффективность препаратов «Солигор, КЭ» и «Фалькон, КЭ» против комплекса болезней (пшеница яровая сорта Аркас, Ленинградская обл., 2018–2019 гг.)

Fig. 1. Biological effectiveness of the preparations "Soligor, CE" and "Falcon, CE" against a complex of diseases (spring wheat varieties Arkas, Leningrad region, 2018–2019)



эффективность против септориозно-пиrenoфорозной пятнистости, за исключением однократного применения изучаемого препарата при нормах применения 0,4–0,6 л/га (86,5–95,5%). К 40-м суткам после обработок высокая эффективность сохранилась во всех вариантах опыта (89,4–100%), и даже при однократной обработке препаратом «Солигор, КЭ» в минимальной норме применения она почти не снизилась (83,7%). Развитие болезни в течение вегетационного периода при этом в контроле достигло 24,5%, а длительность действия препарата составила более 40 дней [5].

В Саратовской области как в первый, так и во второй год изучения биологической эффективности препаратов «Фалькон, КЭ» и «Солигор, КЭ» первые признаки появления мучнистой росы отмечали в I декаде июня, бурой ржавчины — во II декаде июня. В первый год исследования развитие мучнистой росы достигало порядка 23,5–32,6%, а бурой ржавчины — 40,5%. Таким образом, четко наблюдались умеренное развитие первого и эпифитотийный уровень второго заболевания.

Стоит отметить, что причиной распространения возбудителей этих заболеваний стали обильные дожди, прошедшие во II декаде июня, когда выпали 57,2 мм осадков, что в 4,3 раза превысило среднюю многолетнюю величину (по данным метеостанции НИИ Юго-Востока, г. Саратов). Температура воздуха со II декады июня по II декаду июля (16,7–22,9 °C) была на уровне средних многолетних (21,6–23,3 °C). Во второй год проведения исследований развитие мучнистой росы и бурой ржавчины было умеренным — 14,7–20,3% и 16,9–27,2% соответственно. Погодные условия этого вегетационного сезона с III декады мая по

III декаду июня отличались дефицитом осадков и повышенным температурным режимом с частыми суховеями. За этот период выпали всего 30,4% осадков от средних многолетних, а температура воздуха была на 0,8–5,6 °C выше климатической нормы. Только прошедшие в III декаде июня дожди (43,8 мм осадков) простимулировали развитие мучнистой росы и бурой ржавчины. Засушливая I декада июля (0,3 мм осадков при средней многолетней 11,4 мм) больше способствовала развитию бурой ржавчины, чем мучнистой росы.

Против мучнистой росы за два года проведения исследований как при слабом, так и при умеренном развитии болезни препараты показали достаточно высокую эффективность только в случае их двукратного применения (рис. 2). Биологическая эффективность такого использования препарата «Фалькон, КЭ» при развитии болезни в контроле 23,5% достигала 83%. У фунгицида «Солигор, КЭ» даже при двукратном использовании на 30-е сутки после окончания обработок преимущество было в вариантах опытов с нормами применения 0,4 + 0,6 л/га и 0,4 + 0,8 л/га. При таких нормах эффективность препарата составляла от 70,1 до 82,6%. Длительность действия препаратов против мучнистой росы — около 20 дней, когда они были эффективны на 89,2–100%.

В борьбе с бурой ржавчиной тенденция роста биологической эффективности изученных препаратов сохранилась, однако эффективность против данного заболевания была выше (рис. 3). При развитии болезни в контроле 27,2–40,5% на 30-е сутки после окончания обработок эффективность препарата «Фалькон, КЭ» составляла 81,6–93,3%, препарата «Солигор, КЭ» при нормах применения

Рис. 2. Биологическая эффективность препаратов «Солигор, КЭ» и «Фалькон, КЭ» против мучнистой росы (пшеница яровая сорта Саратовская 42, Саратовская обл., 2023–2024 гг.)

Fig. 2. Biological efficiency of the preparations “Soligor, CE” and “Falcon, CE” against powdery mildew (wheat variety Saratovskaya 42, Saratov region, 2023–2024)

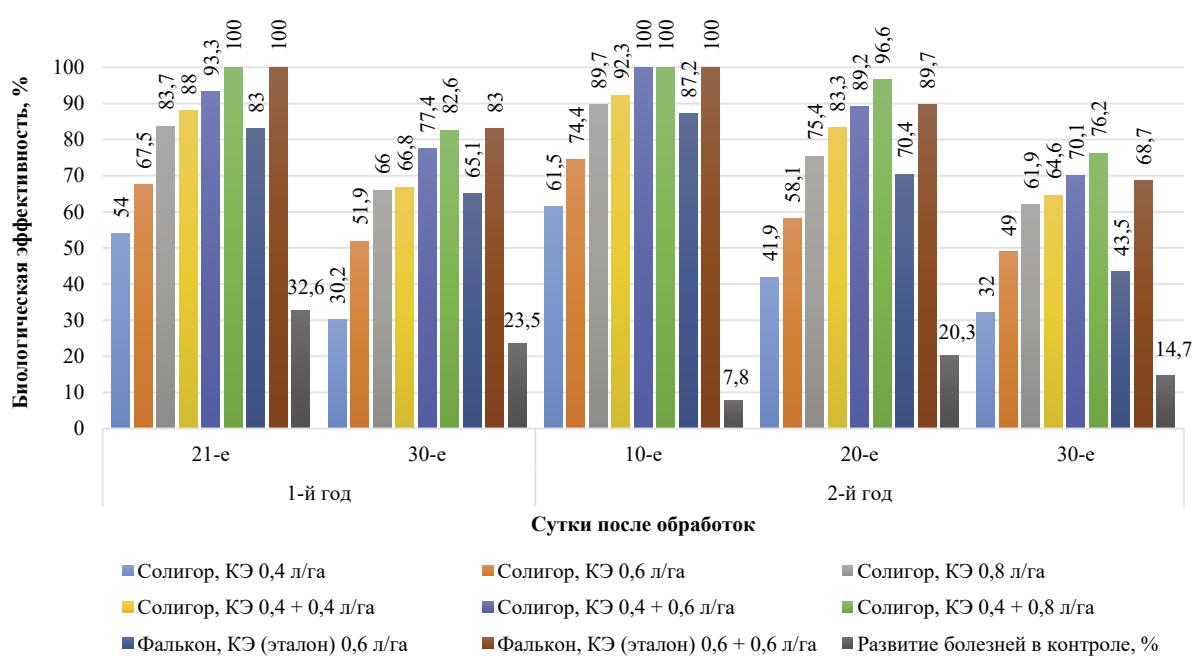
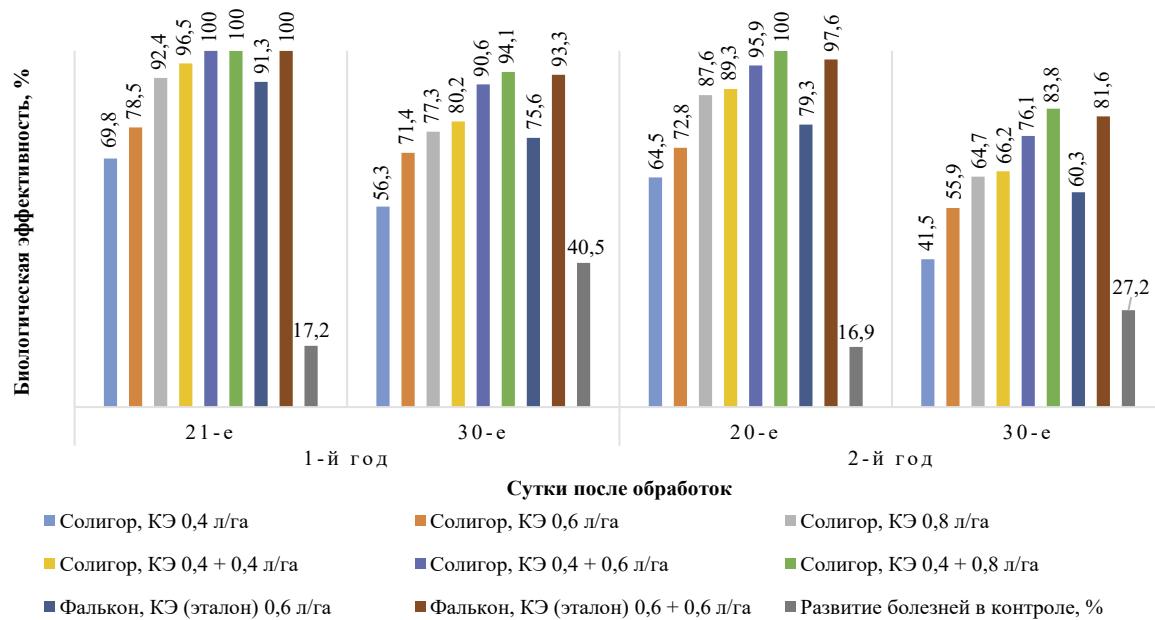


Рис. 3. Биологическая эффективность препаратов «Солигор, КЭ» и «Фалькон, КЭ» против бурой ржавчины (пшеница яровая сорта Саратовская 42, Саратовская обл., 2023–2024 гг.)

Fig. 3. Biological efficiency of the preparations “Soligor, CE” and “Falcon, CE” against leaf rust (wheat variety Saratovskaya 42, Saratov region, 2023–2024)



0,4 + 0,6 л/га — 76,1–90,6%, при нормах 0,4 + 0,8 л/га — 83,8–94,1%.

Таким образом, длительность действия препаратов против этого заболевания оказалась около 30 дней.

Погодные условия в Волгоградской области были близки к условиям Саратовской области оба года исследований. Фитопатогенный комплекс яровой пшеницы был представлен теми же возбудителями, что и в Саратовской, с некоторым различием по развитию болезней. В первый год изучения развитие мучнистой росы и бурой ржавчины было примерно одинаковым — 17,8–24,1% и 17,5–28,2% соответственно. Во второй год развитие мучнистой росы было слабым (9,6–13,9%), а развитие бурой ржавчины достигало порядка 10,3–17,8%. Более низкое развитие болезней в Волгоградской области по сравнению с Саратовской объясняется небольшой разницей в технологии возделывания яровой пшеницы.

Более высокое развитие бурой ржавчины и мучнистой росы в Саратовской области происходило благодаря вегетационным поливам, проводимым на посевах в этом регионе, создающим более благоприятные условия для развития и распространения фитопатогенов.

Результаты оценки биологической эффективности препаратов «Фалькон, КЭ» и «Солигор, КЭ» против мучнистой росы представлены на рисунке 4. Тенденция биологической эффективности препаратов против этого заболевания была абсолютно аналогична ей в Саратовской области. Длительность действия препаратов против мучнистой росы — около 20 дней, и лучшую эффективность препараты показали только при двукратном их применении. Биологическая эффективность препарата «Фалькон, КЭ» в эти годы к 20–21-м суткам

после окончания обработок составила 81,3–87,1% при развитии болезни в контроле 13,9–24,1%. При такой фитосанитарной обстановке при использовании препарата «Солигор, КЭ» преимущество было за вариантами опытов с нормами применения 0,4 + 0,6 л/га и 0,4 + 0,8 л/га, когда его эффективность составляла 79,7–82,7% и 83,4–93,5% соответственно.

Длительность действия против бурой ржавчины в Волгоградской области составила 20–30 дней (рис. 5). Биологическая эффективность двукратного применения препаратов «Солигор, КЭ» и «Фалькон, КЭ» на 30-е сутки после окончания обработок в первый год исследования против этого заболевания была близкой и составила 77–84,8% при развитии болезни в контроле 28,2%.

Другая фитосанитарная ситуация была во второй год проведения опытов. Аналогичная (77,5–82,6%) биологическая эффективность была отмечена в вариантах опыта с двукратным применением препаратов «Фалькон, КЭ» и «Солигор, КЭ» при нормах применения 0,4 + 0,6 л/га и 0,4 + 0,8 л/га на 29-е сутки после обработок при развитии болезни в контроле 17,8%.

Таким образом, по биологической эффективности действия препаратов между регионами прослеживались некоторые отличия. В Саратовской и Волгоградской областях фунгициды были высокоэффективны против бурой ржавчины и мучнистой росы при двукратном применении, в отношении «Солигора, КЭ» лучшими нормами применения были 0,4 + 0,6 л/га и 0,4 + 0,8 л/га. В Ленинградской области против мучнистой росы, бурой ржавчины, септориозно-пиренофорозной и темно-бурой пятнистостей оба препарата были высокоэффективны независимо от кратности проведения обработок и норм их применения.

Рис. 4. Биологическая эффективность препаратов «Солигор, КЭ» и «Фалькон, КЭ» против мучнистой росы (пшеница яровая сорта Саратовская 73, Волгоградская обл., 2023–2024 гг.)

Fig. 4. Biological efficiency of the preparations “Soligor, CE” and “Falcon, CE” against powdery mildew (wheat variety Saratovskaya 73, Volgograd region, 2023–2024)

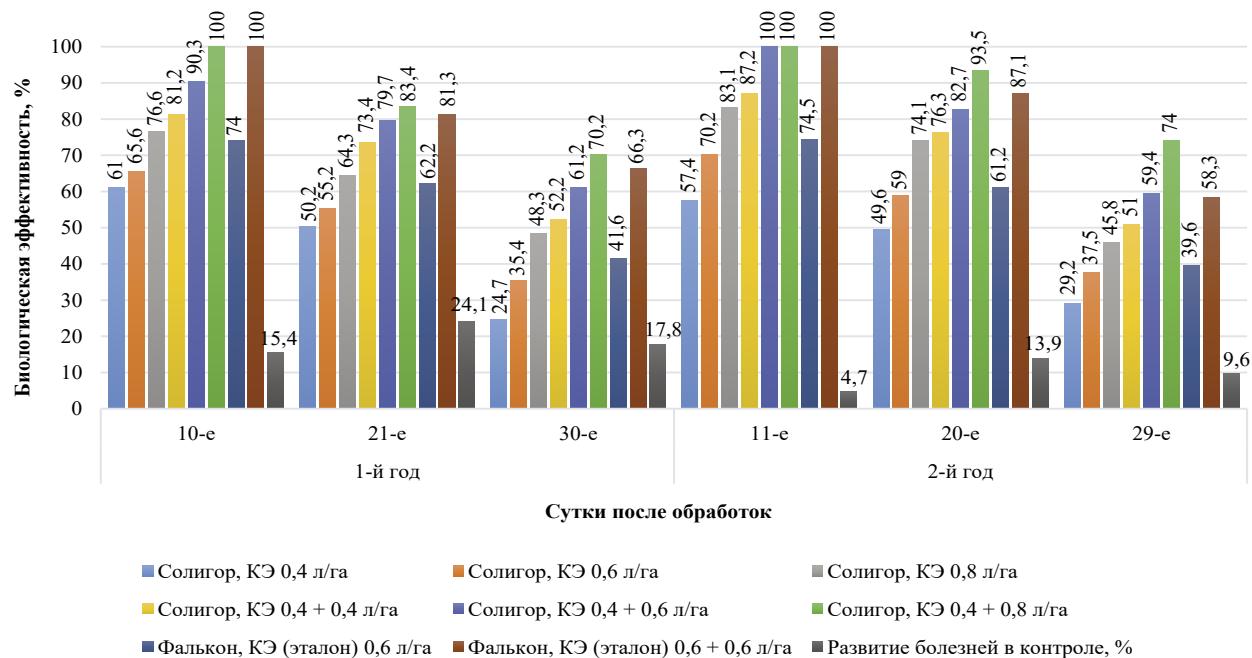
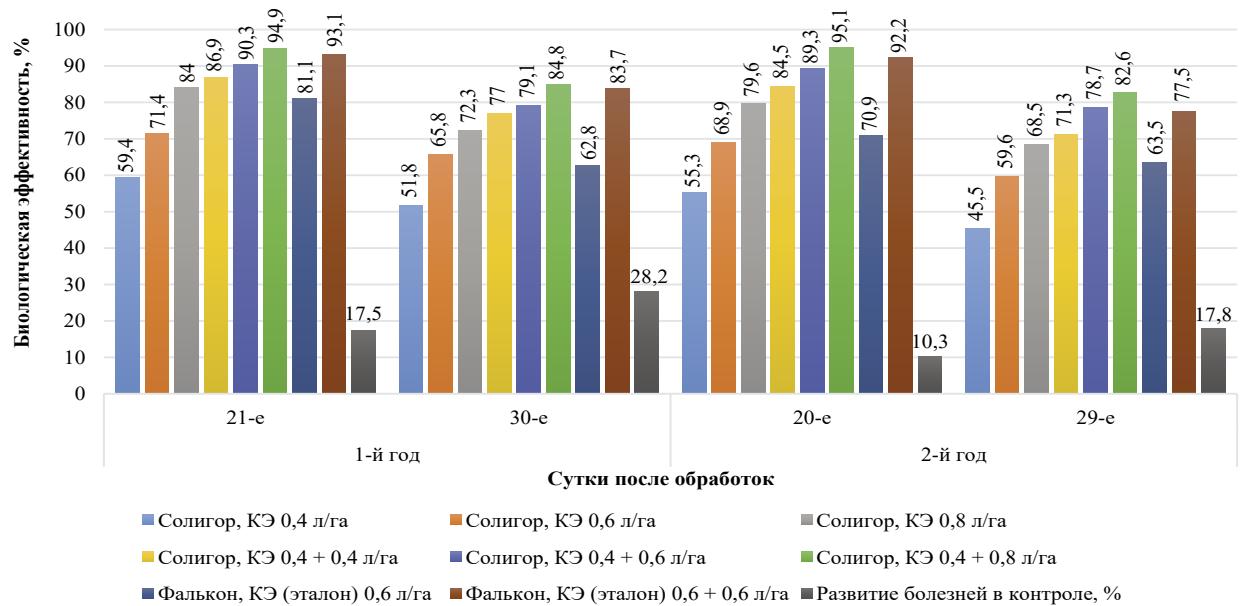


Рис. 5. Биологическая эффективность препаратов «Солигор, КЭ» и «Фалькон, КЭ» против бурой ржавчины (пшеница яровая сорта Саратовская 73, Волгоградская обл., 2023–2024 гг.)

Fig. 5. Biological efficiency of the preparations “Soligor, CE” and “Falcon, CE” against leaf rust (wheat variety Saratovskaya 73, Volgograd region, 2023–2024)



В таблице 2 представлены результаты изучения влияния препаратов «Фалькон, КЭ» и «Солигор, КЭ» на урожайность культуры при различных нормах и кратности применения этих препаратов. В Ленинградской области в первый год проведения исследований при применении этих препаратов существенных различий в урожайности яровой пшеницы сорта Аркас между вариантами отмечено не было, несмотря на то что величина сохраненного урожая варьировала от 3 до 18,3%.

Во второй год величина сохраненного урожая составляла от 2,5 до 38,3%. Существенные различия между контролем и опытом были отмечены в вариантах с двукратным применением препаратов «Фалькон, КЭ» и «Солигор, КЭ» при нормах применения 0,4 + 0,4 л/га и 0,4 + 0,8 л/га, где величина сохраненного урожая составляла 32,5–38,3%. Достоверные прибавки урожайности яровой пшеницы сорта Дарья относительно контроля получены практически во всех вариантах опыта, за

Таблица 2. Урожайность пшеницы яровой при применении комбинированных фунгицидов «Солигор, КЭ» и «Фалькон, КЭ»
 Table 2. Yield of spring wheat when using combined fungicides “Soligor, SC” and “Falcon, SC”

Вариант опыта	Ленинградская обл.		Саратовская обл.		Волгоградская обл.	
	2018 г.	2019 г.	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.
В ц/га						
«Солигор, КЭ» 0,4 л/га	15,9	12,3	31,8	21,9	15,2	12,0
«Солигор, КЭ» 0,6 л/га	17,8	14,7	32,9	22,2	15,7	12,4
«Солигор, КЭ» 0,8 л/га	17,4	15,2	33,7	22,8	16,1	12,8
«Солигор, КЭ» 0,4 + 0,4 л/га	18,1	16,1	34,2	23,1	16,5	13,1
«Солигор, КЭ» 0,4 + 0,6 л/га	18,9	15,3	35,5	23,7	17,0	13,3
«Солигор, КЭ» 0,4 + 0,8 л/га	20,0	15,9	36,2	24,0	17,5	13,5
«Фалькон, КЭ» (эталон) 0,6 л/га	19,3	14,4	33,1	22,3	15,8	12,5
«Фалькон, КЭ» (эталон) 0,6 + 0,6 л/га	18,2	16,6	35,0	23,4	17,2	13,2
Контроль (без обработки)	16,9	12,0	30,7	21,5	14,5	11,7
HCP ₀₅	6,5	3,8	0,7	0,6	0,6	1,0
В % к контролю						
«Солигор, КЭ» 0,4 л/га	94,1	102,5	103,6	101,9	104,8	102,6
«Солигор, КЭ» 0,6 л/га	105,3	122,5	107,2	103,3	108,3	106,0
«Солигор, КЭ» 0,8 л/га	103,0	126,7	109,8	106,0	111,0	109,4
«Солигор, КЭ» 0,4 + 0,4 л/га	107,1	134,2	111,4	107,4	113,8	112,0
«Солигор, КЭ» 0,4 + 0,6 л/га	111,8	127,5	115,6	110,2	117,2	113,7
«Солигор, КЭ» 0,4 + 0,8 л/га	118,3	132,5	117,9	111,6	120,7	115,4
«Фалькон, КЭ» (эталон) 0,6 л/га	114,2	120,0	107,8	103,7	109,0	106,8
«Фалькон, КЭ» (эталон) 0,6 + 0,6 л/га	107,7	138,3	114,0	108,8	118,6	112,8

Примечание: жирным синим шрифтом указаны варианты с урожайностью на уровне эталона и превышающие контроль, жирным подчеркнутым красным шрифтом — вариант с существенным превышением урожайности как относительно контроля, так и относительно эталона.

исключением варианта с минимальной нормой и кратностью обработок препаратом «Солигор, КЭ». Они составили порядка 27,4–42,3% (при урожайности 59,0–65,9 ц/га; в контроле — 46,3 ц/га при HCP₀₅ = 10,4 ц/га).

В Саратовской области в первый год проведения исследований величина сохраненного урожая во всех вариантах опыта с препаратами составила от 3,6 до 17,9%. Существенные различия между опытом, эталоном и контролем выявлены в варианте с двукратным использованием препарата «Солигор, КЭ» в нормах применения 0,4 + 0,8 л/га.

Аналогичная ситуация прослеживалась и в Волгоградской области, где величина сохраненного урожая в результате применения препаратов составила 4,8–20,7%. Во второй год исследования, как в Волгоградской области, так и в Саратовской, применение препаратов привело к сохранению от 3,3 до 15,4% урожая. При этом преимущество было за двукратными обработками фунгицидами «Солигор, КЭ» и «Фалькон, КЭ».

При применении препаратов на посевах яровой пшеницы сорта Аркас в Ленинградской

области в первый год исследования масса 1000 зерен⁵ была наибольшей при двукратном применении препарата «Солигор, КЭ» в нормах применения 0,4 + 0,6 л/га и 0,4 + 0,8 л/га (34,5–34,6 г). При применении препарата «Фалькон, КЭ» она составила 34,1–34,3 г, в контроле — 31,8 г. Во второй год проведения исследования по массе 1000 зерен вариант опыта с максимальной кратностью и нормой применения препарата «Солигор, КЭ» оказался на уровне однократного использования препарата «Фалькон, КЭ» (31,8 г).

Наилучшим (33,2 г) этот показатель оказался у варианта с двукратным применением последнего (28,0 г в контроле). Масса 1000 зерен яровой пшеницы сорта Дарья практически во всех вариантах колебалась в пределах 42,8–44,8 г (в контроле 39,6 г при HCP₀₅ = 2,5 г), при минимальной норме и кратности применения препарата «Солигор, КЭ» она составила 42,6 г.

В Саратовской области за два года изучения масса 1000 зерен яровой пшеницы сорта Саратовская 42 существенно отличалась от контроля (33,3–35,4 г) только в варианте с максимальными нормой и кратностью применения препарата «Солигор, КЭ» (35,2–38,1 г).

В Волгоградской области в первый год исследования такая ситуация наблюдалась как в случае двукратного применения препаратов (31,3–32,2 г), так и при однократном применении фунгицида «Солигор, КЭ» в максимальной норме применения (30,4 г), в контроле — 27,9 г.

Во второй год изучения масса 1000 зерен яровой пшеницы сорта Саратовская 73, существенно отличавшаяся от контроля (26,6 г), была только в вариантах с двукратным применением препаратов (28,3–28,9 г), за исключением варианта в минимальных нормах применения препарата «Солигор, КЭ».

Существенное положительное влияние на массу зерна с одного колоса яровой пшеницы сорта Дарья установлено при применении препарата «Солигор, КЭ» в максимальной норме как однократно, так и двукратно, как и в случае с препаратом «Фалькон, КЭ» (1,13–1,26 г), 0,90 г (контроль); HCP₀₅ = 0,2 г. Масса зерна с одного колоса яровой пшеницы сорта Саратовская 42 в первый год исследования, существенно отличающаяся от контроля (1,05 г), была у вариантов с двукратным применением препаратов (1,24–1,27 г), за исключением варианта с минимальной нормой

применения фунгицида «Солигор, КЭ». В Волгоградской области на яровой пшенице сорта Саратовская 73 ситуация оказалась абсолютно аналогичной (0,78–0,79 г с двукратным использованием препаратов, 0,63 г — в контроле). Во второй год изучения биологической эффективности препаратов «Фалькон, КЭ» и «Солигор, КЭ» по массе зерна с одного колоса яровой пшеницы сорта Саратовская 42 (0,75–0,81 г) отличий от контроля (0,74 г) при применении фунгицидов не отмечено.

В Волгоградской области прослеживалась та-кая же тенденция. Масса зерна с одного колоса яровой пшеницы сорта Саратовская 73 при хими-ческой защите от болезней составила 0,55–0,63 г, в контроле — 0,54 г.

По показателю токсической нагрузки (TH) препарата «Солигор, КЭ» при всех нормах применения является умеренно опасным (TH = 211,2–422,2 полулетальных доз на 1 га), так же как и «Фалькон, КЭ» при норме применения 0,6 л/га (TH = 377,74 полулетальных доз на 1 га). Коэффициент опасности для пчел у препарата «Солигор, КЭ» в за-висимости от нормы применения варьирует от 1,94 до 3,89, а у фунгицида «Фалькон, КЭ» при норме применения 0,6 л/га равен 2,82. По этим двум показателям оба препарата примерно оди-наковы. Экологическая нагрузка препара-та «Солигор, КЭ» при разных нормах применения

равна 1839,1–3677,2 у. е., в то время как у пре-парата «Фалькон, КЭ» она значительно выше (11963,43 у. е.).

Повышение экологической нагрузки при ис-пользовании препарата «Фалькон, КЭ» обусловлено наличием в его составе триадименола, который в почве быстро метаболизируется до триадимефона, разлагающегося в этой среде бо-льше 400 суток. Вероятно, эта особенность пре-парата «Фалькон, КЭ» подтолкнула разработчи-ков фирмы Bayer (Германия) на создание более безопасного для почвенной среды препарата «Солигор, КЭ», в котором с небольшим отличием по содержанию других компонентов триадименол (с $T_{50} = 36$ недель) был заменен на протиоконазол (с $T_{50} = 1$ неделя)^{12, 13}.

Выводы/Conclusions

Таким образом, по комплексу показателей био-логической эффективности и токсикологическим показателям преимуществом обладал препа-рат «Солигор, КЭ» при двукратном применении в нормах 0,4 + 0,6 л/га и 0,4 + 0,8 л/га.

С учетом результатов настоящих исследова-ний (по оценке биологической эффективности в 2020 году) препарат был внесен в Государствен-ный каталог пестицидов и агрохимикатов, разре-шенных для применения на территории Россий-ской Федерации.

¹² Исходные для расчета токсикологических характеристик константы были взяты из справочных источников: The Pesticide Manual / under edition C D S Tomlin. Thirteenth Edition. UK, BCPC, 7 Omni Business Centre, Omega Park, Alton, Hampshire, GU34 2 QD. 2003; 1344.
<http://rupest.ru/> [электронный ресурс] (дата обращения: 09.04.2025).

¹³ <https://sitem.herts.ac.uk/> [электронный ресурс] (дата обращения: 09.04.2025).

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 пLAGIAT. 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 выполнена в рамках государственного задания FGEU-2025-0009 «Разработка генетической защиты зерновых культур и картофеля от возбудителей вредоносных болезней, отвечающей требованиям экологической безопасности»

FUNDING:

The work was carried out within the framework of the state assignment FGEU-2025-0009 «Development of genetic protection of grain crops and potatoes from pathogens of harmful diseases that meets environmental safety requirements.»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абеленцев В.И., Добринин Н.Д., Боровой М.В., Зенин П.Н. Фунгициды — фактор повышения производства зерна хлебных злаков, возделываемых по энергосберегающим агротехническим приемам. *Достижения науки и техники АПК*. 2007; (8): 52–55. <https://www.elibrary.ru/kbefkt>
2. Доронин В.Г., Ледовский Е.Н. Влияние фунгицидов и их смесей с регулятором роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы. *Агрохимия*. 2021; (10): 17–21. <https://doi.org/10.31857/S0002188121100057>
3. Гришечкина Л.Д., Долженко В.И., Сухорученко Г.И., Буркова Л.А., Мартынушкин А.Н. Предпосевная обработка семян зерновых коло-совых культур *Захиста і карантин растений*. 2023; (1): 34–80. <https://www.elibrary.ru/eilsup>
4. Гришечкина Л.Д., Долженко В.И., Кунгурцева О.В. Фунгициды для защиты вегетирующих зерновых колосовых культур. *Захиста і карантин растений*. 2022; (2): 37–56. <https://www.elibrary.ru/qcmqaqh>
5. Зубко Н.Г., Долженко Т.В. Действие фунгицидов на содержание фотосинтетических пигментов в растениях пшеницы яровой. *Аграрная наука*. 2022; (12): 110–118. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-110-118>

REFERENCES

1. Abelentsev V.I., Dobrynin N.D., Borovoy M.V., Zenin P.N. Fungicides — a factor in increasing the production of grain of cereals grown using energy-saving agricultural practices. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2007; (8): 52–55 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/kbefkt>
2. Doronin V.G., Ledovsky E.N. Effect of fungicides and their mixtures with a growth regulator on the yield and quality of spring wheat grain. *Agrohimia*. 2021; (10): 17–21 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0002188121100057>
3. Grishechkina L.D., Dolzhenko V.I., Sukhoruchenko G.I., Burkova L.A., Martynushkin A.N. Pre-sowing treatment of seeds of cereal crops. *Plant protection and quarantine*. 2023; (1): 34–80 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/eilsup>
4. Grishechkina L.D., Dolzhenko V.I., Kungurtseva O.V. Fungicides for the protection of vegetative cereal crops. *Plant protection and quarantine*. 2022; (2): 37–56 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/qcmqaqh>
5. Zubko N.G., Dolzhenko T.V. The effect of fungicides on the content of photosynthetic pigments in spring wheat plants. *Agrarian science*. 2022; (12): 110–118 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-110-118>

6. Kuzdraliński A., Nowak M., Szczerba H., Dudziak K., Muszyńska M., Leśniowska-Nowak J. The composition of *Fusarium* species in wheat husks and grains in south-eastern Poland. *Journal of Integrative Agriculture*. 2017; 16(7): 1530–1536.
[https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61552-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61552-6)
7. Кекало А.Ю., Халиков С.С., Ильин М.М., Чкаников Н.Д., Заргарян Н.Ю. Комбинированные триазольные проправители и их влияние на рост и развитие проростков яровой пшеницы. *Агрохимия*. 2023; (10): 45–52.
<https://doi.org/10.31857/S0002188123100071>
8. Зорькина О.В., Сухова Е.А., Агапова О.О., Нефедьева Е.Э., Грибуст И.Р., Колотова О.В. Композиции фунгицидов с регуляторами роста для уменьшения ретардантного действия проправителей зерновых культур. *Агрохимия*. 2023; (7): 34–43.
<https://doi.org/10.31857/S0002188123070128>
9. Гришечкина Л.Д., Долженко В.И., Кунгурцева О.В., Ишкова Т.И., Здрожевская С.Д. Развитие исследований по формированию современного ассортимента фунгицидов. *Агрохимия*. 2020; (9): 32–47.
<https://doi.org/10.31857/S0002188120090070>
10. Зубко Н.Г., Зеленева Ю.В., Конькова Э.А., Мохова Л.Н., Дубровская Н.Н. Особенности возникновения, развития и генетические механизмы проявления резистентности к фунгицидам из химических классов триазолов и стробилуринов у *Zymoseptoria tritici* (обзор). *Микология и фитопатология*. 2024; 58(6): 423–434.
<https://doi.org/10.31857/S0026364824060011>
11. Долженко В.И. и др. (ред.). Резистентность вредных членистоногих, фитопатогенных грибов и грызунов к пестицидам. СПб.: *Петрополис*. 2024; 669.
ISBN 978-5-9676-1665-5
<https://www.elibrary.ru/thepj1>
12. Долженко В.И., Лаптиев А.Б. Современный ассортимент средств защиты растений: биологическая эффективность и безопасность. *Плодородие*. 2021; (3): 71–75.
<https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.120.13>
13. Михайликова В.В., Стребкова Н.С. Динамика применения пестицидов в Российской Федерации. *Агрохимия*. 2023; (9): 37–41.
<https://doi.org/10.31857/S0002188123090089>
14. Сорока В.Н. Защита посевов яровой пшеницы от болезней. *Защита и карантин растений*. 2009; (7): 24–25.
<https://www.elibrary.ru/kybdxx>
15. Volkova G.V., Kremneva O.Yu., Popov I.B. Efficiency of chemical fungicides against leaf tan spot of wheat. *Scientific Journal of KubSAU*. 2015; 112: 154–163 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/uzecrb>
16. Хаданович М.В., Сычева И.В., Мамеев В.В. Эффективность применения фунгицидов в защите озимой пшеницы сорта Московская 39 от септориоза. *Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы X Международной научной конференции*. Брянск: Издательство Брянской ГСХА. 2013; 144–149.
<https://www.elibrary.ru/tvyxbl>
17. Санин С.С. Адаптивная защита растений — важнейшее звено современного растениеводства. *Защита и карантин растений*. 2019; (2): 3–10.
<https://www.elibrary.ru/ywjupr>
18. Харитонова А.С. Влияние различных приемов возделывания яровой пшеницы на развитие болезней. *Защита и карантин растений*. 2021; (10): 18–20.
https://doi.org/10.47528/1026-8634_2021_10_18
19. Крупенько Н.А., Одинцова И.Н. Особенности действия и ретроспективный анализ эффективности фунгицидов для защиты пшеницы мягкой озимой от болезней листового аппарата. *Вестник защиты растений*. 2020; 103(4): 224–232.
<https://doi.org/10.31993/2308-6459-2020-103-4-13741>
20. Устимов Д.В. Эффективность фунгицидов в фазу кущения в отношении комплекса вредных патогенов в посевах пшеницы озимой в условиях учебно-опытного хозяйства Ставропольского ГАУ. *Вестник АПК Ставрополья*. 2021; (1): 47–52.
<https://www.elibrary.ru/dknmpt>
21. Доронин В.Г., Ледовский Е.Н., Пахотина И.В., Молод Я.Ф. Биологическая эффективность баковых смесей препаратов для защиты яровой пшеницы и их влияние на качество зерна. *Агрохимия*. 2023; (9): 42–49.
<https://doi.org/10.31857/S0002188123090053>
6. Kuzdraliński A., Nowak M., Szczerba H., Dudziak K., Muszyńska M., Leśniowska-Nowak J. The composition of *Fusarium* species in wheat husks and grains in south-eastern Poland. *Journal of Integrative Agriculture*. 2017; 16(7): 1530–1536.
[https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61552-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61552-6)
7. Kekalo A.Yu., Khalikov S.S., Ilyin M.M., Chkanikov N.D., Zargaryan N.Yu Combined Triazole Disinfectants and Their Influence on the Growth and Development of Spring Wheat Seedlings. *Agrohimia*. 2023; (10): 45–52 (in Russian).
<https://doi.org/10.31857/S0002188123100071>
8. Zorkina O.V., Sukhova E.A., Agapova O.O., Nefedieva E.E., Gribust I.R., Kolotova O.V. Compositions of Fungicides with Growth Regulators which Reduce the Retarding Effect of Crop Protectants. *Agrohimia*. 2023; (7): 34–43 (in Russian).
<https://doi.org/10.31857/S0002188123070128>
9. Grishechkina L.D., Dolzhenko V.I., Kungurtseva O.V., Ishkova T.I., Zdrozhevskaya S.D. Development of research on the formation of modern assortment of fungicides. *Agrohimia*. 2020; (9): 32–47 (in Russian).
<https://doi.org/10.31857/S0002188120090070>
10. Zubko N.G., Zeleneva Yu.V., Konkova E.A., Mokhova L.M., Dubrovskaya N.N. Peculiarities of Emergence, Development and Genetic Mechanisms of Resistance Manifestation Towards Fungicides from the Chemical Classes of Triazoles and Strobilurins Among the Representatives of *Zymoseptoria tritici* (A Review). *Mycology and Phytopathology*. 2024; 58(6): 423–434 (in Russian).
<https://doi.org/10.31857/S0026364824060011>
11. Dolzenko V.I. et al. (eds.). Resistance of harmful arthropods, phytopathogenic fungi and rodents to pesticides. St. Petersburg: *Petropolis*. 2024; 669 (in Russian).
ISBN 978-5-9676-1665-5
<https://www.elibrary.ru/thepj1>
12. Dolzenko V.I., Laptiev A.B. Modern range of plant protection means: biological efficiency and safety. *Plodorodie*. 2021; (3): 71–75 (in Russian).
<https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.120.13>
13. Mikhaylikova V.V., Strebkova N.S. Dynamics of Pesticide Use in the Russian Federation. *Agrohimia*. 2023; (9): 37–41 (in Russian).
<https://doi.org/10.31857/S0002188123090089>
14. Soroka V.N. Protection of spring wheat sown areas from diseases. *Plant protection and quarantine*. 2009; (7): 24–25 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/kybdxx>
15. Volkova G.V., Kremneva O.Yu., Popov I.B. Efficiency of chemical fungicides against leaf tan spot of wheat. *Scientific Journal of KubSAU*. 2015; 112: 154–163 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/uzecrb>
16. Khadanovich M.V., Sycheva I.V., Mameev V.V. Efficiency of fungicide application in protection of winter wheat of Moskovskaya 39 variety from septoria leaf and glume blotches. *Agroecological aspects of sustainable development of the agro-industrial complex. Proceedings of the X International scientific conference*. Bryansk: Bryansk State Agrarian Academy. 2013; 144–149 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/tvyxbl>
17. Sanin S.S. Adaptive plant protection is the most important link in modern crop production. *Plant protection and quarantine*. 2019; (2): 3–10 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/ywjupr>
18. Kharitonova A.S. The impact of different cultivation methods of spring wheat on disease development. *Plant protection and quarantine*. 2021; (10): 18–20 (in Russian).
https://doi.org/10.47528/1026-8634_2021_10_18
19. Krupenko N.A., Odintsova I.N. Peculiarities of action and retrospective analysis of fungicides efficacy for protection of soft winter wheat against leaf diseases. *Plant Protection News*. 2020; 103(4): 224–232 (in Russian).
<https://doi.org/10.31993/2308-6459-2020-103-4-13741>
20. Ustimov D.V. Effectiveness of fungicides in the tillering phase against a complex of harmful pathogens in winter wheat crops in the conditions of the educational and experimental farm of the Stavropol State Agrarian University. *Agricultural Bulletin of Stavropol region*. 2021; (1): 47–52 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/dknmpt>
21. Doronin V.G., Ledovsky E.N., Pakhotina I.V., Molod Ya.F. Biological Efficiency of Tank Mixtures of Preparations for the Protection of Spring Wheat and Their Effect on Grain Quality. *Agrohimia*. 2023; (9): 42–49 (in Russian).
<https://doi.org/10.31857/S0002188123090053>

ОБ АВТОРАХ**Наталья Геннадьевна Зубко¹**кандидат биологических наук, младший научный сотрудник
sacura0@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5956-8931>**Татьяна Васильевна Долженко^{1,2}**

- доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук¹;
- директор, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук²
dolzenkotv@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4139-2664>

Ольга Владимировна Кунгурцева¹кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
kungurceva@iczr.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7212-9757>

¹Всероссийский научно-исследовательский институт
защиты растений,
шоссе Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург,
196608, Россия

²Санкт-Петербургский государственный аграрный
университет,
Петербургское шоссе, 2, Пушкин, Санкт-Петербург,
196608, Россия

³Инновационный центр защиты растений,
ул. Пушкинская, 20, Пушкин, Санкт-Петербург, 196601,
Россия

ABOUT THE AUTHORS**Natalya Gennadievna Zubko¹**Candidate of Biological Sciences,
Junior Researcher
sacura0@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5956-8931>**Tatyana Vasilyevna Dolzenko^{1,2}**

- Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences¹;
- Director, Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences²
dolzenkotv@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4139-2664>

Olga Vladimirovna Kungurtseva¹Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
kungurceva@iczr.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7212-9757>¹All-Russian Institute of Plant Protection,3 Podbel'skogo Highway, Pushkin,
St. Petersburg, 196608, Russia²St. Petersburg State Agrarian University,2 Peterburgskoe Highway, Pushkin, St. Petersburg, 196608,
Russia

³Innovative Center for Plant Protection,
20 Pushkinskaya Str., Pushkin, St. Petersburg, 196601,
Russia



VII Агропродовольственный форум-выставка Черноземья

11-12 февраля 2026

Воронежский государственный аграрный
университет имени императора Петра I
(улица Ломоносова, 81Д, корпус 1)



**Значимая площадка для профессионального диалога,
обмена опытом и формирования практических решений,
направленных на устойчивое развитие агропромышленного
комплекса России.**

РЕГИСТРАЦИЯ



Р.Ф. Хасанова ✉

Р.М. Яхутова

А.Л. Аминова

И.К. Хабиров

Опытная станция «Уфимская» — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук», Уфа, Россия

✉ rezeda78@mail.ru

Поступила в редакцию: 15.08.2025

Одобрена после рецензирования: 11.11.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

© Хасанова Р.Ф., Яхутова Р.М., Аминова А.Л., Хабиров И.К.

Влияние органического удобрения «ЭкоТерра-Т» на агрохимические свойства темно-серой лесной почвы

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена влиянию органического удобрения «ЭкоТерра-Т» на агрохимические свойства темно-серой лесной почвы. Исследования проводили на посевах яровой пшеницы (*Triticum aestivum L.*) сорта Ватан. Исследуемое биоактивированное органическое удобрение «ЭкоТерра-Т», полученное путем ферментации птичьего помета, вносили в различных дозах: 1) 1 т/га; 2) 2 т/га; 3) 3 т/га; 4) 4 т/га; 5) контроль (без внесения). Исследуемые почвы опытного участка характеризуются слабокислой реакцией среды, довольно высоким содержанием гумуса в перегнило-аккумулятивном горизонте. При применении органического удобрения наблюдается тенденция к увеличению содержания органического вещества на 0,1% (в вариантах с внесением 1 т/га и 2 т/га) и 0,2% (в вариантах с внесением 3 т/га и 4 т/га). Внесение удобрения способствовало увеличению в почве содержания питательных элементов до уровня «очень высокая» по фосфору и «высокая» по калию и нитратному азоту. Обеспеченность почвы ионом аммония при внесении исследуемых удобрений с уровнем «очень низкий» повысилась до уровня «низкий». При увеличении дозы органического удобрения повышается урожайность в среднем до 30%, содержание азота — до 43%, фосфора — до 11%, калия — до 28% в почве. Наиболее выраженный эффект наблюдается в вариантах с внесением 2–4 т/га.

Ключевые слова: яровая пшеница (*Triticum aestivum L.*), темно-серые лесные почвы, органическое удобрение, питательные элементы, агрохимические показатели

Для цитирования: Хасанова Р.Ф., Яхутова Р.М., Аминова А.Л., Хабиров И.К. Влияние органического удобрения «ЭкоТерра-Т» на агрохимические свойства темно-серой лесной почвы. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 98–104.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-98-104>

Research article

 creative
commons
Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-98-104

Rezeda F. Khasanova ✉

Rezeda M. Yakhutova

Albina L. Aminova

Ilgiz K. Khabirov

Experimental station “Ufimskaya” — a separate structural subdivision of the Federal state budgetary scientific Institution Ufa Federal research centre of the Russian academy of sciences, Ufa, Russia

✉ rezeda78@mail.ru

Received by the editorial office: 15.08.2025

Accepted in revised: 11.11.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Khasanova R.F., Yakhutova R.M., Aminova A.L., Khabirov I.K.

Influence of the organic fertilizer “EcoTerra-T” on the agrochemical properties of dark gray forest soil

ABSTRACT

The article is devoted to the effect of the organic fertilizer “EcoTerra-T” on the agrochemical properties of dark gray forest soil. The research was carried out on crops of spring wheat (*Triticum aestivum L.*) of the Watan variety. The bioactivated organic fertilizer «EcoTerra-T» under study, obtained by fermentation of bird droppings, was applied in various doses: 1) 1 t/ha; 2) 2 t/ha; 3) 3 t/ha; 4) 4 t/ha; 5) control (without application). The studied soils of the experimental site are characterized by a slightly acidic reaction of the medium, a fairly high humus content in the humus-accumulative horizon. When using organic fertilizers, there is a tendency to increase the organic matter content by 0.1% (in variants with 1 t/ha and 2 t/ha) and 0.2% (in variants with 3 t/ha and 4 t/ha). Fertilization contributed to an increase in the nutrient content in the soil to the level of “very high” in phosphorus and “high” in potassium and nitrate nitrogen. The supply of ammonium ion to the soil increased from the “very low” level to the “low” level when applying the studied fertilizers. With an increase in the dose of organic fertilizer, the yield increases to an average of 30%, the nitrogen content to 43%, phosphorus to 11%, and potassium to 28% in the soil. The most pronounced effect is observed in variants with 2–4 t/ha.

Key words: spring wheat (*Triticum aestivum L.*), dark gray forest soils, organic fertilizer, nutrients, agrochemical indicators

For citation: Khasanova R.F., Yakhutova R.M., Aminova A.L., Khabirov I.K. Influence of the organic fertilizer “EcoTerra-T” on the agrochemical properties of dark gray forest soil. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 98–104 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-98-104>

Введение/Introduction

В условиях перехода к практике органического земледелия и производства соответствующей продукции применение отходов птицеводства в качестве органических удобрений приобретает особую актуальность. Птичий помет, обладая более высокой по сравнению с навозом концентрацией питательных элементов (в 8–10 раз), по своему влиянию на урожайность сельскохозяйственных культур практически не уступает минеральным удобрениям [1, 2]. Его химический состав характеризуется повышенным содержанием ключевых макроэлементов: азота, фосфора и калия [3]. Внесение данного вида удобрений способствует улучшению агрохимических и физических свойств почвенного покрова [4].

Вместе с тем некорректное применение птичьего помета может индуцировать негативные последствия для фитоценозов и окружающей среды в целом [5, 6]. Использование непереработанного сырья сопряжено с риском контаминации почвы патогенными микроорганизмами, включая бактерии, грибы и вирусы [7, 8]. Кроме того, в его составе потенциально могут присутствовать остаточные количества антибиотиков, соли тяжелых металлов, радионуклиды, пестициды и иные токсичные соединения [3].

В связи с этим экологически безопасным и перспективным направлением утилизации птичьего помета признана его предварительная технологическая переработка. Данный процесс позволяет привести качественные характеристики сырья в соответствие с установленными технологическими, санитарно-гигиеническими и агрономическими нормативами [9]. Применение специализированных органических удобрений, разработанных на основе переработанного помета [10–13], обеспечивает синергетический эффект: способствует росту продуктивности и улучшению качественных показателей растениеводческой продукции [14, 15], поддерживает и повышает почвенное плодородие [16], а также способствует сохранению экологического баланса агроэкосистем [17].

На территории Республики Башкортостан расположены более 20 птицеводческих комплексов, что дает возможность увеличения производства органических удобрений и решения проблемы утилизации помета для улучшения экологической обстановки окружающей среды.

Для снижения негативного воздействия птичьего помета на природную среду и получения безопасного органического удобрения разрабатываются различные технологии: переработка методом активного или пассивного компостирования

в буртах; каталитическая конверсия; термическая и вакуумная сушка; кавитационный способ обеззараживания жидкого помета; вермикомпостирование [3].

Технология производства органического удобрения «ЭкоТерра-Т» представляет собой современный и эффективный метод переработки куриного помета в безопасное и качественное органическое удобрение. Основной компонент технологии — биопрепарат «ЭкоТерра-Ж», созданный на основе термофильных анаэробных бактерий. Он активирует процесс ускоренного разложения органических остатков в анаэробной среде. Удобрение зарегистрировано и внесено в реестр агрохимикатов и пестицидов МСХ РФ¹.

Цель исследований — изучить влияние биоактивированного органического удобрения «ЭкоТерра-Т», полученное путем ферментации птичьего помета, на агрохимические свойства темно-серой лесной почвы в условиях Республики Башкортостан.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Полевые опыты проводили в вегетационный сезон 2024 года на Опытной станции «Уфимская» УФИЦ РАН, расположенной в условиях южной лесостепной зоны Республики Башкортостан Российской Федерации.

Почвенно-климатические условия данной зоны в основном благоприятны для возделывания и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур².

Климат умеренно влажный, континентальный. Продолжительность вегетационного периода с температурой выше 10 °C — 135 дней, безморозный период — 120 дней. Сумма эффективных температур — 1600 °C, сумма осадков за год — 525 мм, за вегетационный период — 249 мм.

Гидрометеорологический коэффициент — 1,2, относительная влажность воздуха — 60–70 %. Средняя температура воздуха за вегетационный период — 16–17 °C. Преобладают ветра юго-западного направления. Метеорологические условия вегетационного периода 2024 года характеризовались неустойчивыми температурами и режимом увлажнения. Дефицит осадков в начале вегетации сменился аномальным переувлажнением, по данным ФГБУ «Башкирское УГМС»³.

Исследования проводили на темно-серых лесных среднесуглинистых почвах с содержанием гумуса 8,5–9,3%, общего азота 0,19–0,21%, валового фосфора 150–300 мг на 100 г почвы, pH_{KCl} 5,1–5,4, подвижного P_2O_5 95,2–165,0 мг/кг почвы, обменного K_2O 82,3–112,3 мг/кг почвы.

¹ Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть II. Агрехимикаты. Информация приведена по состоянию на 23 апреля 2025 года. М.: Минсельхоз России. 2025; 128.

² Хазиев Ф.Х. Экология почв Башкортостана. Уфа: Гилем. 2012; 312.

³ Хаматшин А.М., Садыкова Э.М., Газизов С.С., Хисамутдинова М.С., Нухова Г.А., Мусина А.Р. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Республике Башкортостан в 2024 году, прогноз развития вредных объектов и меры борьбы с ними в 2025 году. Уфа. 2025; 155.

Темно-серые лесные почвы характеризуются темно-серой окраской гумусового горизонта, структура зернисто-комковатая в верхней части и крупнозернисто-мелкоореховатая в нижней части гумусового горизонта. Вскапание от действия 10% соляной кислоты обычно с нижней части профиля. Сложение от пахотного горизонта к нижним горизонтам от рыхлого до плотного. Почвообразующие породы — в основном делювиальные карбонатные глины и тяжелые суглинки. Преимущественно тяжелосуглинистого и глинистого гранулометрического состава. Реакция почвенной среды варьируется от среднекислой к нейтральной, величина pH — от 5,0 до 6,5. Мощность гумусового горизонта в среднем 36,6 см с отклонением от 25 до 40 см.

Исследования проводили на посевах яровой пшеницы (*Triticum aestivum L.*) сорта Ватан. Сорт включен в Госреестр по Уральскому региону в 2008 году и рекомендован для возделывания в Республике Башкортостан, Курганской и Омской областях Российской Федерации.

Исследуемое биоактивированное органическое удобрение «ЭкоТерра-Т»⁴ производства ИП Ханова Р.М. (Уфа, Россия) получено путем ферментации куриного помета. По данным протокола испытаний, проведенного в испытательной лаборатории ФГБУ «Центр агрохимической службы «Башкирский» (Уфа, Россия), удобрение имеет следующие характеристики: массовая доля органического вещества 30,0% (ГОСТ 27980⁵), калия общего — 2,4% (ГОСТ 26718⁶), общего азота — 3,5% (ГОСТ 26715⁷), общего фосфора — 8,1% (ГОСТ 26717⁸), реакция среды pH солевой вытяжки 8,5 (ГОСТ 27979⁹), массовая доля влаги (ГОСТ 26713¹⁰) 45%.

Схема опыта состояла из следующих вариантов внесения удобрения «ЭкоТерра-Т» в дозе:

- 1 — 1 т/га;
- 2 — 2 т/га;
- 3 — 3 т/га;
- 4 — 4 т/га;
- 5 — контроль (без внесения).

Посев яровой пшеницы проводили сеялкой «Клен» (ООО «Клен», г. Луганск), уборку — комбайном «Сампо» («Сельмашсервис», г. Волгоград).

Размер делянок — 2 × 10 м. Повторность трехкратная. Способ посева обычный рядовой, норма высея — 5,0 млн шт/га (200 кг/га яровой пшеницы). Глубина посева — 4–5 см. Срок посева — 15 мая.

Предпосевное проправливание семян не проводили. После уборки предшественника на поле была проведена вспашка на глубину 28 см. Ранней весной (при наступлении физической спелости почвы) проведено закрытие влаги (боронование). Перед посевом проводили предпосевную культивацию с внесением удобрения «ЭкоТерра-Т». Предшественник — озимая пшеница.

Рентабельность определяли отношением прибыли (общей выручки) к себестоимости. Экономическую эффективность рассчитывали по общепринятой методике с использованием типовых норм¹¹ (<https://krasikc-apk.ru/wp-content/uploads/Books>) по ценам, актуальным на 2024 г.

Отбор образцов почвы осуществляли перед закладкой полевых исследований и после сбора урожая (слой 0–20 см). Пробоотбор проводили согласно ГОСТ 17.4.4.02¹². Органическое вещество (ГОСТ 26213¹³) и нитратный азот определяли ионометрическим методом (ГОСТ 26951¹⁴), аммиачный азот — методом ЦИНАО (ГОСТ 26489¹⁵). Определение содержания в почвах подвижных соединений фосфора и калия проводили по методу Чирикова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204¹⁶), pH солевой вытяжки — потенциометрическим методом (ГОСТ 26483¹⁷). Для оценки обеспеченности почв питательными элементами использовали градации согласно методическим указаниям по проведению комплексного агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий¹⁸.

Математическую обработку результатов исследований проводили по методике полевого опыта Б.А. Доспехова¹⁹.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Почвенное плодородие в основном зависит от содержания в почве минеральных элементов и гумуса. Повышенное содержание органических веществ в почве интенсифицирует развитие сапроптических микроорганизмов, осуществляющих процессы минерализации и гумификации.

⁴ Государственная регистрация № 611-20-3821-0, свидетельство №3821 от 17 сентября 2022 г.

⁵ ГОСТ 27980-88 Удобрения органические. Методы определения органического вещества.

⁶ ГОСТ 26718-85 Удобрения органические. Метод определения общего калия.

⁷ ГОСТ 26715-85 Удобрения органические. Методы определения общего азота.

⁸ ГОСТ 26717-85 Удобрения органические. Метод определения общего фосфора.

⁹ ГОСТ 27979-88 Удобрения органические. Метод определения pH.

¹⁰ ГОСТ 26713-85 Удобрения органические. Метод определения влаги и сухого остатка.

¹¹ <https://krasikc-apk.ru/wp-content/uploads/Books>

¹² ГОСТ 17.4.4.02-2017 Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.

¹³ ГОСТ 26213-2021 Почвы. Методы определения органического вещества.

¹⁴ ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом.

¹⁵ ГОСТ 26489-85 Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО.

¹⁶ ГОСТ 26204-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО.

¹⁷ ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО.

¹⁸ Флоринский М.А., Лунев М.И., Кузнецов А.В. и др. Методические указания по проведению комплексного агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий. М.: Центр научно-технической информации, пропаганды и рекламы. 1994; 96.

¹⁹ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., стер. М.: Альянс. 2011; 351.

Данные процессы приводят к конверсии труднодоступных минеральных соединений в легкогидролизуемые формы, доступные для ассимиляции растениями. Таким образом, уровень содержания органического вещества является интегральным показателем, определяющим агрофизический статус (структурно-агрегатное состояние, порозность, влагоемкость) и химические параметры плодородия почвы (емкость катионного обмена, буферность).

Почвы опытного участка характеризуются слабокислой реакцией среды, высоким содержанием гумуса в перегнойно-аккумулятивном горизонте. До закладки полевого опыта водородный показатель солевой вытяжки почвы во всех вариантах опыта колебался в пределах 4,9–5,1 ед. pH. При применении органического удобрения «Эко-Терра-Т» реакция среды изменялась незначительно — от 4,8 до 5,1 ед. (рис. 1). По градиенту кислотности почвы опытных участков относятся к градации мало- и среднекислых.

По данным некоторых исследований [18, 19], внесение органических и минеральных удобрений способствует повышению органического вещества в почве только в долгосрочной перспективе. В настоящих опытах наблюдается увеличение содержания органического вещества на 0,1% (в вариантах с внесением 1 т/га и 2 т/га) и 0,2% (в вариантах с внесением 3 т/га и 4 т/га). Достоверных различий в вариантах опыта не выявлено (рис. 1).

В проведенных ранее исследованиях [20] по выявлению оптимальной дозы удобрения «Эко-Терра-Т» на посевах кукурузы на выщелоченных черноземах установлено, что внесение минерального удобрения в соотношении $N_{113}P_{93}K_{132}$ не способствовало увеличению органического вещества по сравнению с контролем. Концентрация органического вещества в контроле составила 10,84%, минерального удобрения — 10,81%. Внесение удобрения «Эко-Терра-Т» на посевах кукурузы в дозе более 5 т/га демонстрирует значительные изменения содержания органического вещества (на 1,4%).

Содержание подвижного фосфора в почве опытного поля варьировало от 165,0 до 632,0 мг/кг (HCP_{05} — 37,5) (рис. 2). Массовая доля фосфора при внесении удобрения «Эко-Терра-Т» достоверно повысилась почти в 2 раза в вариантах внесения 1 т/га и 2 т/га (349 мг/кг и 324 мг/кг соответственно) и более чем в 3 раза — в 3 т/га и 4 т/га (527 мг/кг и 632 мг/кг соответственно).

Концентрация подвижного калия находилась в диапазоне 86,0–192,0 мг/кг (HCP_{05} — 5,7). На участках с внесением удобрений наблюдали существенное повышение (в 2 раза) массовой доли подвижного калия, особенно в вариантах с дозой внесения 3 т/га и 4 т/га (192 мг/кг и 186 мг/кг соответственно).

До закладки опыта исследуемые почвы по градации обеспеченности фосфором и калием характеризовались как высокообеспеченные по

Рис. 1. Содержание органического вещества в почве после внесения удобрения, %
Fig. 1. Organic matter content in soil after fertilization, %

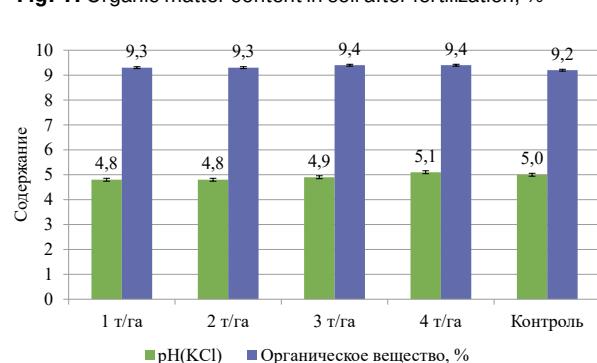
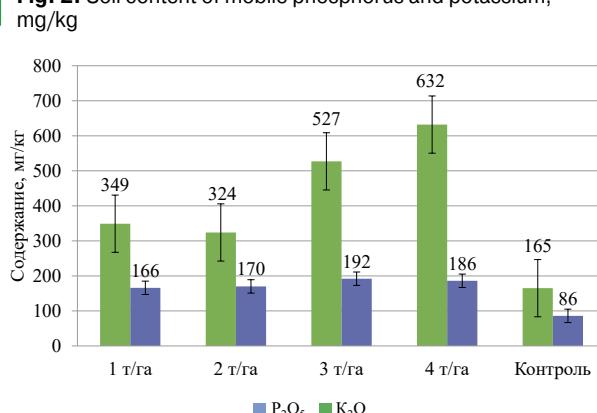


Рис. 2. Содержание в почве подвижного фосфора и калия, мг/кг
Fig. 2. Soil content of mobile phosphorus and potassium, mg/kg



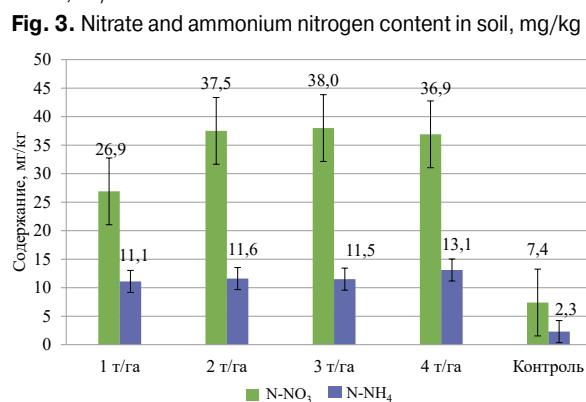
фосфору и повышенные по калию. Внесение органического удобрения «Эко-Терра-Т» способствовало повышению питательных элементов в почве: до уровня «очень высокая» — по фосфору, «высокая» — по калию.

Нитратная форма азота образуется в процессе нитрификации аммонийного азота. Промежуточная форма азота в процессе нитрификации аммония — нитриты — быстро окисляются до нитратов и практически не накапливается в почве. Нитратный азот, в отличие от аммонийного, обладает высокой подвижностью, так как хорошо растворяется в почве. Его накопление обусловливается активностью процессов нитрификации и интенсивностью потребления растениями в период вегетации.

Анализ содержания нитратного азота в опыте показал, что наименьшее значение (7,4 мг/кг) зафиксировано в контроле (без внесения удобрения). В вариантах с применением исследуемого удобрения значения существенно повышаются — в 3–5 раз (от 26,9 до 38,0 мг/кг при HCP_{05} 9,3) (рис. 3). Наиболее высокие показатели выявлены в вариантах с внесением 2 т/га, 3 т/га, 4 т/га. Обеспеченность нитратным азотом в почве после внесения удобрения с уровня «очень низкий» повышается до уровня «высокий».

Аммонийный азот, в отличие от нитратов, содержит аммиак в свободном виде и в значительных количествах может содержаться в тканях

Рис. 3. Содержание в почве нитратного и аммонийного азота, мг/кг



растений без вреда. Его накопление, особенно при недостатке углеводов, ведет к аммиачно-му отравлению растений, поэтому аммонийные (аммиачные) удобрения нельзя вносить большими дозами перед посевом, особенно под культуры, семена которых бедны углеводами.

Внесение удобрения способствовало достоверному повышению аммиачного азота — от 2,3 мг/кг в контроле до 11,5–13,1 мг/кг в опытных вариантах ($HCP_{0,9}$) (рис. 3). Наиболее высокий показатель выявлен в варианте с внесением дозы 4 т/га. Обеспеченность почвы ионом аммония при внесении удобрения с уровня «очень низкий» повышается до уровня «низкий».

На фоне внесения органического удобрения «ЭкоТерра-Т» на посевах яровой пшеницы урожайность зерна достоверно увеличивалась (при $HCP_{0,5} = 0,15$) по сравнению с контролем (1,6 т/га) во всех вариантах опыта (при дозе 1 т/га урожайность составила 1,9 т/га, при 2,0 т/га — 2,04, при 3 т/га — 2,2, при 4 т/га — 2,4). В варианте с внесением удобрения 2 т/га, 3 т/га, 4 т/га уровень рентабельности выше, чем в контроле (табл. 1).

Выходы/Conclusions

После внесения органического удобрения «ЭкоТерра-Т» на посевах яровой пшеницы в первый же год исследований получены положительные результаты, отражающиеся на агрохимических свойствах темно-серых лесных почв. Наблюдаются тенденция к увеличению содержания органического вещества и достоверное увеличение питательных элементов в почве. Содержание фосфора увеличилось почти в 2 раза в вариантах внесения

Таблица 1. Экономическая эффективность производства зерна яровой пшеницы

Table 1. Economic efficiency of spring wheat grain production

Показатели	Варианты опыта				
	контроль	1 т/га	2 т/га	3 т/га	4 т/га
Урожайность с 1 га, т	1,6	1,9	2,04	2,2	2,4
Стоимость продукции с 1 га, всего (руб.)	16 000,0	19 000	20 400	22 000	24 000
Затраты труда, чел.-час.:					
на 1 га	11,1	11,0	11,2	11,3	11,3
на 1 т	4,42	3,22	3,01	3,1	3,0
Производственные затраты на 1 га, руб.	28 451,0	29 346,7	33 264,9	35 569,2	37 893,2
Себестоимость 1 т (основной) продукции, руб.	13 720,2	12 714,5	14 282,6	15 361,2	15 897,0
Условный чистый доход, убыток (-) с 1 га, руб.	14 731	16 632,2	18 982,0	20 205,0	21 996,2
Уровень рентабельности, %	10,1	13,0	13,2	13,6	13,8

1 т/га и 2 т/га и более чем в 3 раза — в 3 т/га и 4 т/га. Наблюдается повышение содержания подвижного калия, особенно в вариантах с дозой внесения 3 т/га и 4 т/га.

Результаты проведенных исследований показали положительное влияние на формирование урожайности яровой пшеницы сорта Ватан. В вариантах внесения органического удобрения в дозе 2–4 т/га отмечен высокий условный чистый доход, себестоимость (а следовательно, возделывание яровой пшеницы сорта Ватан в условиях южной лесостепи Республики) рациональна и экономически выгодна.

Использование органического удобрения на основе куриного помета при возделывании яровой пшеницы представляет серьезный практический интерес. В перспективе целесообразно изучить порог токсичности высоких доз удобрения на посевах яровой пшеницы и долгосрочное влияние на почву.

Практические рекомендации: исследования показывают, что в условиях южной лесостепной зоны Республики Башкортостан применение удобрения «ЭкоТерра-Т» в дозе 2–4 т/га по изученным показателям позволяет рекомендовать его для повышения урожайности яровой пшеницы сорта Ватан и плодородия темно-серых лесных почв.

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 plagiarism. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки РФ в рамках госзадания № 125013001145-3.

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 study was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the state task No.125013001145-3.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белюченко И.С. (ред.). Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур. Монография. Краснодар: КубГАУ. 2015; 181. ISBN 978-5-94672-884-3
<https://www.elibrary.ru/uokpir>
2. Awah G.O., Atijegbe S.R., Zakka U., Lale N.E.S. Effects of Poultry Manure on Watermelon (*Citrullus lanatus*) Production and Insect Infestation in a Humid Ecological Zone. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*. 2024; 20(4): 253–262.
<https://doi.org/10.35516/jjas.v20i4.3753>
3. Михайлова О.П., Сулейменова С.Б., Ефименко Д.В. Использование органического удобрения на основе птичьего помета для питания сельскохозяйственных культур. *Молодой ученый*. 2023; (11): 65–67.
<https://www.elibrary.ru/mkupmv>
4. Потапов М.А., Фролов Д.И. Влияние куриного помета на физические характеристики почвы. *Инновационная техника и технология*. 2021; 8(3): 56–60.
<https://www.elibrary.ru/sdjqfb>
5. Тучеж А.А., Гукалов В.Н. Влияние внесения компоста на основе навоза крупного рогатого скота и фосфоргипса на динамику в почве тяжелых металлов. *Экологический вестник Северного Кавказа*. 2019; 15(1): 34–38.
<https://www.elibrary.ru/yygdfj>
6. Tawfik A. et al. Bioenergy production from chicken manure: a review. *Environmental Chemistry Letters*. 2023; 21(5): 2707–2727.
<https://doi.org/10.1007/s10311-023-01618-x>
7. Антонова О.И., Калпокас В. Удобрительная, токсикологическая и ветеринарно-санитарная характеристика органического модифицированного удобрения на основе куриного помета. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2020; (6): 58–63.
<https://www.elibrary.ru/khpikf>
8. Брюханов А.Ю. Обеспечение экологической безопасности животноводческих и птицеводческих предприятий: (наилучшие доступные технологии). Монография. Спб.: ИАЭП. 2017; 293. ISBN 978-5-88890-087-1
<https://www.elibrary.ru/yluow>
9. Садохина Т.А., Матенъкова Е.А., Гаврилец Т.В., Петров А.Ф., Данилов В.П., Кокорин А.В. Влияние органических удобрений на основе куриного помета на продуктивность овса и микробиологические показатели почвы. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2022; 52(3): 5–16.
<https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-3-1>
10. Хмыров В.Д., Гурьянов Д.В., Куденко В.Б. Технология переработки помета в органическое удобрение. *Аграрный научный журнал*. 2021; (12): 127–129.
<https://doi.org/10.28983/asj.y2021i12pp127-129>
11. Ковалев Д.А., Ковалев А.А. Усовершенствованная технология анаэробной переработки птичьего помета. *Вестник ВНИИМЖ*. 2017; (3): 115–118.
<https://www.elibrary.ru/zmjmmj>
12. Кулагина Е.М., Мухаметзянова А.Д., Барабанов В.П., Егоров С.Ю. Микробиологическая переработка куриного помета с помощью биопрепарата «Эк-Агро». *Вестник технологического университета*. 2006; (4): 185–188.
<https://www.elibrary.ru/ijxdnd>
13. Plotnikov A., Sinyavsky I. The use of bird droppings, mineral and organomineral fertilizers in solving the issue of increasing productivity of agricultural lands of the Trans-Urals. *BIO Web of Conferences*. 2020; 27: 00111.
<https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700111>
14. Апаева Н.Н., Манишкин С.Г., Прозоров С.Э. Эффективность применения гранулированных органических удобрений на основе птичьего помета при возделывании яровой пшеницы. *Приоритетные направления развития науки и образования. Сборник материалов X Международной научно-практической конференции*. Чебоксары: Интерактив плюс. 2016; 80–82.
<https://doi.org/10.21661/r-113937>
15. Максимова Р.Б., Замятин С.А., Манишкин С.Г. Влияние гранулированных органических удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы. *Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки*. 2019; 5(1): 22–27.
<https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-1-22-27>
16. Повх О.В. Влияние органического удобрения и микробного препарата на агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы. *Почвоведение и агрохимия*. 2014; (2): 192–200.
<https://www.elibrary.ru/yltvet>

REFERENCES

1. Belyuchenko I.S. (ed.). Complex compost and its effect on soil properties and crop productivity. Monograph. Krasnodar: Kuban State Agrarian University. 2015; 181 (in Russian). ISBN 978-5-94672-884-3
<https://www.elibrary.ru/uokpir>
2. Awah G.O., Atijegbe S.R., Zakka U., Lale N.E.S. Effects of Poultry Manure on Watermelon (*Citrullus lanatus*) Production and Insect Infestation in a Humid Ecological Zone. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*. 2024; 20(4): 253–262.
<https://doi.org/10.35516/jjas.v20i4.3753>
3. Mikhailova O.P., Suleimenova S.B., Efimenko D.V. The use of organic fertilizers based on bird droppings for the nutrition of agricultural crops. *Young scientist*. 2023; (11): 65–67 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/mkupmv>
4. Potapov M.A., Frolov D.I. Impact of chicken droppings on the physical characteristics of the soil. *Innovative Machinery and Technology*. 2021; 8(3): 56–60 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/sdjqfb>
5. Teuchezh A.A., Gukalov V.N. Influence of introduction of compost on the basis of cattle manure and phosphogypsum on dynamics in soil of heavy metals. *The North Caucasus ecological herald*. 2019; 15(1): 34–38 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/yygdfj>
6. Tawfik A. et al. Bioenergy production from chicken manure: a review. *Environmental Chemistry Letters*. 2023; 21(5): 2707–2727.
<https://doi.org/10.1007/s10311-023-01618-x>
7. Antonova O.I., Kalpokas V.V. Fertilizing, toxicological and veterinary-sanitary characteristics of organic modified fertilizer based on chicken manure. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2020; (6): 58–63 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/khpikf>
8. Bryukhanov A.Yu. Ensuring the environmental safety of livestock and poultry enterprises: (the best available technologies). Monograph. St. Petersburg: Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production. 2017; 293 (in Russian). ISBN 978-5-88890-087-1
<https://www.elibrary.ru/yluow>
9. Sadokhina T.A., Maten'kova E.A., Gavrilets T.V., Petrov A.F., Danilov V.P., Kokorin A.V. Effect of organic fertilizers based on chicken manure on oat productivity and microbiological indicators of the soil. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2022; 52(3): 5–16 (in Russian).
<https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-3-1>
10. Khmyrov V.D., Guryanov D.V., Kudenko V.B. Litter processing technology into organic fertilizer. *Agrarian Scientific Journal*. 2021; (12): 127–129 (in Russian).
<https://doi.org/10.28983/asj.y2021i12pp127-129>
11. Kovalev D.A., Kovalev A.A. Advanced technology of poultry dung anaerobic processing. *Journal of VNIMZH*. 2017; (3): 115–118 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/zmjmmj>
12. Kulagina E.M., Mukhametzyanova A.D., Barabanov V.P., Egorov S.Yu. Microbiological processing of chicken manure using the biological product "Ek-Agro". *Herald of technological university*. 2006; (4): 185–188. (in Russian)
<https://www.elibrary.ru/ijxdnd>
13. Plotnikov A., Sinyavsky I. The use of bird droppings, mineral and organomineral fertilizers in solving the issue of increasing productivity of agricultural lands of the Trans-Urals. *BIO Web of Conferences*. 2020; 27: 00111.
<https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700111>
14. Apaeva N.N., Manishkin S.G., Prozorov S.E. The effectiveness of the use of granular organic fertilizers based on bird droppings in the cultivation of spring wheat. *Priority areas for the development of science and education. Collection of materials of the X International scientific and practical conference*. Cheboksary: Interaktiv plus. 2016; 80–82 (in Russian).
<https://doi.org/10.21661/r-113937>
15. Maksimova R.B., Zamyatin S.A., Manishkin S.G. The influence of the granulated organic fertilizers on productivity and grain quality of spring wheat. *Bulletin of the Mari State University. Series: Agricultural Sciences. Economic sciences*. 2019; 5(1): 22–27 (in Russian).
<https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-1-22-27>
16. Povkh O.V. Influence of organic and microbial preparation on agrochemical properties of sod-podzolic sandy loam soil. *Soil Science and Agrochemistry*. 2014; (2): 192–200 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/yltvet>

17. Семенов М.В., Железова А.Д., Ксенофонтова Н.А., Иванова Е.А., Никитин Д.А. Куриный помет как органическое удобрение: технологии компостирования и влияние на почвенные свойства (обзор). *Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева*. 2023; 115: 160–198.
<https://doi.org/10.19047/0136-1694-2023-115-160-198>
18. Шарков И.Н., Данилова А.А. Влияние агротехнических приемов на изменение содержания гумуса в пахотных почвах. *Агрохимия*. 2010; (12): 72–81.
<https://www.elibrary.ru/ltsbtj>
19. Alvarez R. A review of nitrogen fertilizer and conservative tillage effects on soil organic storage. *Soil Use and Management*. 2005; 21(1): 38–52.
<https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2005.tb00105.x>
20. Ахиаров Б.Г., Исламгулов Д.Р., Абдулвалеев Р.Р., Ахиарова Л.М. Установление оптимальных доз органического удобрения «ЭкоТерра-Т» на посевах кукурузы. *Агропродовольственная политика России*. 2023; (5–6): 36–41.
<https://www.elibrary.ru/ufwytx>

ОБ АВТОРАХ

Резеда Фиргатовна Хасанова

доктор биологических наук, доцент, заведующая лабораторией агротехнологий, главный научный сотрудник
rezeda78@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8917-0561>

Резеда Муратовна Яхутова

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник
rmyakhutova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8917-0561>

Альбина Леонаровна Аминова

доктор биологических наук, главный научный сотрудник
albina_ufa@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2738-4692>

Ильгиз Кавиевич Хабиров

доктор биологических наук, главный научный сотрудник
ilkhabirov@mail.ru

Опытная станция «Уфимская» — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук», Уфа, Россия, ул. Тополиная, 1, с. Чернолесовский, Уфимский р-н, Республика Башкортостан, 450535, Россия

17. Semenov M.V., Zhelezova A.D., Ksenofontova N.A., Ivanova E.A., Nikitin D.A. Chicken manure as an organic fertilizer: composting technologies and impact on soil properties (a review). *Bulletin of the V.V. Dokuchaev Soil Institute*. 2023; 115: 160–198 (in Russian).
<https://doi.org/10.19047/0136-1694-2023-115-160-198>

18. Sharkov I.N., Danilova A.A. Effect of different agricultural technologies on soil organic matter content. *Agricultural Chemistry*. 2010; (12): 72–81 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/ltsbtj>

19. Alvarez R. A review of nitrogen fertilizer and conservative tillage effects on soil organic storage. *Soil Use and Management*. 2005; 21(1): 38–52.
<https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2005.tb00105.x>

20. Ahiyarov B.G., Islamgulov D.R., Abdulvaleev R.R., Ahiyarova L.M. Establishing optimum dose of organic fertilizer “EcoTerra-T” for corn crops. *Agri-food policy in Russia*. 2023; (5–6): 36–41 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/ufwytx>

ABOUT THE AUTHORS

Rezeda Firtatovna Khasanova

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Agricultural Technologies, Chief Researcher
rezeda78@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8917-0561>

Rezeda Muratovna Yakhutova

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher
rmyakhutova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8917-0561>

Albina Lenarovna Aminova

Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher
albina_ufa@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2738-4692>

Ilgiz Kavievich Khabirov

Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher
ilkhabirov@mail.ru

Ufa Experimental Station is a separate structural subdivision of the Federal State Budgetary Scientific Institution Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia,

1 Topolinaya Str., Chernolesovsky village, Ufa District, Republic of Bashkortostan, 450535, Russia

УДК 633.15:631.52:631.54:631.559

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-105-112

Я.Т. Суюндуков¹**Э.-С. А. Куулар^{2,3}****С.О. Канзываа³**¹*Сибайский институт (филиал) Уфимского университета науки и технологий, Сибай, Россия*²*Кузбасский государственный аграрный университет, Кемерово, Россия*³*Тувинский государственный университет, Кызыл, Россия*✉ yalil_s@mail.ru

Поступила в редакцию: 10.10.2025

Одобрена после рецензирования: 11.12.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

© Суюндуков Я.Т., Куулар Э.-С.А., Канзываа С.О.

Урожайность зеленой массы, структура и качество урожая гибридов кукурузы при разных сроках посева в условиях Республики Тыва

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Для успешного развития животноводства важным условием является полевое кормопроизводство. В сложных погодно-климатических условиях Республики Тыва актуально сравнительное изучение урожайности и качества зеленой массы гибридов кукурузы. Объектом исследований являлись гибриды отечественной селекции Корифей (St), Росс 140 св, КС 178 св, Росс 199 мв, Росс 130 мв и КР 194 мв и ультранаранняя гибридная популяция Российская 2.

Цели исследований — выявить гибриды кукурузы с наибольшей урожайностью и определить оптимальные сроки их посева.

Методы. Закладку и проведение полевого опыта производили согласно требованиям Методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и общепринятых действующих методических рекомендаций по проведению полевых опытов с кукурузой, статистическую обработку — по Б.А. Доспехову.

Результаты. В двухфакторном полевом опыте на темно-каштановых легкосуглинистых почвах в условиях с засушливым и очень засушливым вегетационными периодами (ГТК 0,45–0,77) выявлено, что урожайность зеленой массы всех гибридов кукурузы, кроме КС 178 св, была выше по сравнению с районированным гибридом Корифей. Оптимальными являются ранний (10 мая) и средний (21 мая) сроки посева. Наибольшей урожайностью зеленой массы (65,3–66,5 т/га) отличалась гибридная популяция Российская 2, которая характеризуется относительно высоким выходом сухого вещества (22,2–22,9 т/га), обменной энергии (263,9–275,0 ГДж/га), наибольшим сбором переваримого протеина (944,9–976,6 кг/га) и обеспеченностью им одной кормовой единицей (36,6–42,6 г). По урожайности и комплексу показателей питательной ценности урожая для возделывания в условиях Республики Тыва наряду с гибридом Корифей и гибридной популяцией Российской 2 рекомендуются гибриды Росс 199 мв, Росс 130 мв и Росс 140 св.

Ключевые слова: Республика Тыва, гибриды кукурузы, сроки посева, зеленая масса, урожайность, ассимиляционная поверхность, структура урожая, сырой протеин, переваримый протеин, обменная энергия

Для цитирования: Суюндуков Я.Т., Куулар Э.-С.А., Канзываа С.О. Урожайность зеленой массы, структура и качество урожая гибридов кукурузы при разных сроках посева в условиях Республики Тыва. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 105–112. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-105-112>

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-105-112

Yalil T. Suyundukov¹**Ene-Say A. Kuular^{2,3}****Svetlana O. Kanzyva³**¹*Sibay Institute (Branch) of the Ufa University of Science and Technology, Sibay, Russia*²*Kuzbass State Agrarian University, Kemerovo, Russia*³*Tuvan State University, Kyzyl, Russia*✉ yalil_s@mail.ru

Received by the editorial office: 10.10.2025

Accepted in revised: 11.12.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Suyundukov Ya.T., Kuular E.-S.A., Kanzyva S.O.

Green biomass yield, structure, and quality of maize hybrid harvests at different planting dates under the conditions of the Republic of Tyva

ABSTRACT

Relevance. For the successful development of animal husbandry, field forage production is an essential factor. Under the challenging weather and climatic conditions of the Republic of Tyva, a comparative study of the yield and quality of green mass of maize hybrids is of particular importance. The objects of research were the domestic hybrids Koryfey (St), Ross 140 sv, KS 178 sv, Ross 199 mv, Ross 130 mv, KR 194 mv, and the ultra-early hybrid population Rossiyskaya 2.

The aim of the study was to identify maize hybrids with the highest yield and to determine the optimal sowing dates.

Methods. The establishment and implementation of the field trial were carried out in accordance with the requirements of the Methods of State Variety Testing of Agricultural Crops and commonly accepted methodological recommendations for conducting maize field trials. Statistical analysis was performed according to B.A. Dospekhov.

Results. In a two-factor field experiment on dark chestnut light loamy soils under arid and highly arid vegetation periods (HTC 0.45–0.77), it was revealed that the green mass yield of all maize hybrids, except KS 178 sv, exceeded that of the zoned hybrid Koryfey. The optimal sowing dates were early (10 May) and medium (21 May). The highest green mass yield (65.3–66.5 t/ha) was obtained from the hybrid population Rossiyskaya 2, which was also characterized by a relatively high output of dry matter (22.2–22.9 t/ha), metabolizable energy (263.9–275.0 GJ/ha), the highest accumulation of digestible protein (944.9–976.6 kg/ha), and its supply per feed unit (36.6–42.6 g). In terms of yield and the complex of nutritional value indicators, along with the hybrid Koryfey and the hybrid population Rossiyskaya 2, the hybrids Ross 199 mv, Ross 130 mv, and Ross 140 sv are recommended for cultivation in the conditions of the Republic of Tyva.

Key words: Republic of Tuva, maize hybrids, sowing dates, green mass, yield, assimilation surface, crop structure, crude protein, digestible protein, exchange energ

For citation: Suyundukov Ya.T., Kuular E.-S.A., Kanzyva S.O. Green biomass yield, structure, and quality of maize hybrid harvests at different planting dates under the conditions of the Republic of Tyva. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 105–112 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-105-112>

Введение/Introduction

Наиболее развитой отраслью сельского хозяйства Республики Тыва является животноводство. Сложный рельеф территории с доминированием горно-котловинных ландшафтов и резко континентальный засушливый климат являются главными ограничивающими факторами развития растениеводства¹.

Важным условием для успешного развития животноводства выступает полевое кормопроизводство, в значительной степени зависящее от возделывания засухоустойчивых кормовых культур, правильный выбор сортов и гибридов которых позволяет повысить урожайность в 1,3–1,5 раза [1–3]. В этом отношении одной из важнейших сельскохозяйственных культур является кукуруза благодаря высокой потенциальной урожайности, о чем свидетельствует значительное расширение в последние 2–3 десятилетия посевых площадей кукурузы как в мире, так и в России [4, 5].

В разных регионах страны проводится сравнительная оценка гибридов кукурузы по урожайности и хозяйственной ценности [6–8]. В сложных климатических условиях Республики Тыва перспективным представляется возделывание кукурузы, которая считается основной силосной культурой республики². Возделывание кукурузы на зеленый корм способствует получению кормов высокого качества с низкой себестоимостью, которое достигается при уборке в фазу молочно-восковой и восковой спелости [9–12].

Благодаря пластичности по отношению к погодным условиям кукуруза позволяет получать высокие и стабильные урожаи даже в экстремальных погодных условиях за относительно короткий период вегетации [13]. Сумма активных температур за вегетационный сезон со средней продолжительностью 134 дня составляет 1812–2086°и позволяет возделывать скороспелые сорта и гибриды [14], подбор которых для условий Республики Тыва является актуальным. Продолжительность безморозного периода в Пий-Хемском кожууне Республики Тыва в среднем 110 дней — со II декады мая до I декады сентября. Для I декады мая в Республике Тыва характерныочные заморозки (до минус 10–12 °C³).

Цели исследования — сравнительное исследование раннеспелых и ультраранних засухоустойчивых гибридов кукурузы отечественной селекции в Республике Тыва по урожайности и качеству урожая, выявление наиболее подходящих сроков посева.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в 2022–2024 гг. в двухфакторном полевом мелкоделяночном опыте, заложенном в условиях Пий-Хемского кожууна в северной части Республики Тыва Российской Федерации на темно-каштановых среднегумусных легкосуглинистых почвах, являющихся доминирующим фоном почвенного покрова региона.

Повторность 4-кратная, размер делянок — 9 м², количество растений в одной делянке — 84. Закладка и проведение эксперимента — согласно требованиям Методики ГСИ⁴ и общепринятых действующих методических рекомендаций⁵.

Фактор А включал раннеспелые гибриды кукурузы Корифей (St, ФАО 170), Росс 140 св (ФАО 150), КС 178 св (ФАО 200), Росс 199 мв (ФАО 190), Росс 130 мв (ФАО 130) и КР 194 мв (ФАО 190) и ультрараннюю гибридную популяцию Российская 2 (ФАО 150) (для удобства изложения варианты фактора А далее будут называться «гибриды»).

Фактор В включал три варианта со сроками посева кукурузы: ранний (10 мая), средний (21 мая), поздний (31 мая).

Для подготовки почвы использовали систему зяблевой обработки, которая является общепринятой для зоны. Предшественник — картофель. Непосредственно перед посевом вносили минеральное удобрение (нитроаммофоска) из расчета N₆₀P₆₀K₆₀.

Семена кукурузы были приобретены в СПК «Кукурузокалировочный завод „Кубань“», перед посевом семена проправливали инсектицидом «Кайзер» производства ООО «Тотус» (Россия) из расчета 10 л/т.

Посев проводили по схеме 70 × 15 см вручную на глубину 6 см, уборку и определение урожайности зеленой массы (ЗМ) — в фазу молочно-восковой спелости семян сплошным методом путем взвешивания. Фазы определяли по каждому гибриду в отдельности. Высота среза при уборке составляла 30 см.

В структуре урожая зеленой массы определяли доли (%) стеблей, листьев и початков, площадь листовой поверхности растения — по методике, предложенной Институтом экспериментальной ботаники⁶.

Для характеристики погодных условий использовали данные метеостанции г. Туран.

Анализ проб зеленой массы проведен в испытательной лаборатории по агрохимическому обслуживанию сельскохозяйственного производства ФГБУ ГСАС «Тувинская» (аттестат

¹ Агроклиматические ресурсы Красноярского края и Тувинской АССР. Л.: Гидрометеоиздат. 1974; 211.

² Зональные системы земледелия Республики Тыва: руководство. Кызыл. 2019; 252.

³ Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в 2023 году и прогноз на 2024 год по Республике Тыва. Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Тыва. 2023.

<https://rosselhoscenter.ru/> (дата обращения: 09.12.2025).

⁴ Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. М.: 2019; 329.

⁵ Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой / сост. Д.С. Филев, В.С. Циков, В.И. Золотов и др. Днепропетровск: ВНИИ кукурузы ВАСХНИЛ. 1980; 54.

⁶ Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов / Н.А. Ламан и др. Минск: Навука і тэхніка. 1996; 101.

аккредитации № РОСС RU.0001.514617): массовую долю сырого протеина (СП) определяли в процентах на воздушно-сухое вещество по ГОСТ 13496.4-2019⁷, массовую долю сырой клетчатки (СК) — в процентах на воздушно-сухое вещество по ГОСТ 31675-2012⁸, сырую золу (СЗ) — в процентах на воздушно-сухое вещество по ГОСТ 32933-2014⁹, влагу — в процентах по ГОСТ Р 54951-2019¹⁰.

Расчетным методом определено содержание переваримого протеина (ПП, г), кормовых единиц (КЕ, кг) и обменной энергии (ОЭ, мДж) в 1 кг воздушно-сухого вещества¹¹.

Статистическую обработку материалов проводили с использованием вариационного и корреляционного методов по Б.А. Доспехову¹².

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Анализ метеорологических условий показал, что температура воздуха вегетационных периодов в годы исследования была выше среднемноголетних. Экстремально высокими температурами характеризовалось лето 2024 года, в течение которого среднемесячные температуры превышали среднемноголетние показатели соответствующих месяцев на 0,5–3,7 °С.

Сумма осадков летних месяцев значительно меньше по сравнению со средними многолетними значениями. Особо следует отметить засушливые условия вегетационного периода 2022 года, в течение которого выпало осадков почти в 2 раза меньше среднемноголетнего количества. В этом отношении относительно благоприятным оказалось лето 2023 года с суммой осадков 104 мм, что составило 76% от среднемноголетней.

Анализ погодных условий подтверждает тенденцию глобальных климатических изменений на территории Республики Тыва, отмеченную в работе М.Ф. Андрейчика [15]. В среднем за три года исследований значение ГТК составило 0,69, варьируя в пределах 0,45–0,77, что ниже среднего многолетнего значения (0,89)¹³ (категория влагообеспеченности «засушиливый»¹⁴) на 0,2 единицы, и

позволяет оценить условия влагообеспеченности от «очень засушиливого» до «засушиливого» уровня. В целом погодные условия в 2022–2024 годах характеризуются как неблагоприятные для кукурузы.

Площадь ассимиляционной поверхности у растений гибрида Корифей (стандарт) при раннем сроке посева составила 19 757 кв. м, при среднем — 19 508 кв. м, при позднем — до 17 782 кв. м на 1 га (рис. 1).

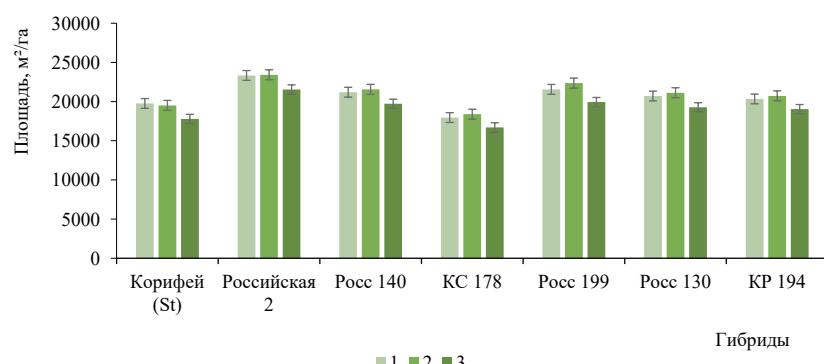
Из рисунка 1 видно, что по данному показателю все варианты опыта превышают гибрид Корифей. Лишь значения гибрида КС 178 оказались ниже стандарта. Гибридная популяция Российская 2 по площади листовой поверхности превышала стандарт в 1,18, 1,20 и 1,21 раза, соответственно, по срокам посева кукурузы. Превышение стандарта по данному показателю у других гибридов составило от 2,9–7,0% (КР 194) до 11,0–14,0% (Росс 130). Гибрид КС 178 уступал стандарту по данному показателю в 1,06–1,10 раза. У растений всех опытных вариантов отмечали некоторое увеличение площади листовой поверхности от раннего к среднему сроку посева, значительное уменьшение — к позднему сроку.

Данные по урожайности гибридов кукурузы приведены на рисунке 2.

Несмотря на высокую температуру и недостаточную влагообеспеченность вегетационного периода, изучаемые гибриды показали высокую адаптивность к сложившимся экстремальным погодным условиям. В острозасушиливом 2022 году урожайность зеленой массы стандартного варианта (гибрид Корифей) при раннем и среднем сроках посева составила 49,1 т/га и 49,0 т/га

Рис. 1. Площадь ассимиляционной поверхности гибридов кукурузы (среднее за 2022–2024 гг.). Сроки посева: 1 — ранний, 2 — средний, 3 — поздний

Fig. 1. The area of the assimilation surface of maize hybrids (the average for 2022–2024). Sowing dates: 1 — early, 2 — medium, 3 — late



⁷ ГОСТ 13496.4-2019 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. М.: Стандартинформ. 2019; 16.

⁸ ГОСТ 31675-2012 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. М.: Стандартинформ. 2014; 10.

⁹ ГОСТ 32933-2014 Корма, комбикорма. Метод определения содержания сырой золы. М.: Стандартинформ. 2015; 8.

¹⁰ ГОСТ Р 54951-2012 Корма для животных. Определение содержания влаги. М.: Стандартинформ. 2013; 12.

¹¹ Сычев В.Г., Лепешин В.В. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. М.: ЦНАО. 2002; 76.

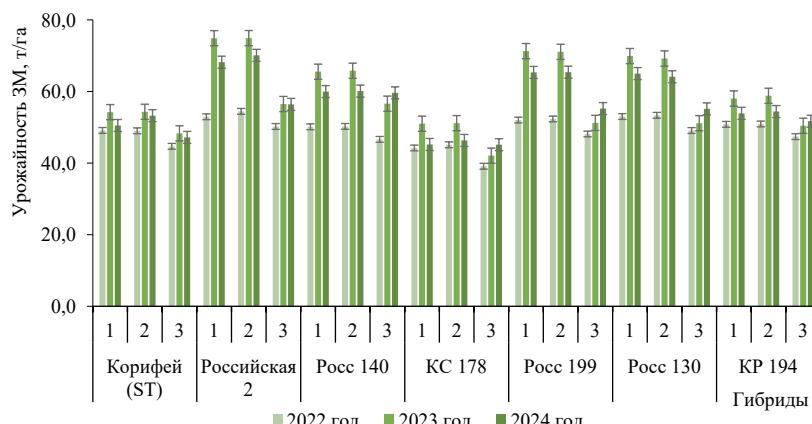
¹² Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1979; 416.

¹³ Зональные системы земледелия Республики Тыва: руководство. Кызыл. 2019; 252.

¹⁴ Система оценки ресурсного потенциала агроландшафтов для формирования экологически сбалансированных агроландшафтов. Курск: ГНУ ВНИИЗИЗПЭ РАСХН. 2012; 67.

Рис. 2. Урожайность зеленой массы гибридов кукурузы в 2022–2024 гг. НСР05 для сравнения частных различий: 2,84 т/га (2022 г.), 2,24 т/га (2023 г.) и 2,36 т/га (2024 г.). Сроки посева: 1 — ранний, 2 — средний, 3 — поздний

Fig. 2. Yield of green mass of maize hybrids in 2022–2024. LSD05 for comparison of private differences: 2.84 t/ha (2022), 2.24 t/ha (2023), 2.36 t/ha (2024). Sowing dates: 1 — early, 2 — medium, 3 — late



соответственно. Гибрид КС 178 при всех сроках посева достоверно уступал стандарту. Другие гибриды (Российская 2, Росс 199, Росс 130) по урожайности превышали или находились на уровне стандарта (Росс 140, КР 194). Гибриды Росс 140, КР 194 существенно не отличались по урожайности от гибрида Корифей, в то время как другие варианты превышали его.

Отмечено, что во всех вариантах, включая стандарт, между ранним и средним сроками сева различия в урожайность кукурузы недостоверны ($HCP_{05} = 2,84$ т/га). В то же время у всех гибридов поздний срок посева привел к существенному снижению урожайности (на 2,7–4,4 т/га).

В 2023 году во всех вариантах достигнута наибольшая урожайность кукурузы. Так, у стандарта она составила 54,2 т/га и 54,3 т/га при раннем и среднем сроках сева, превышая показатели гибрида КС 178 на 3,2 т/га и 3,1 т/га соответственно. Все остальные варианты существенно превышали стандарт — от 3,8–4,5 т/га (гибрид КР 194) до 20,6–20,7 т/га (Российская 2). Если во всех вариантах смещение срока посева от раннего (10 мая) к среднему (21 мая) не привело к существенному изменению урожайности, то при позднем сроке посева отмечено достоверное ее снижение. В особенности резкое уменьшение урожайности, составившее в среднем 19,0 т/га, произошло у гибридов Росс 199, Росс 130 и Российской 2.

В 2024 году показатели влагообеспеченности вегетационного периода и, следовательно, урожайность зеленой массы кукурузы оказались промежуточными между двумя предыдущими годами исследования в вариантах с ранним и средним сроками посева. В отличие от этого, при позднем сроке посева урожайность была выше или на уровне аналогичных вариантов предыдущих двух лет. У гибрида Корифей (стандарт) наибольшая урожайность получена при посеве 21 мая, у остальных гибридов ранний и средний сроки

посева показали практически одинаковые результаты. При посеве 31 мая у всех гибридов, кроме Росс 140 и КС 178, урожайность существенно снизилась. У последних в 2024 году сроки посева не оказали заметного влияния на урожайность зеленой массы.

Обобщая данные трехлетних исследований, можно заключить, что в условиях Республики Тыва наиболее подходящим сроком посева для получения зеленой массы кукурузы является период от 10 до 21 мая. При посеве в эти сроки наибольшая урожайность получена у ультраранней гибридной популяции Российской 2 (52,9–74,9 т/га) и

гибридов Росс 199 мв (52,0–71,3 т/га), Росс 130 мв (53,0–69,9 т/га) и Росс 140 св (50,1–65,8 т/га).

Для оценки гибридов важным является сравнение их по изменчивости средних арифметических показателей урожайности [5]. Расчеты коэффициентов вариации (V) средних значений урожайности зеленой массы кукурузы как по вариантам опыта, так и по годам исследования показали, что в целом относительная изменчивость не превышала 20%, что свидетельствует о достаточно высокой однородности данных урожайности исследуемых гибридов. По всей вероятности, это связано с тем, что сравнительно изучались гибриды, близкие по группе спелости (раннеспелые и ультраранние).

Вариабельность данных урожайности за три года исследований у стандарта (Корифей) и гибридов КС 178, КР 194 низкая, коэффициент вариации данного признака составлял 6,6%, 7,0% и 8,4% соответственно. У всех других гибридов она оказалась средней — от 12,0 до 15,9%. Наименьшая изменчивость характерна для значений урожайности стандарта, наибольшая — для гибридной популяции Российской 2.

Расчеты показали, что в наиболее засушливом 2022 году выявлена незначительная изменчивость ($V = 6,3$ –8,9%) урожайности гибридов при всех сроках посева кукурузы. Для данных второго года и третьего изменчивость данного показателя средняя ($V = 13,3$ –13,8%) при раннем и среднем сроках посева, незначительная ($V = 9,5$ –9,7%) — при позднем сроке.

Линейный парный корреляционный анализ данных за три года исследований выявил тесную прямую связь между площадью ассимиляционной поверхности и урожайностью зеленой массы кукурузы: при раннем сроке посева коэффициент корреляции составил 0,85, при среднем — 0,88, при позднем — 0,77.

Анализ структуры урожая зеленой массы показал, что при раннем сроке сева доля стеблей у

стандarta (гибрид Корифей) соста- вила в среднем за три года 49,3%, листьев и початков — 26,6% и 24,1% соответственно (рис. 3). Такое же соотношение элементов структуры урожая наблюдали при среднем сроке посева. В то же время при позднем сроке сева отмечено значительное (на 5,6%) снижение доли початков при одновременном увеличении доли стеблей (на 3,6%) и листьев (на 2,0%). Такая структура гибрида Корифей значительно отличается от данных А.Н. Никитина и соавт. [16], полученных в условиях Смоленской области, что отражает влияние погодно-климатиче- ских условий разных регионов. По их данным, у гибрида Корифей доля стеблей в урожае зеленой массы составила 31,6%, листьев — 19,3%, початков — 49,1%.

У гибридной популяции Российской 2 доля листьев на 4,3% выше по сравнению со стандартом, стеблей и початков — ниже, соответственно, на 2,5% и 1,8%. При позднем сроке посева доля початков снизилась на 3,5%.

У гибридов Росс 140 и КС 178 отмечена сходная структура урожая зеленой массы. При посеве в ранний и средний сроки доля стеблей составила 53,1–54,4%, листьев — 25,1–25,9, початков — 20,4–21,0%. Поздний срок посева способствовал снижению доли початков до 18,8% при некотором увеличении доли листьев и стеблей.

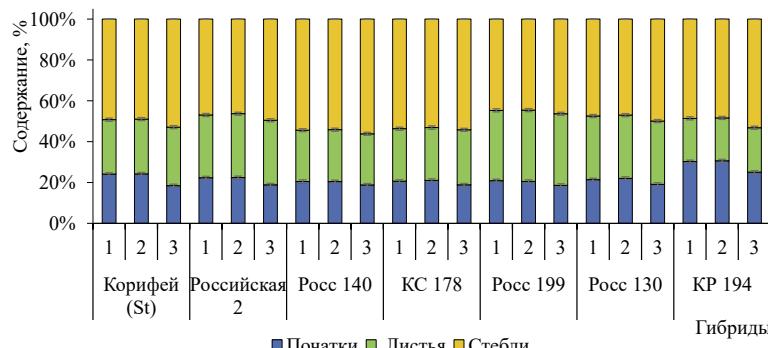
У гибридов Росс 199 и Росс 130 при посеве в ранний и средний сроки содержание початков в урожае составило 20,5–22,0%. При этом у гибрида Росс 199 отмечена наименьшая доля стеблей (44,6%), наибольшая — листьев (34,3%). У гибрида Росс 130 несколько выше доля стеблей и ниже — листьев. Поздние сроки посева способствовали снижению доли початков и повышению — стеблей.

Структура урожая зеленой массы у гибрида КР 194 отличалась относительно высоким содержанием початков, составившим при раннем сроке посева 30,3–30,6%, и низкой долей листьев — 21,0–21,1%. Поздний посев способствовал заметному снижению в урожае доли початков и значительном увеличении — стеблей при неизменном содержании листьев.

Важными показателями для характеристики интенсивности роста растений является высота и динамика накопления вегетативной массы растений [17]. Определение по фазам развития растений и корреляционный анализ показали сильную прямую корреляционную связь между этими показателями ($r = 0,87\text{--}0,97$).

Высокая питательная ценность получаемого урожая кукурузы позволяет использовать ее в качестве корма сельскохозяйственным животным в виде сilage, получаемого из зеленой массы

Рис. 3. Структура урожая зеленой массы гибридов кукурузы (среднее за 2022–2024 гг.). Сроки посева: 1 — ранний, 2 — средний, 3 — поздний
Fig. 3. The structure of the green mass yield of maize hybrids (the average for 2022–2024). Sowing dates: 1 — early, 2 — medium, 3 — late



растения [11, 12, 18]. Данные зоотехнического анализа зеленой массы кукурузы по срокам посевов и годам исследований различались незначительно. В среднем за три года наибольшими показателями по содержанию в зеленой массе кукурузы сухого вещества (СВ) отличилась гибридная популяция Российской 2 (33,3%), превышающая другие гибридные от 2,5–3,4 (Корифей, Росс 140 и Росс 199) до 6,8–8,3% (КС 178 и КР 194).

Содержание сырого протеина (СП) в зеленой массе стандарта было наибольшим ($5,2 \pm 0,25\%$) и превышало опытные варианты: Российской 2 — на 0,5%, КР 194 — на 2,1, Росс 140, Росс 130 и КС 178 — на 2,9–3,3%, Росс 199 — на 3,6%.

Содержание сырой клетчатки (СК) по вариантам опыта варьировало от 16,1 до 20,9%. У стандарта (16,1%), гибридной популяции Российской 2 и гибридных Росс 140, КС 178 (16,5–17,4%) оно оказалось примерно на одном уровне. Гибриды Росс 130, Росс 199 и КР 194 по данному показателю превышали стандарт на 2,5–4,8%. Наибольшее содержание сырой клетчатки в зеленой массе кукурузы отмечено у гибридных Росс 130 (20,9%) и КР 194 (19,3%).

Содержание сырой золы (СЗ) в зеленой массе кукурузы в опытных вариантах опыта достоверно превышало стандарт (на 0,7–2,3%). Исключением является гибрид Росс 199, который по данному показателю (4,4%) находился на уровне стандарта (4,1%).

Показатели сбора СВ на 1 га у гибрида Корифей (стандарт) при раннем и среднем сроках посева не отличались и составили, соответственно, 15,8 т/га и 16,1 т/га (рис. 4). Относительно низкие урожайность и содержание СВ гибридных КР 194 и КС 178 нашли отражение в сборе сухого вещества, который ниже стандарта на 1,5–1,6 т/га и 3,9–4,0 т/га соответственно. Показатели всех других опытных вариантов превышали стандарт: Росс 140 — на 1,5–1,7 т/га, Росс 199 — на 3,3 т/га, Российской 2 — на 6,4–6,8 т/га, Росс 130 — на 6,6–6,9 т/га. Отмечено, что у всех гибридных, включая стандарт, поздний срок посева способствовал значительному снижению сбора СВ на 1 га.

Рис. 4. Сбор сухого вещества с зеленой массой гибридов кукурузы при разных сроках посева (среднее за 2022–2024 гг.). Сроки посева: 1 — ранний, 2 — средний, 3 — поздний

Fig. 4. Collection of dry matter with green mass of maize hybrids at different sowing dates (the average for 2022–2024). Sowing dates: 1 — early, 2 — medium, 3 — late

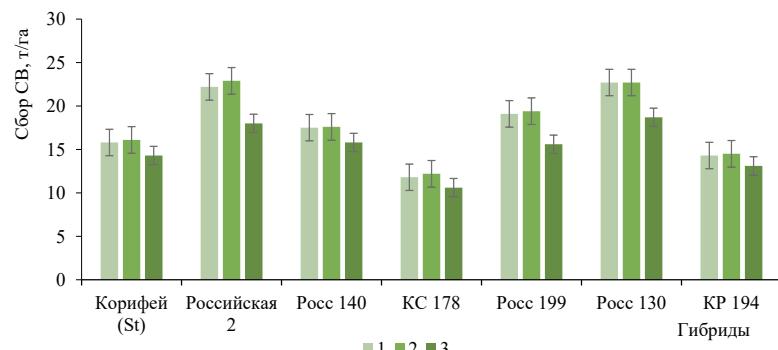
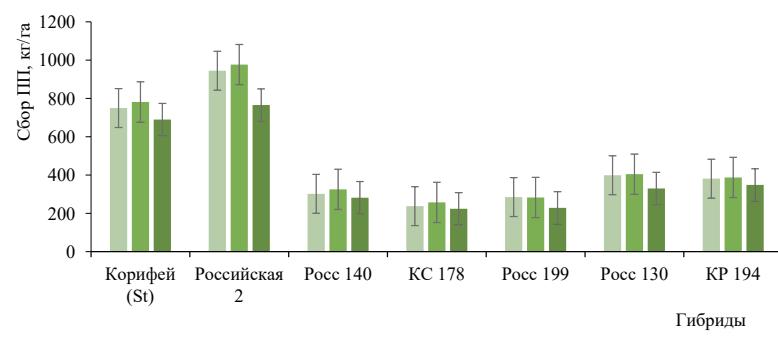
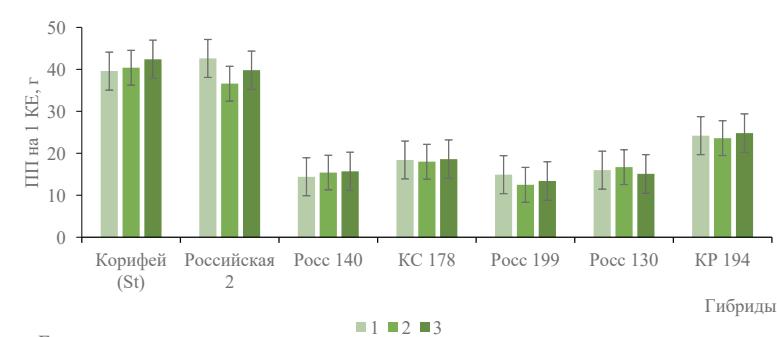


Рис. 5. Сбор ПП (А) с зеленой массой и обеспеченность одной кормовой единицы ПП (Б) при разных сроках посева гибридов кукурузы (среднее за 2022–2024 гг.). Сроки посева: 1 — ранний, 2 — средний, 3 — поздний

Fig. 5. Collection of digestible protein (A) with green mass and provision of 1 feed unit with digestible protein (B) at different sowing dates of maize hybrids (the average for 2022–2024). Sowing dates: 1 — early, 2 — medium, 3 — late



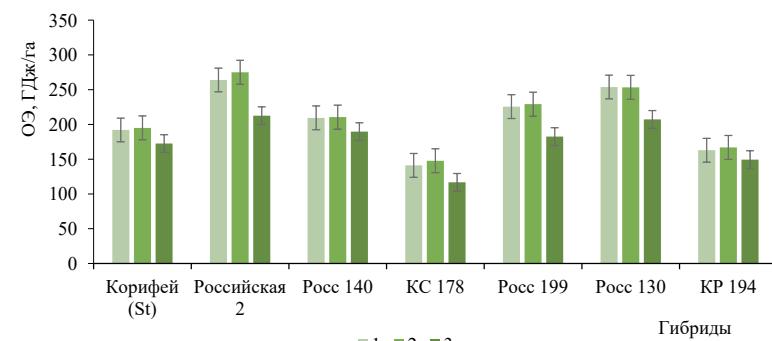
А



Б

Рис. 6. Выход ОЭ с зеленой массой при разных сроках посева гибридов кукурузы. Сроки посева: 1 — ранний, 2 — средний, 3 — поздний

Fig. 6. Output of exchange energy with green mass at different sowing dates of maize hybrids. Sowing dates: 1 — early, 2 — medium, 3 — late



По сбору переваримого протеина (ПП) с 1 га лучшим оказался средний срок посева. У стандарта он составил 781,5 кг, в варианте раннего срока посева — меньше на 31,8 кг, при позднем — на 91,9 кг (рис. 5А). У гибридной популяции Российской 2 при раннем, среднем и позднем сроках посева сбор ПП составил 944,9 кг/га, 976,6 кг/га и 765,3 кг/га, превосходя стандарт, соответственно, на 195,2 кг/га, 195,1 кг/га и 75,7 кг/га. Данный показатель у гибридов Росс 130, КР 194, Росс 140, Росс 199 ниже стандарта и Российской 2 от 2 до 4 раз.

У гибрида Росс 199 данные первого и второго сроков сева существенно не отличались. Во всех вариантах отмечено значительное снижение сбора ПП к позднему сроку посева.

Исследованные гибриды не отличались высоким содержанием белка. Обеспеченность одной кормовой единицы ПП не превышала 42,6 г (рис. 5Б). У гибрида Корифей (стандарт) значение данного показателя в среднем за три года исследований составило 39,6–42,4 г, у гибридной популяции Российской 2 — 36,6–42,6 г. У всех других гибридов показатели обеспеченности одной кормовой единицы ПП значительно ниже стандарта — от 1,3–1,9 (КР 194) до 2,7–3,1 раза (Росс 199). При этом сроки посева заметного влияния на данный показатель не оказали.

Биоэнергетическая оценка показала, что изученные гибриды кукурузы обеспечили достаточно большой выход обменной энергии (ОЭ) — 116,7–275,0 ГДж/га (рис. 6). При раннем сроке посева у стандарта данный показатель составил 192,0 ГДж/га, превышая гибрид КС 178 на 50,9 ГДж/га, гибрид КР 194 на 29,9 ГДж/га. При среднем сроке превышение названных гибридов составило, соответственно, 47,3 ГДж/га и 28,1 ГДж/га. В то же время соответствующие показатели других вариантов выше по сравнению со стандартом на величину от 17,4–15,6 ГДж/га (Росс 140) до 71,9–80,0 ГДж/га.

Из рисунка 6 очевидно, что средний срок посева способствовал некоторому увеличению выхода ОЭ

(от 3,0 до 11,1 ГДж/га) по сравнению с ранним сроком у всех гибридов, кроме Росс 140 и Росс 130. При позднем сроке посева отмечено снижение выхода ОЭ по сравнению с ранним сроком на величину от 13,5 до 51,4, со средним сроком — от 17,5 до 62,5 ГДж/га.

Выводы/Conclusions

В условиях Республики Тыва в качестве альтернативных гибридов кукурузы для возделывания на зеленую массу рекомендуются ультраранняя гибридная популяция Российской 2 и раннеспелые гибриды Росс 140 св, Росс 199 мв,

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 plagiat. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Журавлева Е.В., Фурсов С.В. Засуха как один из факторов риска в экономике растениеводства Российской Федерации. *Достижения науки и техники АПК*. 2016; 30(9): 88–90. <https://elibRARY.ru/wwrguh>
2. Говор Е.М., Хатефов Э.Б. Ранжирование коллекции кукурузы (*Zea mays L.*) ВИР по селекционно ценным признакам в агроклиматических условиях Республики Беларусь. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020; 181(2): 28–34. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-2-28-34>
3. Бойко В.Н., Хатефов Э.Б. Исходный материал для гибридной селекции кукурузы на многочатковость из коллекции ВИР. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021; 182(4): 27–35. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-4-27-35>
4. Хорошилов С.А., Воронин А.Н., Клименко М.В., Бирюкова Т.В., Деревлев Е.И., Лавриненко П.С. Гибриды кукурузы с повышенным содержанием каротиноидов в зерновом комплексе. *Достижения науки и техники АПК*. 2020; 34(5): 47–50. <https://elibRARY.ru/dplwhl>
5. Богдан П.М., Красковская Н.А., Даниленко И.Н. Оценка коллекции инбредных линий кукурузы приморской селекции. *Аграрная наука*. 2023; (9): 133–138. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-133-138>
6. Кириллов Н.А., Измествьев В.М., Соколова Е.А. Сравнительная оценка урожайности зеленой массы гибридов кукурузы. *Аграрная Россия*. 2018; (5): 9–11. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2018-5-9-11>
7. Кузнецов И.Ю., Ахияров Б.Г., Асылбаев И.Г., Алимгахаров Р.Р. Оценка гибридов кукурузы по хозяйственно ценным признакам в южной лесостепной зоне Республики Башкортостан. *Достижения науки и техники АПК*. 2023; 37(11): 38–42. <https://elibRARY.ru/fkgefj>
8. Ториков В.Е., Мельникова О.В., Наливайко Т.А. Сравнительная оценка урожайности зеленой массы и зерна гибридов кукурузы в условиях Центрального региона России. *Аграрная наука*. 2024; (7): 113–118. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-113-118>
9. Панихин П.А., Соколов В.А. Фуражные качества гетерозисных межродовых гибридов кукурузы с гамаграссом. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020; 181(1): 17–23. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-1-17-23>
10. Тихонов А.В., Лобanova А.А., Сабирова Т.П., Трушченко А.А. Урожайность и качество зеленой массы кукурузы, возделываемой по различным технологиям. *Кормопроизводство*. 2024; (1): 29–35. <https://doi.org/10.30906/1562-0417-2024-1-29-35>
11. Hristov A.N. et al. Effects of ensiling time on corn silage neutral detergent fiber degradability and relationship between laboratory fiber analyses and in vivo digestibility. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(3): 2333–2346. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16917>
- Росс 130 мв и КР 194 мв, превосходящие по урожайности районированный гибрид Корифей. Лучшим сроком для получения устойчивых урожаев кукурузы является период от 10 до 21 мая.
- Наилучшие показатели по урожайности зеленой массы достигнуты у ультраранней гибридной популяции Российской 2 (52,9–74,9 т/га) и гибридов Росс 199 мв (52,0–71,3 т/га), Росс 130 мв (53,0–69,9 т/га), Росс 140 св (50,1–65,8 т/га), которые характеризуется относительно высоким выходом сухого вещества (17,5–22,9 т/га) и обменной энергии (209,4–275,0 ГДж/га).

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. Zhuravleva E.V., Fursov S.V. Drought as one of the risk factors in the crop production economics of the Russian Federation. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2016; 30(9): 88–90 (in Russian). <https://elibRARY.ru/wwrguh>
2. Govor E.M., Khatefov E.B. Ranking the VIR collection of maize (*Zea mays L.*) according to the traits valuable for breeding in the soil and climate environments of the Republic of Belarus. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2020; 181(2): 28–34 (in Russian). <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-2-28-34>
3. Boyko V.N., Khatefov E.B. Source material from the VIR collection for hybrid breeding of multiple-ear maize. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2021; 182(4): 27–35 (in Russian). <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-4-27-35>
4. Khoroshilov S.A., Voronin A.N., Klimenko M.V., Biryukova T.V., Derevlev E.I., Lavrinenko P.S. Maize hybrids with a high content of carotenoids in the grain complex. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2020; 34(5): 47–50 (in Russian). <https://elibRARY.ru/dplwhl>
5. Bogdan P.M., Kraskovskaya N.A., Danilenko I.N. Evaluating the collection of maize inbred lines originating from Primorsky Krai. *Agrarian science*. 2023; (9): 133–138 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-133-138>
6. Kirillov N.A., Izmestiev V.M., Sokolova E.A. Comparative evaluation of the green mass yield of maize hybrids. *Agrarian Russia*. 2018; (5): 9–11 (in Russian). <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2018-5-9-11>
7. Kuznetsov I.Yu., Akhiyarov B.G., Asylbaev I.G., Alimgafarov R.R. Assessment of corn hybrids based on economically valuable traits in the southern forest-steppe zone of the Republic of Bashkortostan. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2023; 37(11): 38–42 (in Russian). <https://elibRARY.ru/fkgefj>
8. Torikov V.E., Melnikova O.V., Nalivaiko T.A. Comparative assessment of the yield of green mass and grain of corn hybrids in the conditions of the Central Regions of Russia. *Agrarian science*. 2024; (7): 113–118 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-113-118>
9. Panikhin P.A., Sokolov V.A. Fodder qualities of heterotic hybrids from intergeneric crosses between maize and eastern gamagrass. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2020; 181(1): 17–23 (in Russian). <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-1-17-23>
10. Tihonov A.V., Lobanova A.A., Sabirova T.P., Trushchenko A.A. Productivity and quality of the green mass of corn cultivated using various technologies. *Kormoproduktvo*. 2024; (1): 29–35 (in Russian). <https://doi.org/10.30906/1562-0417-2024-1-29-35>
11. Hristov A.N. et al. Effects of ensiling time on corn silage neutral detergent fiber degradability and relationship between laboratory fiber analyses and in vivo digestibility. *Journal of Dairy Science*. 2020; 103(3): 2333–2346. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16917>

12. Johnson L.M. et al. Corn Silage Management I: Effects of Hybrid, Maturity, and Mechanical Processing on Chemical and Physical Characteristics. *Journal of Dairy Science*. 2002; 85(4): 833–853. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74143-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74143-X)
13. Шайтанов О.Л., Тагиров М.Ш. Итоги экологических испытаний новых гибридов кукурузы в экстремальных условиях 2017 г. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2018; 13(4): 96–102. https://doi.org/10.12737/article_5c3de390aeb1b1.95182086
14. Серен К.Д., Донгак В.Ч. Перспектива развития кормопроизводства в Республике Тыва. *Кормопроизводство*. 2024; (8): 39–46. <https://doi.org/10.30906/1562-0417-2024-8-39-46>
15. Андрейчик М.Ф. Динамика экстремумов температуры воздуха — показатель потепления климата Центрально-Тувинской котловины Республики Тыва. *Вестник КрасГАУ*. 2014; (5): 124–128. <https://elibrary.ru/sezcyb>
16. Никитин А.Н., Пузик А.А., Демьянова Л.А., Прудников А.Д. Питательная ценность зеленой массы кукурузы и силоса кукурузного, заготовленного в фазах молочно-восковой и восковой спелости зерна на примере почвенно-климатических условий Смоленской области. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2018; (11–2): 33–37. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.77.11.042>
17. Багринцева В.Н., Иващенко И.Н., Дридигер В.В., Ожередова А.Ю., Ряшенцева М.В. Влияние удобрений на урожайность кукурузы в Ставропольском крае. *Достижения науки и техники АПК*. 2023; 37(7): 29–33. <https://elibrary.ru/kxvztq>
18. Liu Y., Wang G., Wu H., Meng Q., Khan M.Z., Zhou Z. Effect of Hybrid Type on Fermentation and Nutritional Parameters of Whole Plant Corn Silage. *Animals*. 2021; 11(6): 1587. <https://doi.org/10.3390/ani11061587>
12. Johnson L.M. et al. Corn Silage Management I: Effects of Hybrid, Maturity, and Mechanical Processing on Chemical and Physical Characteristics. *Journal of Dairy Science*. 2002; 85(4): 833–853. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74143-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74143-X)
13. Shaytanov O.L., Tagirov M.Sh. Results of environmental tests of new hybrides of corn in extreme conditions of 2017. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2018; 13(4): 96–102 (in Russian). https://doi.org/10.12737/article_5c3de390aeb1b1.95182086
14. Seren K.D., Dongak V.Ch. Prospects for the development of feed production in the Republic of Tyva. *Kormoprovodstvo*. 2024; (8): 39–46 (in Russian). <https://doi.org/10.30906/1562-0417-2024-8-39-46>
15. Andreychik M.F. Air temperature extremum dynamics — factor of climate warming in Central Tuva hollow of the Tuva Republic. *Bulletin of KrasGAU*. 2014; (5): 124–128 (in Russian). <https://elibrary.ru/sezcyb>
16. Nikitin A.N., Puzik A.A., Demyanova L.A., Prudnikov A.D. Nutritional value of green mass of corn and corn silage harvested in the phases of milky-wax and wax ripeness of grain on the example of soil and climatic conditions of the Smolensk region. *International Research Journal*. 2018; (11–2): 33–37 (in Russian). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.77.11.042>
17. Bagrintseva V.N., Ivashchenko I.N., Dridiger V.V., Ozheredova A.Yu., Ryashentseva M.V. Effect of fertilizers on corn yield in the Stavropol Territory. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2023; 37(7): 29–33 (in Russian). <https://elibrary.ru/kxvztq>
18. Liu Y., Wang G., Wu H., Meng Q., Khan M.Z., Zhou Z. Effect of Hybrid Type on Fermentation and Nutritional Parameters of Whole Plant Corn Silage. *Animals*. 2021; 11(6): 1587. <https://doi.org/10.3390/ani11061587>

ОБ АВТОРАХ

Ялиль Тухватович Суюндуков¹

доктор биологических наук, профессор, академик Академии наук Республики Башкортостан, главный научный сотрудник
yalil_s@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6257-6537>

Эне-Сай Айдашовна Куулар^{2,3}

• аспирант²;
• ассистент кафедры агрономии³
enasai8688@mail.ru
<https://orcid.org/000-002-2439-7220>

Светлана Отук-ооловна Канзываа³

кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой агрономии
Kanzyva73@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9651-5556>

¹Сибайский институт (филиал) Уфимского университета науки и технологий,
ул. Белова, 21, Сибай, 453837, Россия

²Кузбасский государственный аграрный университет,
ул. Марковцева, 5, Кемерово, 650056, Россия

³Тувинский государственный университет,
ул. Ленина, 36, Кызыл, 667000, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Yalil Tukhvatovich Suyundukov¹

Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Chief Researcher
yalil_s@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6257-6537>

Ene-Say Aidashovna Kuular^{2,3}

• Graduate Student²;
• Lecturer Department of Agronomy³
enasai8688@mail.ru
<https://orcid.org/000-002-2439-7220>

Svetlana Otuk-oоловна Kanzyva³

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Agronomy Department
Kanzyva73@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9651-5556>

¹Sibay Institute (branch) Ufa University of Science and Technology,
21 Belov Str., Sibay, 453837, Russia

²Kuzbass State Agrarian University,
5 Markovtsev Str., Kemerovo, 650056, Russia

³Tuva State University,
36 Lenin Str., Kyzyl, 667000, Russia

УДК 631.427.4

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-113-120

A.Н. Сизенцов**E.В. Сальникова****Е.А. Осипова****М.А. Булгакова**

Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

✉ kudryavceva.elen@mail.ru

Поступила в редакцию: 17.09.2025

Одобрена после рецензирования: 11.12.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

© Сизенцов А.Н., Сальникова Е.В.,
Осипова Е.А., Булгакова М.А.

Снижение токсичного влияния ионов свинца на *Triticum aestivum L.* и *Sinapis alba L.* под действием штамма *B. licheniformis RZn* в модели *in vitro*

РЕЗЮМЕ

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами, в том числе и ксенобиотическими элементами с высокими кумулятивными характеристиками, является актуальной проблемой в настоящее время. Приоритетным загрязнителем первого класса опасности является свинец, который попадает в окружающую среду с удобрениями и в результате технологических выбросов (пыли, паров, растворов), которые легко оседают на поверхности почвы и воды.

В качестве эффективного сорбента подвижных форм токсичных элементов возможно использование почвенных микроорганизмов рода *Bacillus* spp. с высокими аккумулирующими характеристиками. В работе представлены результаты экспериментальных исследований по выделению и оценке эффективности штаммов *Bacillus* spp., с территорий с высоким уровнем техногенной нагрузки. Использование диффузионного метода лунок в комбинации с методом серийного разведения, а также метода «реплик» с высевом на субстраты с высоким уровнем катионной нагрузки посредством добавления в питательные среды $Pb(NO_3)_2$ «ЧДА» в концентрациях 0,031 М, 0,016 М и 0,008 М позволили выделить перспективный штамм *B. licheniformis RZn*, характеризующийся устойчивым ростом на средах с добавлением $Pb(NO_3)_2$ в концентрации 0,031 М и показателями сорбции катионов свинца из субстрата до 65,39%. В модельном эксперименте с использованием тест-культур *Sinapis alba L.* и *Triticum aestivum L.* установлено снижение уровня токсического влияния свинца на показатели всхожести, а также морфометрические показатели растений, что свидетельствует о выраженному биологическом потенциале исследуемого штамма в качестве ремедиатора ионов свинца.

Ключевые слова: *Bacillus* spp., свинец, биоремедиация, *Sinapis alba L.*, *Triticum aestivum L.*, токсичность, сорбция

Для цитирования: Сизенцов А.Н., Сальникова Е.В., Осипова Е.А., Булгакова М.А. Снижение токсичного влияния ионов свинца на *Triticum aestivum L.* и *Sinapis alba L.* под действием штамма *B. licheniformis RZn* в модели *in vitro*. Аграрная наука. 2026; 402(01): 113–120.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-113-120>

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-113-120

Aleksey N. Sizentsov**Elena V. Salnikova****Elena A. Osipova****Marina A. Bulgakova**Orenburg State University, Orenburg,
Russia

✉ kudryavceva.elen@mail.ru

Received by the editorial office: 17.09.2025

Accepted in revised: 11.12.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Sizentsov A.N., Salnikova E.V.,
Osipova E.A., Bulgakova M.A.

Reducing the toxic effect of lead ions on *Triticum aestivum L.* and *Sinapis alba L.* under the action of the *B. licheniformis RZn* strain in an *in vitro* model

ABSTRACT

Environmental pollution with heavy metals, including xenobiotic elements with high cumulative characteristics, is currently an urgent problem. Lead is a priority pollutant of the first hazard class that enters the environment through fertilizers and as a result of technological emissions (dust, vapors, solutions), which easily settle on soil and water surfaces.

Soil microorganisms of the genus *Bacillus* spp. with high accumulation characteristics can be used as effective sorbents of mobile forms of toxic elements. The paper presents results of experimental studies on the isolation and evaluation of the effectiveness of *Bacillus* spp. strains isolated from territories with high anthropogenic load. The use of the well diffusion method in combination with the serial dilution method, as well as the “replica” method with seeding on substrates with high cationic load by adding $Pb(NO_3)_2$ “P.A.” in concentrations of 0.031 M, 0.016 M and 0.008 M allowed isolation of a promising *B. licheniformis RZn* strain characterized by stable growth on media with $Pb(NO_3)_2$ addition at a concentration of 0.031 M and lead cation sorption rates from the substrate up to 65.39%. In a model experiment using test cultures of *Sinapis alba L.* and *Triticum aestivum L.*, a reduction in the toxic effect of lead on germination rates as well as plant morphometric parameters was observed. This indicates the significant biological potential of the studied strain as a remediatior of lead ions.

Key words: *Bacillus* spp., lead, bioremediation, *Sinapis alba L.*, *Triticum aestivum L.*, toxicity, sorption

For citation: Sizentsov A.N., Salnikova E.V., Osipova E.A., Bulgakova M.A. Reducing the toxic effect of lead ions on *Triticum aestivum L.* and *Sinapis alba L.* under the action of the *B. licheniformis RZn* strain in an *in vitro* model. Agrarian science. 2026; 402(01): 113–120 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-113-120>

Введение/Introduction

Вследствие активной индустриализации, интенсивного развития сельского хозяйства с ростом городов происходит масштабное загрязнение природных сред токсичными веществами, в частности соединениями свинца, относящимися к веществам первого класса опасности СанПин 1.2.3685-21¹ [1].

Накопление свинца в почвенном покрове может негативно влиять на рост и развитие культурных растений, а также повышать риски контаминации сельскохозяйственной продукции. Увеличивающиеся масштабы добычи свинца повышают загрязнение сельскохозяйственных почв в регионах добычи и транспортировки руд.

Наиболее крупным поставщиком концентратов свинца является Россия, в которой добыча свинца из недр за последнее десятилетие увеличилась на 38% и составляет около 333 тыс. т в год². В результате добычи руды и переработки свинцовых концентратов в окружающую среду рассеиваются около 300 кг свинца в год в виде технологических и неорганизованных выбросов (пыли, паров, растворов), которые легко оседают на поверхности почвы и воды [2].

Кроме того, соединения свинца могут поступать в окружающую среду при производстве красок, переработке свинцовых аккумуляторов, при внесении органических и минеральных удобрений [1–3]. Накопление свинца в почве приводит к снижению ее плодородия, нарушению биоценоза, уменьшению разнообразия растительности, к хлорозу растений, у растений наблюдаются замедление роста, почернение корневой системы, на фоне чего происходит нарушение водного баланса и минерального питания, приводящее к изменениям в гормональном статусе, структуре и проницаемости мембран [1, 2, 4].

С растениями свинец может перемещаться по пищевым цепям и оказывать негативное кумулятивное воздействие на нервную и половую системы, органы дыхания и пищеварения животных, что может привести к их гибели или снижению популяций [1, 5, 6].

В организм человека свинец может попадать с вдыханием загрязненного воздуха и перорально с загрязненной водой и пищей [1–5]. Накапливаясь в организме человека, свинец проявляет нефротоксичность и негативно воздействует на нервную систему, вызывая головные боли, бессонницу, раздражительность и депрессию. У детей возможны гиперактивность и задержка умственного развития [9]. Сердечно-сосудистая система человека подвержена негативному воздействию свинца, который способствует развитию атеросклероза и может приводить к инфаркту миокарда или

инфаркту [10]. При длительном воздействии токсичность свинца приводит к нарушениям в репродуктивной системе и способствует развитию заболеваний костной ткани [1].

Для очистки объектов окружающей среды во многих странах применяют различные химические и физические методы, однако они не всегда эффективны и требуют значительных финансовых затрат [11, 12].

Экологичным и эффективным методом восстановления загрязненных почв и вод является биоремедиация, основанная на способности живых организмов (растений, бактерий, водорослей, дрожжей и грибов) перерабатывать или связывать токсичные металлы, тем самым снижая концентрацию в загрязненных средах [11].

Фиторемедиация, то есть использование определенных видов растений для аккумуляции ксенобиотических элементов, является легко осуществимой и экономически эффективной, но ограничивается тем, что токсичность препятствует нормальному росту [11–13].

Для улучшения способности растений к очищению загрязненных территорий используют различные симбионты, в роли которых могут выступать различные бактерии [14, 15]. Например, ризосферный бактериальный штамм *Brevibacterium casei* МН8а колонизирует ткани растений и тем самым усиливает фитоэкстракцию кадмия, цинка и меди белой горчицей [14].

Бактерии рода *Bacillus*, *Pseudomonas* и другие часто используются для очищения почвы и воды, поскольку способны выживать в условиях повышенного содержания тяжелых металлов, что способствует тщательному изучению защитных механизмов детоксикации тяжелых металлов [15, 16]. *Bacillus* spp. использует pbr operon и активный транспорт в качестве потенциальных стратегий борьбы с токсическими эффектами Pb [12]. Микроорганизмы избавляются от него путем адсорбции через клеточную стенку, поскольку она состоит из органических макромолекул, включая полипептиды, полисахариды и белки, которые обладают способностью адсорбировать Pb с помощью электростатических сил, включая силы Van der Waальса, ковалентные или ионные связи [17].

В последнее время особое внимание уделяется биоремедиации с использованием микроорганизмов, поскольку некоторые бактерии в окружающей среде выработали различные защитные механизмы от высоких концентраций токсичных элементов, в том числе и от ионов свинца [14–24].

Установлено, что связывание токсичных элементов бактериями может осуществляться за счет сорбционных процессов (биосорбции), протекающих как на поверхности клеток бактерий,

¹ Санитарные правила и нормы СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Москва. Зарегистрировано в Минюсте России 29 января 2021 года № 62296. 988 с.

² Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 13-2020. Производство свинца, цинка и кадмия. М.: Бюро НДТ. 2020; 258 (утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2020 года № 2182).

так и внутри них, с помощью различных молекул белков, липидов, пептидов, которые прочно связывают токсичные элементы, уменьшая их биологическую доступность. Бактерии способны восстанавливать металлы или переводить их в плохо растворимые, менее токсичные формы [20, 21]. Бактерии могут помогать растениям переносить и накапливать тяжелые металлы, а также разлагать органические загрязнители, делая среду более пригодной для роста растений [21–24].

Исходя из вышеизложенного, была поставлена цель провести комплексную оценку эффективности применения почвенных изолятов *Bacillus* spp. в качестве биоремедиаторов свинца из субстратов в модельном эксперименте *in vitro*.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили на базе научно-исследовательских лабораторий кафедр биохимии и микробиологии, биологии и почвоведения и химии ФГОУ ВО «Оренбургский государственный университет» с сентября 2024 года по май 2025-го.

В рамках настоящего исследования использовали изолированные штаммы *Bacillus* spp., выделенные из почвенных образцов с территорий с высоким уровнем техногенного загрязнения антропогенного происхождения: шламовые отвалы ПАО «Гайский горно-обогатительный комбинат»; карьер открытого способа добычи меди Блявинского медно-колчеданного месторождения ООО «ММСК» (Оренбургская обл., «голубое» озеро); шахты (подземная добыча меди) Блявинского медно-колчеданного месторождения ООО «ММСК» (Оренбургская обл.).

Отобранные методом «конверта»³ образцы почвы подвергали предварительному нагреву в водяной бане при температуре 98 °C в течение 1,5 часов. Использование данного этапа обусловлено высоким уровнем устойчивости спор представителей рода *Bacillus* spp. к температурному воздействию.

Супензию почвенных образцов высевали на стерильные питательные среды ГРМ-агар с последующим инкубированием в термостате при температуре 37 °C в течение суток. Изолированные штаммы получали с использованием метода «реплик»⁴ на субстраты с добавлением солей эссенциальных элементов (FeSO_4 , CoSO_4 , CuSO_4 , MgSO_4 , MnSO_4 и ZnSO_4) в диапазоне двухкратного разведения от 0,125 до 0,008 М. Выделенные изоляты с максимальными показателями резистентности к массированной катионной нагрузке пересевали на агаризованные субстраты, содержащие минимальные, не ингибирующие рост концентрации исследуемых солей, с последующей

идентификацией штаммов до уровня вида с использованием метода MALDI-TOF-спектроскопии (Микробиологический масс-спектрометр MALDI-TOF Autof ms1000, Autobio Diagnostics, Китай), основанной на интенсивности и размерах пиков обнаруженных молекул на выбранной для анализа матрице, позволяющей провести точную идентификацию микроорганизмов на основе различий биоаналитов.

В процессе отбора и идентификации почвенных изолятов были получены чистые культуры трех штаммов *B. cereus* и трех штаммов *B. licheniformis* с различным уровнем пороговых значений устойчивости к эссенциальным элементам с последующим обозначением их резистентности (резистентовары): RFe, RCo, RMg, RCu, RMn и RZn, которые использовали в экспериментальной оценке их биоремедиационного потенциала в модельном эксперименте *in vitro*.

Для определения пороговых значений резистентности исследуемых штаммов в отношении свинца использовали комбинацию методических подходов, позволяющих определить влияние различных концентраций химического поллютанта, входящего в состав неорганического соединения с высоким уровнем диссоциации в водных растворах. В частности, в эксперименте использовали $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ «ЧДА» (ГОСТ 4236-77⁵).

Оценку уровня устойчивости проводили диффузионным методом в толще агара (метод лунок). Реализацию данного этапа проводили на стерильных агаризованных средах, разлитых в чашки Петри в объеме 20 мл, на поверхности которых «газоном» высевали супензию суточной культуры экспериментальных штаммов *Bacillus* spp. В толще агаровой пластиинки микробиологическим пробойником вырезали равноудаленные друг от друга лунки диаметром 5 мм, в которые вносили по 30 мкл раствора $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ в концентрациях соли 1,000 М, 0,500 М, 0,250 М, 0,125 М, 0,063 М, 0,031 М, 0,016 М и 0,008 М. Диапазон выбранных концентраций обусловлен уровнем устойчивости исследуемых штаммов *Bacillus* spp. с последующим инкубированием культур клеток в течение 24 часов при температуре 37 °C. Для получения достоверных результатов исследование проводили с 10-кратным повтором. Уровень толерантности определяли визуально путем замера зон ингибирования роста бактериальных штаммов.

Использование метода «реплик» в настоящем исследовании обусловлено выделением из общей популяции клеток изолированных штаммов с высокими адаптационными показателями (спонтанные мутации) в отношении исследуемого химического поллютанта в структуре питательной среды. В основе метода лежит использование

³ ГОСТ 17.4.4.02-2017 Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.

⁴ ГОСТ Р ИСО 16140-2008 Микробиология продуктов питания и кормов для животных. Протокол валидации альтернативных методов.

⁵ ГОСТ 4236-77 Свинец (II) азотнокислый. Технические условия. М.: Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР. 1977: 14.

штампа Ледерберга (цилиндр) с натянутой стерильной бархатной тканью на его поверхности. Суточные колонии клеток, выросших на поверхности агаризованного субстрата, переносили на поверхность бархатной ткани, затем методом штампа (отпечатка) на поверхность субстрата («ГРМ-агар», производитель ФБУН ГНЦ ПМБ, Московская обл., пос. Оболенск, ТУ 9398-020-78095326-2006) с добавлением различных концентраций $Pb(NO_3)_2$ с последующим их культивированием в течение 48 часов при температуре 37 °C.

Уровень устойчивости штаммов проводили визуально по интенсивности роста микроорганизмов: S — отсутствие роста; I — скучный рост (единичные колонии); R — интенсивный рост (рост газоном). Для определения уровня сорбционной емкости исследуемыми штаммами свинца использовали атомно-абсорбционную спектрофотометрию (SavantAA Zeeman, GBC Scientific Equipment Pty Ltd., Австралия).

Исследование подвергали образцы биомассы и супернатанта, полученные в процессе культивирования штаммов в жидких питательных средах (ГРМ-бульон) с добавлением рабочих концентраций (минимальная, не оказывающая ингибирующего действия) $Pb(NO_3)_2$ в концентрации 0,016 М. Инкубирование штаммов осуществляли в течение 48 часов при температуре 37 °C с последующим отделением биомассы центрифугированием на высокоскоростной центрифуге в течение 30 минут при 10 000 об/мин. Супернатант отделяли автоматической пипеткой. Сорбцию определяли как процент содержания исследуемого элемента в образце по отношению к вносимой дозе.

Исследование биоремедиационной активности штамма проводили в модельном эксперименте *in vitro* с использованием тест-культур *Sinapis alba* L. (горчица белая сорта Рапсодия, производитель ООО «Семенная станция», г. Пенза) и *Triticum aestivum* L. (пшеница сорта Учитель, предоставлена ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург). Для реализации данного этапа предварительно активированные семена раскладывали на фильтровальную бумагу в чашках Петри по 15 семян в каждую.

В эксперименте сравнивали результаты четырех групп образцов: интактный (чистый) контроль; контроль загрязнения поллютантом (внесение

$Pb(NO_3)_2$ в концентрации 0,031 М (выбор концентрации обусловлен присутствием в тестируемых образцах семян растений и подложки, которые потенциально могут взаимодействовать с катионами свинца, снижая его токсичность в отношении бактериальных штаммов); контроль влияния исследуемого штамма (биоремедиатора) в дозе $1,5 \times 10^8$ КОЕ/мл; опытный образец, включающий комбинацию поллютанта и биоремедиатора в указанных концентрациях.

При проведении исследования оценивали показатели всхожести (на 7-й день), а также морфометрические показатели, такие как длина корешка и стебля (на 14-й день).

Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли с использованием официального программного комплекса Microsoft Office с применением программы Excel (Microsoft, США) с обработкой данных в Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Достоверность различий полученных результатов определяли по t-критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

В рамках проведенных предварительных исследований, направленных на оценку уровня толерантности почвенных изолятов *Bacillus spp.*, полученных с территорий с высоким уровнем техногенной нагрузки, с использованием метода диффузии в агар в сочетании с методами последовательных разведений (табл. 1), установлено, что все исследуемые штаммы обладают выраженной чувствительностью к высоким концентрациям $Pb(NO_3)_2$ в диапазоне от 1,000 до 0,125 М.

Анализ результатов исследования уровня резистентности исследуемых штаммов *Bacillus spp.* в отношении $Pb(NO_3)_2$ в различных концентрациях, полученных методом серийных разведений, в диапазоне от 1,000 М (массовое содержание Pb^{2+} 207,20 г/л) до 0,008 М (1,62 г/л), свидетельствует о наличии слабо выраженного ингибирующего действия свинца в концентрации 0,063 М (12,95 г/л) в отношении штамма *B. licheniformis* RZn. Снижение уровня свинца до 0,031 М (6,48 г/л) характеризуется отсутствием негативного влияния ксенобиотического элемента на данный штамм, что в свою очередь делает его наиболее перспективным для проведения дальнейших исследований.

Таблица 1. Экспериментальная оценка уровня резистентности почвенных изолятов *Bacillus spp.* к различным концентрациям $Pb(NO_3)_2$

Table 1. Experimental assessment of the resistance level of soil isolates of *Bacillus spp.* to different concentrations of $Pb(NO_3)_2$

Исследуемые штаммы	Концентрация $Pb(NO_3)_2$, М/С(Pb^{2+}), г/л				
	1,000 М 207,20 г/л	0,500 М 103,6 г/л	0,250 М 51,8 г/л	0,125 М 25,9 г/л	0,063 М 12,95 г/л
<i>B. cereus</i> RFe	34,91 ± 0,83	22,07 ± 0,59	21,55 ± 0,37	16,02 ± 0,28	11,85 ± 0,46
<i>B. cereus</i> RCo	32,59 ± 0,94	29,06 ± 0,68	21,98 ± 0,53	16,58 ± 1,01	13,45 ± 0,42
<i>B. cereus</i> RMg	29,54 ± 0,36	25,19 ± 0,87	19,25 ± 0,56	16,21 ± ,052	14,86 ± 0,55
<i>B. licheniformis</i> RCu	26,15 ± 0,77	22,38 ± 0,54	18,77 ± 0,63	15,08 ± 0,46	13,24 ± 0,29
<i>B. licheniformis</i> RMn	31,55 ± 1,06	30,89 ± 0,84	29,34 ± 0,69	22,16 ± 0,42	15,22 ± 0,38
<i>B. licheniformis</i> RZn	31,22 ± 0,91	30,26 ± 0,67	22,39 ± 0,75	11,92 ± 0,15	7,16 ± 0,19

Использование метода «реплик» для выделения потенциально перспективных штаммов с высокими показателями резистентности и метода атомно-абсорбционной спектрофотометрии имеет прямую корреляционную зависимость с результатами тестовых исследований резистентности (табл. 2) методом лунок. В частности, установлено, что наряду с максимальными показателями резистентности штамм *B. licheniformis* RZn обладает высокими показателями сорбции, составляющей 65,39% от вносимого объема.

Оценку ремедиационных характеристик отобранного в ходе предварительных исследований штамма *B. licheniformis* RZn проводили в модельном эксперименте с использованием тестовых культур растений *Sinapis alba* L. и *Triticum aestivum* L. В модельном эксперименте *in vitro* использовали четыре группы образцов: контрольная — 3, опытная — 1. В контроле оценивали влияние свинца путем внесения раствора $Pb(NO_3)_2$ в концентрации 0,031 М (загрязнитель), суспензии бактериального штамма *B. licheniformis* RZn в концентрации $1,5 \times 10^8$ КОЕ/мл (ремедиатор). В качестве маркера использовали интактные образцы, полив которых осуществляли дистиллированной водой. В опытной группе использовали

комбинирование загрязнителя и ремедиатора (табл. 3).

В ходе проведенных исследований установлено, что концентрация $Pb(NO_3)_2$ оказывает выраженное токсическое влияние на семена *Sinapis alba* L., характеризующееся 100%-ным подавлением роста семян во всех образцах. Диапазон выбранных концентраций свинца определяли из уровня их токсичности в отношении почвенных изолятов микроорганизмов.

Использование *B. licheniformis* RZn незначительно снижает показатели всхожести семян (на 16,75%) и длину корешка (на 11,41%), не оказывая влияния на длину побега. Гипотетически снижение показателей всхожести семян можно объяснить наличием конкуренции за питательные вещества между растением и бактериальными штаммами, так как дополнительных источников питательных веществ в исследуемых образцах не было [25].

Внесение суспензии микроорганизмов в образцы, загрязненные нитратом свинца, стимулирует рост растений по отношению к контрольному образцу загрязнения, но уступает показателям интактных образцов — на 30,04% по всхожести, на 29,05% и 22,92% по длине корня и стебля,

Таблица 2. Оценка уровня резистентности почвенных изолятов *Bacillus spp.* в отношении свинца и их сорбционная емкость

Table 2. Assessment of the resistance level of soil isolates of *Bacillus spp.* in relation to lead and their sorption capacity

Исследуемые штаммы	Интенсивность роста популяции клеток на субстратах с добавлением различных концентраций $Pb(NO_3)_2$, М			Процентное распределение Pb в исследуемых образцах после культивирования штаммов на субстратах с добавлением $Pb(NO_3)_2$ в концентрации 0,016 М	
	0,031	0,016	0,008	биомасса	супернатант
<i>B. cereus</i> RFe	I	R	R	$64,31 \pm 0,68$	$32,29 \pm 0,23$
<i>B. cereus</i> RCo	I	R	R	$64,38 \pm 0,81$	$29,59 \pm 0,54$
<i>B. cereus</i> RMg	S	I	R	$61,57 \pm 0,29$	$33,24 \pm 0,39$
<i>B. licheniformis</i> RCu	I	R	R	$64,49 \pm 0,38$	$29,95 \pm 0,52$
<i>B. licheniformis</i> RMn	I	R	R	$64,85 \pm 0,94$	$30,39 \pm 0,44$
<i>B. licheniformis</i> RZn	R	R	R	$65,39 \pm 0,83$	$28,55 \pm 0,62$

Примечание: S — отсутствие роста; I — скучный рост (единичные колонии); R — интенсивный рост (рост газоном).

Таблица 3. Оценка биоремедиационного потенциала *B. licheniformis* RZn на тест-культуратах *Sinapis alba* L. и *Triticum aestivum* L. в модельном эксперименте *in vitro*

Table 3. Assessment of the bioremediation potential of *B. licheniformis* RZn using test-cultures of *Sinapis alba* L. and *Triticum aestivum* L. in an *in vitro* model experiment

Исследуемые образцы	Анализируемые показатели	Ед. изм.	Тест-культуры	
			<i>Sinapis alba</i> L.	<i>Triticum aestivum</i> L.
Контрольные	всхожесть	%	$95,38 \pm 2,33$	$73,35 \pm 4,21$
	длина корня	мм	$7,54 \pm 1,12$	$55,39 \pm 3,22$
	длина стебля	мм	$16,23 \pm 0,98$	$82,61 \pm 3,68$
Загрязнение $Pb(NO_3)_2$ (0,031 М)	всхожесть	%	0	$34,55 \pm 2,71^{**}$
	длина корня	мм	0	$3,57 \pm 0,96^{***}$
	длина стебля	мм	0	$6,73 \pm 1,22^{***}$
Внесение <i>B. licheniformis</i> RZn ($1,5 \times 10^8$ КОЕ/мл)	всхожесть	%	$78,63 \pm 1,32$	$63,54 \pm 4,44$
	длина корня	мм	$6,68 \pm 2,12$	$23,28 \pm 2,57^*$
	длина стебля	мм	$16,21 \pm 3,35$	$49,15 \pm 3,67^{**}$
Загрязнение $Pb(NO_3)_2$ (0,031 М) <i>B. licheniformis</i> RZn ($1,5 \times 10^8$ КОЕ/мл)	всхожесть	%	$65,34 \pm 4,26^*$	$55,63 \pm 3,98^*$
	длина корня	мм	$5,35 \pm 1,95^*$	$28,77 \pm 1,59^{**}$
	длина стебля	мм	$12,51 \pm 2,23$	$33,16 \pm 2,16^*$

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; достоверность рассчитывали по отношению к интактному контролю и контролю загрязнения.

а в отношении контроля ремедиатора анализируемые показатели снизились: на 13,29% ($p < 0,05$), 19,91% ($p < 0,05$) и 22,83% соответственно.

Используемая в эксперименте культура *Triticum aestivum* L. обладает слабовыраженной резистентностью в отношении свинца. Так, показатели всхожести в группе контроля загрязнения снизились на 38,80% ($p < 0,01$), длины корня и побега — на 93,56% ($p < 0,001$) и 91,85% ($p < 0,001$), соответственно, по отношению к интактным образцам.

Тестируемый ремедиатор характеризуется отрицательной динамикой анализируемых показателей в сравнении с чистым контролем, проявляющейся в снижении показателя всхожести семян на 9,81%, длины корня и стебля на 57,97% ($p < 0,05$) и 40,50% ($p < 0,01$), что, на взгляд авторов, подтверждает гипотезу конкуренции за питательные вещества. Внесение в исследуемые образцы, подвергнутые загрязнению нитратом свинца, суспензии *B. licheniformis* RZn значительно увеличило показатели: всхожести — на 21,08% ($p < 0,05$), длины корня — на 87,59% ($p < 0,01$), длины стебля — на 79,71% ($p < 0,01$) по отношению к контрольным образцам загрязнения.

Выводы/Conclusions

Обобщая результаты проведенных исследований, следует отметить, что все рассматриваемые штаммы почвенных образцов обладают выраженной чувствительностью в отношении высоких концентраций нитрата свинца в диапазоне от 1,000 до 0,063 М, при этом максимальные

показатели толерантности регистрируются у штамма *B. licheniformis* RZn, характеризующегося устойчивым ростом на питательных субстратах с добавлением $Pb(NO_3)_2$ в дозировке 0,031 М (массовая доля свинца 6,48 г/л) и прямой корреляционной зависимостью с показателями сорбции с уровнем накопления металла в биомассе клеток до 65,39%. При этом следует отметить, что все исследуемые штаммы обладают высокими показателями сорбции (более 60%).

Результаты исследования биоремедиационного потенциала на тест-культурах *Sinapis alba* L. и *Triticum aestivum* L., основанные на проведении анализа исследуемых показателей в сравнении с интактными образцами и образцами, подвергнутыми загрязнению в концентрациях, аналогичных опытным образцам, свидетельствуют о выраженной положительной динамике всхожести, а также морфометрических показателей, характеризующихся увеличением на 21,08% ($p < 0,05$), 87,59% ($p < 0,01$) и 79,71% ($p < 0,01$) по отношению к контрольным образцам *Triticum aestivum* L., подвергнутым загрязнению $Pb(NO_3)_2$ и выраженным стимулированием роста *Sinapis alba* L. по отношению к контрольному образцу загрязнения, в котором зарегистрировано 100%-ное подавление роста, но уступают показателям интактных образцов на 30,04% по всхожести, на 29,05% и 22,92% по длине корня и стебля, что свидетельствует о выраженному биологическом потенциале исследуемого штамма в качестве ремедиатора ионов свинца.

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 государственного задания № FSGU-2023-0007 (соглашение с Министерством науки и высшего образования Российской Федерации от 15.11.2023 № 075-03-2023-012/8).

FUNDING

The research was carried out within the framework of the state task No. FSGU-2023-0007 (agreement with the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation dated 11/15/2023 No. 075-03-2023-012/8).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тепляя Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы). Астраханский вестник экологического образования. 2013; (1): 182–192. <https://www.elibrary.ru/pxntrr>
2. Ayilara M.S., Babalola O.O. Bioremediation of environmental wastes: the role of microorganisms. *Frontiers in Agronomy*. 2023; 5: 1183691. <https://doi.org/10.3389/fagro.2023.1183691>
3. Luo J. et al. Bioaccessibility, source and human health risk of Pb, Cd, Cu and Zn in windowsill dusts from an area affected by long-term Pb smelting. *Science of The Total Environment*. 2022; 842: 156707. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156707>
4. Yap C.K., Al-Mutairi K.A. Ecological-Health Risk Assessments of Heavy Metals (Cu, Pb, and Zn) in Aquatic Sediments from the ASEAN-5 Emerging Developing Countries: A Review and Synthesis. *Biology*. 2022; 11(1): 7. <https://doi.org/10.3390/biology11010007>
5. Chandwani S., Kayasth R., Naik H., Amaresan N. Current status and future prospect of managing lead (Pb) stress through microbes for sustainable agriculture. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2023; 195(4): 479. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11061-8>
6. Teplaya G.A. Heavy metals as a factor of environmental pollution (literature review). *Astrakhan Bulletin of Ecological Education*. 2013; (1): 182–192 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pxntrr>
7. Ayilara M.S., Babalola O.O. Bioremediation of environmental wastes: the role of microorganisms. *Frontiers in Agronomy*. 2023; 5: 1183691. <https://doi.org/10.3389/fagro.2023.1183691>
8. Luo J. et al. Bioaccessibility, source and human health risk of Pb, Cd, Cu and Zn in windowsill dusts from an area affected by long-term Pb smelting. *Science of The Total Environment*. 2022; 842: 156707. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156707>
9. Yap C.K., Al-Mutairi K.A. Ecological-Health Risk Assessments of Heavy Metals (Cu, Pb, and Zn) in Aquatic Sediments from the ASEAN-5 Emerging Developing Countries: A Review and Synthesis. *Biology*. 2022; 11(1): 7. <https://doi.org/10.3390/biology11010007>
10. Chandwani S., Kayasth R., Naik H., Amaresan N. Current status and future prospect of managing lead (Pb) stress through microbes for sustainable agriculture. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2023; 195(4): 479. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11061-8>

6. Сизенцов Я.А., Сальникова В.И., Сальникова Е.В., Сизенцов А.Н., Исаикина Е.Ю. Геохимические характеристики содержания свинца на территории Оренбургской области и оценка его влияния на микробиоту кишечника животных. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018; (6): 142–145. <https://www.elibrary.ru/ysucdb>
7. Nag R., Cummins E. Human health risk assessment of lead (Pb) through the environmental-food pathway. *Science of The Total Environment*. 2022; 810: 151168. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151168>
8. Соколова О.Я., Науменко О.А., Бибарцева Е.В., Васильева Т.Н. Трансформационная способность свинца в агроценозах Оренбуржья. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018; (5): 40–43. <https://www.elibrary.ru/yndpcp>
9. Sanders A.P. et al. Combined exposure to lead, cadmium, mercury, and arsenic and kidney health in adolescents age 12–19 in NHANES 2009–2014. *Environment International*. 2019; 131: 104993. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.104993>
10. Tang J. et al. Total arsenic, dimethylarsinic acid, lead, cadmium, total mercury, methylmercury and hypertension among Asian populations in the United States: NHANES 2011–2018. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2022; 241: 113776. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113776>
11. Sarker A. et al. Biological and green remediation of heavy metal contaminated water and soils: A state-of-the-art review. *Chemosphere*. 2023; 332: 138861. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138861>
12. Alotaibi B.S., Khan M., Shamim S. Unraveling the Underlying Heavy Metal Detoxification Mechanisms of *Bacillus* Species. *Microorganisms*. 2021; 9(8): 1628. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9081628>
13. Jiang R., Zhu C., Wen S., Zhang M., Hou X. Phosphate-solubilizing bacteria for lead heavy metal phytoremediation by reducing bermudagrass stress and enhancing lead bioaccumulation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2025; 299: 118371. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2025.118371>
14. Płociniczak T., Sinkkonen A., Romantschuk M., Sułowicz S., Piotrowska-Seget Z. Rhizospheric Bacterial Strain *Brevibacterium casei* MH8a Colonizes Plant Tissues and Enhances Cd, Zn, Cu Phytoextraction by White Mustard. *Frontiers in Plant Science*. 2016; 7: 101. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00101>
15. Hui C.-y., Ma B.-c., Wang Y.-q., Yang X.-q., Cai J.-m. Designed bacteria based on natural *pbr* operons for detecting and detoxifying environmental lead: A mini-review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2023; 267: 115662. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115662>
16. Семочкина М.А. Обзор организмов-биоремедиаторов и механизмов ферментативной биоремедиации углеводородов. *The scientific heritage*. 2017; (12–1): 17–20.
17. Qiao W. et al. Bioimmobilization of lead by *Bacillus subtilis* X3 biomass isolated from lead mine soil under promotion of multiple adsorption mechanisms. *Royal Society Open Science*. 2019; 6(2): 181701. <https://doi.org/10.1098/rsos.181701>
18. Сизенцов А.Н., Сальникова Е.В. Бактериальная ремедиация и перспективы ее использования (обзор). *Экосистемы*. 2024; 38: 150–165. <https://doi.org/10.29039/2413-1733-2024-38-150-165>
19. Александров А.Ю. Характеристика штаммов микроорганизмов, участвующих в процессах биоремедиации. *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология*. 2009; (1): 231–237. <https://www.elibrary.ru/kyfod>
20. Jing Y.-d., He Z.-l., Yang X.-e. Role of soil rhizobacteria in phytoremediation of heavy metal contaminated soils. *Journal of Zhejiang University-Science B*. 2007; 8(3): 192–207. <https://doi.org/10.1631/jzus.2007.B0192>
21. Qin H., Wang Z., Sha W., Song S., Qin F., Zhang W. Role of Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria in Plant Machinery for Soil Heavy Metal Detoxification. *Microorganisms*. 2024; 12(4): 700. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12040700>
22. Rahman Z., Singh V.P. Bioremediation of toxic heavy metals (THMs) contaminated sites: concepts, applications and challenges. *Environmental Science and Pollution Research*. 2020; 27(22): 27563–27581. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08903-0>
23. Gallert C., Winte J. Bioremediation of soil contaminated with alkyllead compounds. *Water Research*. 2002; 36(12): 3130–3140. [https://doi.org/10.1016/s0043-1354\(01\)00543-7](https://doi.org/10.1016/s0043-1354(01)00543-7)
6. Sizentsov Ya.A., Salnikova V.I., Salnikova E.V., Sizentsov A.N., Isaikina E.Yu. Geochemical characteristics of lead content on the territory of Orenburg region and assessment of its influence on the intestinal microbiota of animals. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018; (6): 142–145 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ysucdb>
7. Nag R., Cummins E. Human health risk assessment of lead (Pb) through the environmental-food pathway. *Science of the Total Environment*. 2022; 810: 151168. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151168>
8. Sokolova O.Ya., Naumenko O.A., Bibartseva E.V., Vasiliyeva T.N. Transformational ability of lead in agroecosystems of Orenburzhye. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018; (5): 40–43 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/yndpcp>
9. Sanders A.P. et al. Combined exposure to lead, cadmium, mercury, and arsenic and kidney health in adolescents age 12–19 in NHANES 2009–2014. *Environment International*. 2019; 131: 104993. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.104993>
10. Tang J. et al. Total arsenic, dimethylarsinic acid, lead, cadmium, total mercury, methylmercury and hypertension among Asian populations in the United States: NHANES 2011–2018. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2022; 241: 113776. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113776>
11. Sarker A. et al. Biological and green remediation of heavy metal contaminated water and soils: A state-of-the-art review. *Chemosphere*. 2023; 332: 138861. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138861>
12. Alotaibi B.S., Khan M., Shamim S. Unraveling the Underlying Heavy Metal Detoxification Mechanisms of *Bacillus* Species. *Microorganisms*. 2021; 9(8): 1628. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9081628>
13. Jiang R., Zhu C., Wen S., Zhang M., Hou X. Phosphate-solubilizing bacteria for lead heavy metal phytoremediation by reducing bermudagrass stress and enhancing lead bioaccumulation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2025; 299: 118371. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2025.118371>
14. Płociniczak T., Sinkkonen A., Romantschuk M., Sułowicz S., Piotrowska-Seget Z. Rhizospheric Bacterial Strain *Brevibacterium casei* MH8a Colonizes Plant Tissues and Enhances Cd, Zn, Cu Phytoextraction by White Mustard. *Frontiers in Plant Science*. 2016; 7: 101. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00101>
15. Hui C.-y., Ma B.-c., Wang Y.-q., Yang X.-q., Cai J.-m. Designed bacteria based on natural *pbr* operons for detecting and detoxifying environmental lead: A mini-review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2023; 267: 115662. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115662>
16. Семочкина М.А. Review of bioremediators and mechanisms of enzymatic bioremediation of hydrocarbons. *The scientific heritage*. 2017; (12–1): 17–20 (in Russian).
17. Qiao W. et al. Bioimmobilization of lead by *Bacillus subtilis* X3 biomass isolated from lead mine soil under promotion of multiple adsorption mechanisms. *Royal Society Open Science*. 2019; 6(2): 181701. <https://doi.org/10.1098/rsos.181701>
18. Sizentsov A.N., Salnikova E.V. Bacterial remediation and prospects for its utilization (review). *Ekosistemy*. 2024; 38: 150–165 (in Russian). <https://doi.org/10.29039/2413-1733-2024-38-150-165>
19. Alexandrov A.Yu. Properties of microorganisms' strains participating in bioremediation processes. *Bulletin of the Volgograd State University. Series 3: Economics. Ecology*. 2009; (1): 231–237 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/kyfod>
20. Jing Y.-d., He Z.-l., Yang X.-e. Role of soil rhizobacteria in phytoremediation of heavy metal contaminated soils. *Journal of Zhejiang University-Science B*. 2007; 8(3): 192–207. <https://doi.org/10.1631/jzus.2007.B0192>
21. Qin H., Wang Z., Sha W., Song S., Qin F., Zhang W. Role of Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria in Plant Machinery for Soil Heavy Metal Detoxification. *Microorganisms*. 2024; 12(4): 700. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12040700>
22. Rahman Z., Singh V.P. Bioremediation of toxic heavy metals (THMs) contaminated sites: concepts, applications and challenges. *Environmental Science and Pollution Research*. 2020; 27(22): 27563–27581. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08903-0>
23. Gallert C., Winte J. Bioremediation of soil contaminated with alkyllead compounds. *Water Research*. 2002; 36(12): 3130–3140. [https://doi.org/10.1016/s0043-1354\(01\)00543-7](https://doi.org/10.1016/s0043-1354(01)00543-7)

24. Домрачева Л.И. Использование организмов и биосистем в ремедиации территорий. *Теоретическая и прикладная экология*. 2009; (4): 4–16.
<https://www.elibrary.ru/kztihp>
25. Кулакова А.Ю., Доманская О.В., Доманский В.О. Оценка эффективности влияния бактериальных штаммов, выделенных из мерзлых отложений Западной Сибири, на рост и развитие растений озимой пшеницы. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; (6).
<https://www.elibrary.ru/vjpyhd>

ОБ АВТОРАХ

Алексей Николаевич Сизенцов
 кандидат биологических наук, доцент
 asizen@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1099-3117>

Елена Владимировна Сальникова
 доктор биологических наук, доцент
 salnikova_ev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8901-1798>

Елена Александровна Осипова
 кандидат химических наук
 kudryavceva.elen@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6359-2766>

Марина Александровна Булгакова
 кандидат биологических наук, доцент
 biosu@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1238-6276>

Оренбургский государственный университет,
 пр-т Победы, 13, Оренбург, 460018, Россия

24. Domracheva L.I. Territory remediation with the help of organisms and biosystems. *Theoretical and applied ecology*. 2009; (4): 4–16 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/kztihp>
25. Kulakova A.Yu., Domanskaya O.V., Domansky V.O. Evaluating the effectiveness of influence of bacterial strains isolated from permafrost Western Siberia to the growth and development of winter wheat. *Modern problems of science and education*. 2015; (6) (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/vjpyhd>

ABOUT THE AUTHORS

Alexey Nikolaevich Sizentsov
 Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
 asizen@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1099-3117>

Elena Vladimirovna Salnikova
 Doctor of Biological Sciences, Associate Professor
 salnikova_ev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8901-1798>

Elena Alexandrovna Osipova
 Candidate of Chemical Sciences
 kudryavceva.elen@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6359-2766>

Marina Aleksandrovna Bulgakova
 Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
 biosu@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1238-6276>

Orenburg State University,
 13 Pobedy Ave., Orenburg, 460018, Russia

PRO ЯБЛОКО

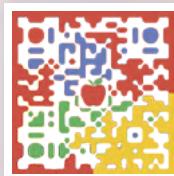
ЗДЕСЬ ФОРМИРУЕТСЯ БУДУЩЕЕ
 РОССИЙСКОГО САДОВОДСТВА

9-11 июня 2026
 МВЦ «МинводыЭКСПО»

ОРГАНИЗАТОРЫ:



ПОДРОБНАЯ
 ИНФОРМАЦИЯ
 О ВЫСТАВКЕ >



УДК 634.11: 661.152.5

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-121-127

С.В. Резвякова**М.В. Евдакова****Е.В. Митина****Е.Ю. Недоруб****Г.А. Игнатова**

Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Паракина, Орел, Россия

✉ *Lana8545@yandex.ru*

Поступила в редакцию: 13.10.2025

Одобрена после рецензирования: 11.12.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

©Резвякова С.В., Евдакова М.В.,
Митина Е.В., Недоруб Е.Ю., Игнатова Г.А.

Влияние листовых подкормок на биометрические показатели деревьев яблони

РЕЗЮМЕ

Исследования проводили в учебном саду Орловского государственного аграрного университета (г. Орел, Орловская обл., Россия) на темно-серой лесной почве. Сад заложен в октябре 2021 года однолетними саженцами по схеме 3 × 5 м (подвой 54–118). Объектами исследования являлись деревья сортов яблони Ветеран и Орловское полосатое и органоминеральное удобрение-биостимулятор «Биостим Универсал», содержащее N (общ.) 6,0%, K₂O 1,3%, SO₃ 5,0% и свободных аминокислот растительного происхождения 10,0%. Листовые подкормки проводили 4 раза за сезон с интервалом 14 дней — начиная со II декады мая. Схема опыта включала 4 варианта: 1-й — контроль (без обработки); 2–4-й — опрыскивание деревьев агрохимикатом с нормами расхода 3, 5 и 7 л/га. Повторность опыта трехкратная, в повторности по 5 деревьев. Прибавка диаметра штамба сорта Орловское полосатое к концу сезонов вегетации 2024 и 2025 годов была максимальной на варианте «Биостим» 5 л/га — 49,3% и 34,9% соответственно. По сорту Ветеран — 53,5% в 2024 году на варианте «Биостим» 5 л/га и 41,9% в 2025 году на варианте «Биостим» 7 л/га. У зимнего сорта Ветеран выявлены более стабильные значения биометрических показателей по вариантам независимо от формирующей обрезки, погодных условий в годы исследований и нормы расхода препарата. У осеннего сорта Орловское полосатое увеличение нормы препарата до 7 л/га в засушливых условиях 2024 года с повышенными температурами в летние месяцы оказалось негативное влияние на формирование кроны. В 2025 году в условиях достаточной влагообеспеченности на данном варианте деревья восстановились, прибавка диаметра кроны относительно 2024 года была максимальной — 102,9%. По комплексу биометрических показателей более высокие и стабильные значения получены при листовых подкормках агрохимикатом «Биостим Универсал» 5 л/га.

Ключевые слова: яблоня, макро- и микроудобрения, аминокислоты, листовые подкормки, диаметр штамба, проекция кроны

Для цитирования: Резвякова С.В., Евдакова М.В., Митина Е.В., Недоруб Е.Ю., Игнатова Г.А. Влияние листовых подкормок на биометрические показатели деревьев яблони. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 121–127.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-121-127>

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-121-127

Svetlana V. Rezvyakova**Maria V. Evdakova****Elena V. Mitina****Ekaterina Yu. Nedorub****Galina A. Ignatova**

Orel State Agrarian University named after N.V. Parakin, Orel, Russia

✉ *Lana8545@yandex.ru*

Received by the editorial office: 13.10.2025

Accepted in revised: 11.12.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Rezvyakova S.V., Evdakova M.V.,
Mitina E.V., Nedorub E.Yu., Ignatova G.A.

The influence of foliar fertilisation on the biometric indicators of apple trees

ABSTRACT

The objects of the study were trees of the Veteran and Orel striped apple varieties and the biostimulator organomineral fertilizer “Biostim Universal”, containing N (total) 6.0%, K₂O 1.3%, SO₃ 5.0% and free amino acids of plant origin 10.0%. Leaf top dressing was carried out 4 times per season with an interval of 14 days, starting from the second decade of May. The experimental scheme included 4 options: 1st — control (without treatment); 2nd–4th — spraying of trees with agrochemicals with consumption rates of 3, 5 and 7 l/ha. The repetition of the experiment is threefold, with 5 trees each. The increase in the diameter of the Orlovskoye striped strain by the end of the growing seasons of 2024 and 2025 was the maximum for the “Biostim” variant of 5 l/ha — 49.3% and 34.9%, respectively. According to the Veteran variety, 53.5% in 2024 for the “Biostim” variant of 5 liters/ha and 41.9% in 2025 for the “Biostim” variant of 7 l/ha. The winter variety Veteran revealed more stable values of biometric indicators for the variants, regardless of the formative pruning, weather conditions during the research years and the consumption rate of the drug. In the autumn variety Orlovskoye striped, an increase in the dosage of the drug to 7 l/ha in the arid conditions of 2024 with elevated temperatures in the summer months had a negative impact on crown formation. In 2025, in conditions of sufficient moisture supply in this variant, the trees recovered, the increase in crown diameter relative to 2024 was the maximum — 102.9%. According to a set of biometric indicators, higher and more stable values were obtained with leaf top dressing with “Biostim Universal” agrochemicals of 5 l/ha.

Key words: apple tree, macro and micro fertilisers, amino acids, foliar fertilization, trunk diameter, crown projection

For citation: Rezvyakova S.V., Evdakova M.V., Mitina E.V., Nedorub E.Yu., Ignatova G.A. The influence of foliar fertilisation on the biometric indicators of apple trees. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 121–127 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-121-127>

Введение/Introduction

Яблоня — одна из наиболее распространенных плодовых семечковых культур в большинстве регионов Российской Федерации. В Центрально-Черноземном регионе под яблоней заняты более 70% садов [1]. Работы по повышению экологической стабильности, урожайности и качества плодов культуры ведутся учеными в разных направлениях. Это и создание новых сортов [2, 3], в том числе с более высокой пищевой ценностью [4], и управление пищевым режимом [5] и фитосанитарным состоянием [6], и формирование оптимальной кроны для обеспечения максимально возможной интенсивности процесса фотосинтеза [7].

Современные представления о минеральном питании плодовых растений базируются на большом массиве научных исследований, накопленных за десятилетия. Теоретические основы в этой области достаточно хорошо изучены и включают в себя детальное понимание роли каждого элемента в физиологических процессах — начиная от фазы проростка до созревания плодов [8–10].

Эффективность применения макро- и микроудобрений в садах в большой степени зависит от способа внесения [11, 12]. Эффект от почвенно-гого питания у взрослых яблонь может проявиться лишь через несколько лет, что делает необходимым проведение некорневых подкормок как более быстрого решения удовлетворения потребности деревьев в элементах питания [13, 14].

При корневых подкормках интенсивность усвоения растениями элементов питания составляет 0,1–8,0%, а при внекорневых 50% внесенной дозы усваивается листовым аппаратом яблонь уже в первые два дня после применения. Поэтому внекорневые подкормки позволяют бороться с функциональными расстройствами растений в течение всего вегетационного периода с помощью корректировки доз минеральных удобрений [15].

Наряду с макроэлементами большое значение для роста, развития и плодоношения сада имеют микроудобрения, содержащие в своем составе такие элементы, как бор, медь, цинк, сера и др. [16, 17]. Недостаточное количество макроэлементов может способствовать низкому иммунитету у растений, высокому проценту заболеваний и гибели отдельных деревьев. Каждый макроэлемент выполняет определенную функцию. Так, сера входит в состав молекул белков, аминокислот, витаминов. В результате усиления активности ферментов она способствует синтезу хлорофилла и снижению отрицательного действия токсических веществ на растение, что в свою очередь приводит к повышению стрессоустойчивости в целом [18].

В последние десятилетия большое внимание уделяется применению биостимуляторов при производстве саженцев в питомнике и по вегетации плодовых деревьев. Биостимуляторы активируют ферменты, отвечающие за рост корневой

системы, или способствуют делению клеток и росту побегов, что особенно важно для молодых деревьев [19–21].

Большое количество таких препаратов обладают высокой эффективностью, физиологической активностью, универсальностью применения на разных культурах, относительной экологичностью и экономической доступностью. Наиболее перспективными являются биостимуляторы на основе гуминовых кислот, аминокислот, фитогормонов и других природных веществ. Однако глубина изучения действия многих из этих биостимуляторов остается недостаточной.

Цель исследования — выявить влияние комплексного органоминерального удобрения-биостимулятора на биометрические показатели деревьев яблони разных сортов.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в учебном саду Орловского государственного аграрного университета (г. Орел, Орловская обл., Россия) на темно-серой лесной среднесуглинистой почве. Сад заложен в октябре 2021 года однолетними саженцами по схеме 3 × 5 м, сорта привиты на подвой 54–118. Объектами исследования являлись деревья сортов яблони Ветеран и Орловское полосатое, а также органоминеральное удобрение-биостимулятор «Биостим Универсал».

Сорт яблони Ветеран зимнего срока потребления, сорт Орловское полосатое позднеосеннего срока потребления. Оригинар сортов ФГБНУ «ВНИИ селекции плодовых культур» (Орловская обл., дер. Жилина).

Сорт Ветеран включен в Госреестр в Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Чернозёмном и Средневолжском регионах, сорт Орловское полосатое — в Центральном, Центрально-Чернозёмном, Средневолжском и Нижневолжском регионах. Данные сорта яблонь широко распространены в промышленных и любительских садах [22].

«Биостим Универсал» (далее — «Биостим») — жидкое универсальное удобрение-биостимулятор, содержащее N (общ.) 6,0%, K₂O 1,3%, SO₄ 5,0% и свободных аминокислот растительного происхождения 10,0%. Производитель АО «Щёлково Агрохим» (Россия).

Листовые подкормки проводили 4 раза за сезон с интервалом 14 дней (начиная со II декады мая) ранцевым ручным опрыскивателем «Жук ОГ-112» («Жук», Россия) из расчета 2 л раствора на одно дерево.

Варианты опыта: 1. Контроль (без обработки). 2. «Биостим» 3 л/га. 3. «Биостим» 5 л/га. 4. «Биостим» 7 л/га.

Повторность опыта трехкратная, в повторности 5 деревьев.

Погодные условия в годы исследований отражены в таблице 1.

Таблица 1. Погодные условия вегетационных периодов 2024–2025 гг.
Table 1. Weather conditions of the growing season 2024–2025

Показатели	Месяц					
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Среднемесячная температура воздуха, °C						
Средняя многолетняя	8,9	13,7	17,5	18,9	17,7	11,6
2024 г.	10,6	12,9	19,5	22,1	21,2	19,3
2025 г.	9,3	12,3	15,2	21,5	14,3	16,0
Сумма осадков, мм						
Средняя многолетняя	52,5	50	74	85	59	52
2024 г.	57	65,9	67,4	79,5	39,2	10
2025 г.	42,5	18,0	148	31,0	159,3	56,9

Биометрические показатели учитывали согласно Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур¹ (1999 г.). Диаметр штамба измеряли металлическим штангенциркулем «Тундра» с ценой деления 0,05 мм, высоту деревьев — рейкой нивелирной телескопической GT TS3-3E (производитель ООО «Геотехнологии», Россия) длиной 3 м (СИ поверены).

Площадь проекции кроны дерева определяли как площадь круга, радиус которого равен среднему радиусу для дерева. Радиусы проекции кроны измеряли по восьми направлениям, начиная с северного, и находили среднее арифметическое значение. Площадь круга рассчитывали по формуле:

$$S = \pi \times R^2,$$

где: π — математическая константа, равная примерно 3,14; R — среднее арифметическое значение радиуса круга.

Статистическая обработка результатов выполнена по Б.А. Доспехову² с использованием пакета прикладных программ Excel (США).

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Результаты исследований по биометрическим показателям деревьев яблони представлены в таблицах 1–3. Листовые подкормки комплексным органоминеральным удобрением — стимулятором роста «Биостим Универсал» оказали положительное влияние на утолщение диаметра штамба, а следовательно, на рост деревьев в целом. Так, по сорту Орловское полосатое в 2024 году в начале сезона вегетации диаметр штамба варьировал от 25,0 до 28,8 мм, в среднем между деревьями разница составила 3,8 мм (табл. 2).

Таблица 2. Диаметр штамба деревьев сортов яблони в связи с листовыми подкормками, мм
Table 2. Diameter of the trunks of apple tree varieties in relation to leaf fertilization, mm

Сорт	Вариант	Диаметр штамба, мм			Прибавка к концу сезона вегетации, %	
		21.05.2024	11.10.2024	23.09.2025	2024 г.	2025 г.
Орловское полосатое	Контроль	26,0	34,0	44,0	30,8	29,4
	«Биостим» 3 л/га	25,0	37,0	49,0	48,0	32,4
	«Биостим» 5 л/га	28,8	43,0	58,0	49,3	34,9
	«Биостим» 7 л/га	28,4	41,0	52,0	44,4	26,8
Ветеран	Контроль	29,6	39,0	50,0	31,5	28,2
	«Биостим» 3 л/га	26,1	38,0	49,0	45,6	28,9
	«Биостим» 5 л/га	22,8	35,0	47,0	53,5	34,3
	«Биостим» 7 л/га	22,4	31,0	44,0	38,4	41,9
HCP ₀₅		2,12	2,67	2,86	—	—

К концу сезона максимальная разница по изучаемому показателю между вариантами достигла 9 мм. На контроле диаметр штамба составил 34 мм, а на варианте с нормой расхода препарата 5 л/га — 43 мм. Прибавка к концу сезона вегетации на контроле составила 30,8%. На вариантах с листовыми подкормками прибавка варьировала от 44,4 до 49,3%. Максимальная прибавка диаметра штамба по сорту Орловское полосатое получена с нормой расхода препарата 5 л/га.

По сорту Ветеран в начале сезона вегетации максимальный диаметр штамба деревьев отмечен на контрольном варианте — 29,6 мм. На остальных вариантах варьирование показателя составило от 22,4 до 26,1 мм. К концу сезона вегетации на контрольном варианте прибавка составила 31,5%. Лучший результат по изучаемому показателю выявлен на варианте с нормой расхода удобрения «Биостим Универсал» 5 л/га, где прибавка диаметра штамба деревьев достигла 53,5%. На варианте с нормой препарата 3 л/га прибавка составила 45,6%. При норме расхода удобрения 7 л/га на деревьях обоих сортов яблони отмечено снижение прибавки диаметра штамба по сравнению с меньшими нормами расхода — 3 л/га и 5 л/га.

В 2025 году к концу сезона вегетации размах варьирования диаметра штамба по вариантам по сорту Орловское полосатое увеличился (от 44 до 58 мм) на 12 мм, по сорту Ветеран (от 44 до 50 мм) — на 6 мм, что свидетельствует о значительном влиянии генетической составляющей на рост и развитие растений. Сорт Орловское полосатое более отзывчив на листовые подкормки регуляторами роста, чем Ветеран.

Как и в 2024 году, максимальная прибавка диаметра штамба в 2025-м отмечена у сорта Орловское полосатое на варианте «Биостим» 5 л/га

¹ Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК. 1999; 608.

² Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс. 2014; 352.

(34,9%), у сорта Ветеран — на варианте «Биостим» 7 л/га (41,9%). В оба года исследований диаметр штамба деревьев сорта Орловское полосатое на вариантах с листовыми подкормками достоверно превышает аналогичный показатель на контрольном варианте. У деревьев сорта Ветеран достоверная прибавка диаметра штамба отмечена на варианте «Биостим» 3 л/га. На остальных вариантах данный показатель уступает контролю.

Высота деревьев сорта Орловское полосатое в начале сезона вегетации 2024 года составила 146,63–162,0 см, сорта Ветеран — 141,5–156,5 см (табл. 3). К концу сезона вегетации на контрольном варианте по сорту Орловское полосатое прибавка показателя составила 32,7%, по сорту Ветеран — 48,2%.

По сорту Орловское полосатое выявлена максимальная прибавка высоты деревьев на варианте с нормой расхода препарата 3 л/га — 44,7%. С нормой расхода 5 л/га и 7 л/га прибавка составила 38,4% и 41,7% соответственно.

По сорту Ветеран на вариантах с листовыми подкормками прибавка высоты деревьев отмечена на уровне 40,2–43,3%, что незначительно уступает значению показателя на контрольном варианте. Достоверно уступают контролю деревья на варианте «Биостим» 7 л/га, где высота составила 198,4 см, что на 38 см меньше показателя на контрольном варианте.

В 2025 году высота деревьев сорта Орловское полосатое изменялась от 262,3 до 291,9 см, сорта Ветеран — от 239 до 277 см. Максимальная прибавка к концу сезона вегетации по сорту Орловское полосатое выявлена на вариантах «Биостим» 5 л/га (29,3%) и «Биостим» 3 л/га (31,7%). Между этими вариантами нет статистически достоверной разницы по изучаемому показателю.

По сорту Ветеран прибавка высоты деревьев по вариантам составила 19,4–21,6%. Деревья на варианте «Биостим» 7 л/га по данному показателю уступают другим вариантам, как и по диаметру штамба.

В начале сезона вегетации 2024 года площадь проекции кроны деревьев сорта Орловское полосатое на контроле составила 1561,49 см² (0,16 м²), сорта Ветеран — 1823,74 см² (0,18 м²). После проведения учетов провели формирующую обрезку деревьев. На контрольном варианте к концу сезона вегетации данный показатель увеличился на 508,3% и 825,1% соответственно, или в 6,1 и 9,3 раза (табл. 4).

Среди вариантов с листовыми подкормками максимальные значения показателя выявлены по обоим сортам при использовании препарата «Биостим Универсал» с нормой 3 л/га. Прибавка площади проекции кроны деревьев сорта Орловское полосатое составила

Таблица 3. Высота деревьев сортов яблони в связи с листовыми подкормками, см

Table 3. Height of apple tree varieties in relation to foliar fertilization, cm

Сорт	Вариант	Высота, см			Прибавка к концу сезона вегетации, %	
		21.05.2024	11.10.2024	23.09.2025	2024 г.	2025 г.
Орловское полосатое	Контроль	162,0	215,0	271,0	32,7	26,0
	«Биостим» 3 л/га	153,25	221,7	291,9	44,7	31,7
	«Биостим» 5 л/га	146,63	203,0	262,5	38,4	29,3
	«Биостим» 7 л/га	153,5	217,5	263,8	41,7	21,3
Ветеран	Контроль	156,5	232,0	277,0	48,2	19,4
	«Биостим» 3 л/га	153,03	218,5	265,8	42,8	21,6
	«Биостим» 5 л/га	151,94	217,8	260,0	43,3	19,4
	«Биостим» 7 л/га	141,5	198,4	239,0	40,2	20,5
HCP ₀₅	F ₀ < F ₁	17,42	19,21	—	—	—

659,3%, сорта Ветеран — 649,76%, или в 7,6 и 7,5 раза соответственно.

На варианте с нормой расхода препарата 5 л/га площадь проекции кроны деревьев яблони сорта Орловское полосатое увеличилась в 6,3 раза, сорта Ветеран — в 6,6.

Увеличение нормы расхода удобрения «Биостим» до 7 л/га в 2024 году на фоне формирующей обрезки молодых деревьев яблони сорта Орловское полосатое оказало сдерживающее влияние на формирование кроны. К концу сезона вегетации площадь проекции кроны увеличилась в 3,7 раза относительно начала периода вегетации, что значительно меньше по сравнению с вариантами «Биостим» 3 л/га и 5 л/га. Этому способствовали и погодные условия. Так, с июня по сентябрь среднесуточная температура воздуха была выше среднемноголетних значений на 2,0 °C, 3,2 °C, 3,5 °C и 7,7 °C соответственно. При этом сумма осадков

Таблица 4. Площадь проекции кроны деревьев в связи с листовыми подкормками, см²

Table 4. Area of tree crown projection due to foliar fertilization, cm²

Сорт	Вариант	Площадь проекции кроны, см ²			Прибавка к концу сезона вегетации, %	
		21.05.2024	11.10.2024	23.09.2025	2024 г.	2025 г.
Орловское полосатое	Контроль	1561,49	9498,5	15 368,07	608,3	61,8
	«Биостим» 3 л/га	1690,07	12 781,18	21 683,61	759,3	69,7
	«Биостим» 5 л/га	3255,68	20 601,54	34 552,59	632,8	67,7
	«Биостим» 7 л/га	2940,17	10 893,32	22 103,11	370,5	102,9
Ветеран	Контроль	1823,74	16 870,87	25 321,08	925,1	50,1
	«Биостим» 3 л/га	2374,63	17 804,08	26 634,77	749,76	49,6
	«Биостим» 5 л/га	2604,44	17 241,14	31 337,23	662,0	81,8
	«Биостим» 7 л/га	1734,07	12 423,13	19 945,56	716,4	60,6
HCP ₀₅		114,67	119,81	1154,26	—	—

была меньше на 6,6 мм, 5,5 мм, 19,8 мм и 42,0 мм соответственно.

У сорта Ветеран при норме расхода удобрения 7 л/га площадь проекции кроны деревьев продолжала увеличиваться (прибавка за сезон вегетации достигла 716,4%). Это можно объяснить генетически обусловленной более высокой стрессоустойчивостью сорта к воздействию абиотических факторов.

В 2025 году рост деревьев замедлился по сравнению с предыдущим годом. Значительное влияние на процессы роста оказали погодные условия, такие как весенние заморозки до -4 °C, пониженное относительно среднемноголетних значений (в мае на 32 мм, в июле на 54 мм) и повышенное (в июне в 2 раза, в августе в 2,7 раза) количество осадков на фоне пониженных среднесуточных температур (в мае на 1,4 °C, июне на 2,3 °C и в августе на 3,4 °C). Так, на контрольном варианте у сорта Орловское полосатое площадь проекции кроны увеличилась на 61,8%, у сорта Ветеран — на 50,1% относительно 2024 года. Максимальное значение данного показателя по сорту Орловское полосатое выявлено на варианте «Биостим» 7 л/га (102,9%), по сорту Ветеран — на варианте «Биостим» 5 л/га (81,8%).

Выводы/Conclusions

Изучаемые сорта яблони существенно различаются по норме реакции на листовые подкормки комплексным органоминеральным удобрением-биостимулятором «Биостим Универсал» в зависимости от погодных условий и формирующей обрезки. У зимнего сорта Ветеран выявлены более стабильные значения биометрических показателей по вариантам независимо от обрезки, погодных условий в годы исследований и нормы расхода препарата. У осеннего сорта Орловское полосатое формирующая обрезка и увеличение нормы препарата до 7 л/га в засушливых условиях 2024 года с повышенными температурами в летние месяцы оказали негативное влияние на формирование кроны. В 2025 году в условиях достаточной влагообеспеченности на данном варианте деревья восстановились, прибавка диаметра кроны относительно 2024 года была максимальной — 102,9%.

По комплексу биометрических показателей в среднем за два года более высокие и стабильные значения получены при использовании листовых подкормок органоминеральным удобрением-биостимулятором «Биостим Универсал» с нормой расхода 5 л/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

Исследования проведены в рамках госзадания № FEEF-2024-0008 на тему «Разработка механизмов управления продуктивностью молодого яблоневого сада на основе применения препаратов и средств биологической защиты в условиях Центрально-Чернозёмной зоны».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Седов Е.Н., Янчук Т.В., Корнеева С.А. Краткие итоги и перспективы селекции яблони во ВНИИСПК. *Аграрная наука*. 2021; (10): 90–92. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-353-10-90-93>
- Седов Е.Н., Янчук Т.В., Корнеева С.А. Новые зимние сорта яблони селекции ВНИИСПК (популяризация селекционных достижений). *Аграрная наука*. 2019; (5): 70–72. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-325-5-70-72>
- Осипов Г.Е., Петрова Н.В., Карпова А.А. Биологические и хозяйствственные особенности нового сорта яблони Ренет Поволжья. *Аграрная наука*. 2023; (11): 107–111. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-107-111>
- Галашева А.М., Макаркина М.А., Красова Н.Г., Ветрова О.А., Галашев М.И. Оценка сортов яблони летнего срока созревания по биохимическому составу и урожайности плодов. *Аграрная наука*. 2023; (9): 139–144. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-139-144>
- Бузетти К.Д., Иванов М.В. Воздействие минеральных и органических удобрений на экосистему, качество сельскохозяйственной продукции и здоровье человека. *Аграрная наука*. 2020; (5): 80–84. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-80-84>
- Резвякова С.В., Митина Е.В., Евдакова М.В. Эффективность биопрепарата «Фитоверм, КЭ» в защите яблони от тли. *Аграрная наука*. 2024; (11): 134–138. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-388-11-134-138>

FUNDING

The research was conducted as part of the state assignment No. FEEF-2024-0008 on the topic "Development of mechanisms for managing the productivity of a young apple orchard based on the use of agrochemicals and biological protection agents in the Central Black Earth Zone."

REFERENCES

- Sedov E.N., Yanchuk T.V., Korneeva S.A. Brief results and prospects of apple breeding at VNIISPK. *Agrarian science*. 2021; (10): 90–92 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-353-10-90-93>
- Sedov E.N., Yanchuk T.V., Korneeva S.A. New winter apple cultivars of VNIISPK breeding (popularization of breeding achievements). *Agrarian science*. 2019; (5): 70–72 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-325-5-70-72>
- Osipov G.E., Petrova N.V., Karpova A.A. Biological and economic features of the new apple variety Renet Povolzhya. *Agrarian science*. 2023; (11): 107–111 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-107-111>
- Galasheva A.M., Makarkina M.A., Krasova N.G., Vetrova O.A., Galashov M.I. The assessment of summer apple cultivars for biochemical fruit composition and productivity. *Agrarian science*. 2023; (9): 139–144 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-139-144>
- Buzetti K.D., Ivanov M.V. The impact of mineral and organic fertilizers on the ecosystem, the quality of agricultural products and human health. *Agrarian science*. 2020; (5): 80–84 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-80-84>
- Rezyakova S.V., Mitina E.V., Evdakova M.V. Efficacy of "Fitoverm, BE" biopreparation in protection of apple trees from aphids. *Agrarian science*. 2024; (11): 134–138 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-388-11-134-138>

7. Причко Т.Г., Головко К.В. Урожайность и качество плодов яблони сорта Ренет Симиренко в пальметтном саду на Кубани. *Аграрная наука*. 2025; (5): 127–134.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-127-134>
8. Трунов Ю.В., Трунова Л.Б. Достижения и проблемы российской науки в области минерального питания садовых растений. *Плодоводство и виноградарство юга России*. 2013; 23: 121–130.
<https://www.elibrary.ru/raqguf>
9. Скрылев А.А., Вознесенская Т.Ю. Применение комплексных минеральных удобрений в интенсивных насаждениях плодовых культур. *Научный журнал*. 2022; (2): 40–44.
<https://www.elibrary.ru/mxnvht>
10. Ожерельева З.Е., Прудников П.С., Ступина А.Ю., Болгова А.О. Изучение влияния органоминерального удобрения на устойчивость к весеннему заморозку яблони. *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2025; (1): 19–24.
<https://www.elibrary.ru/ctzxlw>
11. Сергеева Н.Н., Киселева Г.К., Караваева А.В. Влияние некорневых подкормок на содержание фотосинтетических пигментов в листьях яблони. *Плодоводство и виноградарство юга России*. 2019; 55: 82–94.
<https://doi.org/10.30679/2219-5335-2019-1-55-82-94>
12. Kuzin A.I., Kashirskaya N.Y., Kochkina A.M., Kushner A.V. Correction of Potassium Fertigation Rate of Apple Tree (*Malus domestica* Borkh.) in Central Russia during the Growing Season. *Plants*. 2020; 9(10): 1366.
<https://doi.org/10.3390/plants9101366>
13. Скорина В.В. Влияние комплексных минеральных удобрений на биометрические показатели, урожайность и качество плодов яблони. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2023; (3): 126–130.
<https://www.elibrary.ru/przlcw>
14. Айсанов Т.С., Романенко Е.С., Селиванова М.В., Есаулко Н.А., Горянников Ю.В. Влияние внекорневой подкормки кальцийсодержащими удобрениями на продуктивность сортов яблони в условиях зоны неустойчивого увлажнения. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2022; 59(3): 28–34.
https://doi.org/10.54258/20701047_2022_59_3_28
15. Гурьянова Ю.В., Рязанова В.В. Влияние удобрений на однолетний прирост различных сортов яблони на слаборослом подвое. *Вестник Мицуринского государственного аграрного университета*. 2012; (4): 26–27.
<https://www.elibrary.ru/qamruj>
16. Леоничева Е.В., Столяров М.Е., Роева Т.А., Леонтьева Л.И. Влияние почвенного питания и некорневых подкормок на калийный режим почвы и обеспеченность калием деревьев яблони в неорошающем саду. *Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение*. 2024; 79(1): 70–83.
<https://doi.org/10.55959/MSU0137-0944-17-2024-79-1-70-83>
17. Кушнер А.В., Кузин А.И., Степанцова Л.В. Влияние экологизированной системы некорневых подкормок на сезонную динамику марганца, цинка, меди в листьях и урожайность яблони сорта Веняминовское. *Наука и образование*. 2023; 6(2).
<https://www.elibrary.ru/igwyoi>
18. Гудковский В., Кожина Л., Назаров Ю., Ткачев Е. Роль серы в повышении устойчивости растений и плодов яблони к стресс-факторам. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2016; (5): 29–34.
<https://www.elibrary.ru/wwhkdz>
19. Резявкова С.В., Гурин А.Г. Технология производства высококачественных саженцев яблони на основе стимуляторов роста и удобрений. *Плодоводство и виноградарство юга России*. 2020; 64: 78–88.
<https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-4-64-78-88>
20. Красова Н.Г., Галашева А.М., Лупин М.В. Влияние приемов стимуляции роста саженцев яблони на скороплодность сортов в молодом саду. *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2022; (2): 47–51.
<https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/2/47-51>
21. Зыков А.В., Егорова К.И., Юнин В.А. Влияние органического удобрения «Биагум» на рост однолетних саженцев яблони. *Аграрный научный журнал*. 2024; (7): 23–28.
<https://doi.org/10.28983/asj.y2024i7pp23-28>
22. Седов Е.Н., Янчук Т.В., Корнеева С.А. Лучшие районированные сорта яблони селекции ВНИИСПК для разных регионов России. *Аграрная наука*. 2020; (10): 92–94.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-92-94>
7. 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; (5): 127–134 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-127-134>
8. Trunov Yu.V., Trunova L.B. Achievements and prospects of Russian science in study of mineral nutrition of horticultural plants. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2013; 23: 121–130 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/raqguf>
9. Skrylev A.A., Voznesenskaya T.Yu. Application of complex mineral fertilizers in intensive plantations of fruit crops. *Science magazine*. 2022; (2): 40–44 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/mxnvht>
10. Ozherelieva Z.E., Prudnikov P.S., Stupina A.Yu., Bolgova A.O. Study of the influence of organomineral fertilizer on the resistance to spring frost of apple tree. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2025; (1): 19–24 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/ctzxlw>
11. Sergeeva N.N., Kiseleva G.K., Karavaeva A.V. Influence of foliar top dressing the content of photosynthetic pigments in the apple leaves. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2019; 55: 82–94 (in Russian).
<https://doi.org/10.30679/2219-5335-2019-1-55-82-94>
12. Kuzin A.I., Kashirskaya N.Y., Kochkina A.M., Kushner A.V. Correction of Potassium Fertigation Rate of Apple Tree (*Malus domestica* Borkh.) in Central Russia during the Growing Season. *Plants*. 2020; 9(10): 1366.
<https://doi.org/10.3390/plants9101366>
13. Skorina V.V. The influence of complex mineral fertilizers on biometric indicators, productivity and quality of apple-tree fruit. *Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy*. 2023; (3): 126–130 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/przlcw>
14. Aisanov T.S., Romanenko E.S., Selivanova M.V., Esaulko N.A., Goryanikov Yu.V. Influence of foliar fertilization with calcium-containing fertilizers on the productivity of apple varieties in the conditions of unstable moistening zone. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2022; 59(3): 28–34 (in Russian).
https://doi.org/10.54258/20701047_2022_59_3_28
15. Guryanova Yu.V., Ryazanova V.V. The fertilizers effect on the growth rate of different apple varieties on rootstock. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2012; (4): 26–27 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/qamruj>
16. Leonicheva E.V., Stolyarov M.E., Roeva T.A., Leontieva L.I. The effect of soil nutrition and foliar fertilizers on soil potassium regime and potassium status of apple trees in rainfed orchard. *Lomonosov Soil Science Journal*. 2024; 79(1): 70–83 (in Russian).
<https://doi.org/10.55959/MSU0137-0944-17-2024-79-1-70-83>
17. Kushner A.V., Kuzin A.I., Stepansova L.V. Effect of ecologized foliar fertilizing system on seasonal changes of manganese, zinc and copper contents in leaves and yield of cv. Venyaminovskoye apple tree. *Nauka i Obrazovaniye*. 2023; 6(2) (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/igwyoi>
18. Gudkovsky V., Kozhina L., Nazarov Yu., Tkachev E. The role of sulfur in increasing the resistance of apple plants and fruits to stress factors. *International Agricultural Journal*. 2016; (5): 29–34 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/wwhkdz>
19. Rezvyakova S.V., Gurin A.G. Technology of production of high-quality apple saplings based on growth stimulators and fertilizers. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2020; 64: 78–88 (in Russian).
<https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-4-64-78-88>
20. Krasova N.G., Galasheva A.M., Lupin M.V. Influence of techniques for stimulating the apple seedlings growth on the varieties early maturity in a young garden. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2022; (2): 47–51 (in Russian).
<https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/2/47-51>
21. Zykov A.V., Egorova K.I., Yunin V.A. Influence of organic fertilizer “Biagum” on the growth of annual apple tree seedlings. *Agrarian Scientific Journal*. 2024; (7): 23–28 (in Russian).
<https://doi.org/10.28983/asj.y2024i7pp23-28>
22. Sedov E.N., Yanchuk T.V., Korneeva S.A. The best zoned apple cultivars of VNIIISPК breeding for different regions of Russia. *Agrarian science*. 2020; (10): 92–94 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-92-94>

ОБ АВТОРАХ

Светлана Викторовна Резвякова
доктор сельскохозяйственных наук, доцент
lana8545@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7681-4516>

Мария Викторовна Евдакова
кандидат сельскохозяйственных наук
maria.evdakova@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0002-5892-1315>

Елена Владимировна Митина
кандидат сельскохозяйственных наук
amigo1870@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8863-8102>

Екатерина Юрьевна Недоруб
кандидат педагогических наук
ekaterina.petrakova@mail.ru

Галина Александровна Игнатова
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
gali-ignatov@yandex.ru

Орловский государственный аграрный университет
им. Н.В. Парахина,
ул. им. Генерала Родина, 69, Орел, 302019, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Svetlana Viktorovna Rezvyakova
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
lana8545@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7681-4516>

Maria Viktorovna Evdakova
Candidate in Agricultural Sciences
maria.evdakova@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0002-5892-1315>

Elena Vladimirovna Mitina
Candidate in Agricultural Sciences
amigo1870@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8863-8102>

Ekaterina Yurievna Nedorub
Candidate of Pedagogical Sciences
ekaterina.petrakova@mail.ru

Galina Aleksandrovna Ignatova
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
gali-ignatov@yandex.ru

Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin,
69 General Rodin Str., Orel, 302019, Russia



Подпишитесь на Telegram канал ИД «Аграрная наука»



Еженедельно 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 познакомить
со своими товарами и услугами
потенциальных клиентов.

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



Реклама

УДК 332.12

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-128-143

П.В. Строев

О.В. Пивоварова✉

Финансовый университет при
Правительстве Российской
Федерации, Москва, Россия

✉ ovpivovarova@fa.ru

Поступила в редакцию: 10.09.2025

Одобрена после рецензирования: 13.12.2025

Принята к публикации: 28.12.2025

© Строев П.В., Пивоварова О.В.

Агрокластер как эффективный механизм развития растениеводства на региональном уровне

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Выступая стратегически значимым направлением агропромышленного комплекса и обеспечивая продовольственную основу сельского хозяйства, растениеводство отличается высокой зависимостью от природно-климатических факторов, сезонным характером воспроизводственных циклов и уязвимостью к деградации земельных ресурсов. Эти особенности, усугубляемые изменением климата и внешнезономическими ограничениями, обуславливают необходимость в формировании новых организационно-экономических механизмов, способных обеспечить устойчивость и дальнейшее развитие отрасли. Одним из таких механизмов выступает кластеризация, позволяющая интегрировать производственные, перерабатывающие, логистические, научные и управленические звенья в единую систему, формирующую синергетический эффект, укрепляющий конкурентные преимущества и создающую предпосылки для долгосрочного развития.

Методы. В качестве методологической базы исследования использован диалектический подход, монографический, аналитический, абстрактно-логический и сравнительные методы, структурно-логический и экономико-статистический анализы.

Результаты. Раскрыты институциональные и содержательные характеристики растениеводческих кластеров, выделены ключевые особенности (сезонность, длительный воспроизводственный цикл, территориальная локализация, инновационная направленность, социальная значимость, государственно-частное партнерство). На основе анализа зарубежного опыта определены пять управленических моделей развития растениеводческих кластеров агропромышленного комплекса. В результате авторами предложена организационно-экономическая модель растениеводческого кластера на примере Пермского края, включающая координационный совет, центр кластерного развития, сеть кормовых центров и вспомогательную инфраструктуру. Модель ориентирована на вовлечение неиспользуемых земель, внедрение адаптивных агротехнологий и развитие экспортного потенциала. Ее реализация обеспечит рост эффективности сельскохозяйственного производства, сокращение логистических издержек, создание рабочих мест и укрепление налоговой базы, что подтверждает значимость кластерного подхода для развития регионального агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: растениеводство, агропромышленный комплекс, агрокластер, кластеризация, региональное развитие, организационно-экономическая модель, продовольственная безопасность

Для цитирования: Строев П.В., Пивоварова О.В. Агрокластер как эффективный механизм развития растениеводства на региональном уровне. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 128–143.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-128-143>

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-128-143

Pavel V. Stroev

Olga V. Pivovarova✉

Financial University under the
Government of Russian Federation,
Moscow, Russia

✉ ovpivovarova@fa.ru

Received by the editorial office: 10.09.2025

Accepted in revised: 13.12.2025

Accepted for publication: 28.12.2025

© Stroev P.V., Pivovarova O.V.

Agro cluster as an effective mechanism for the development of crop production at the regional level

ABSTRACT

Relevance. As a strategically important area of the agro-industrial complex and providing the food base for agriculture, crop production is highly dependent on natural and climatic factors, the seasonal nature of reproduction cycles and vulnerability to land degradation. These features, aggravated by climate change and external economic constraints, necessitate the formation of new organizational and economic mechanisms capable of ensuring the sustainability and further development of the industry. One of these mechanisms is clustering, which makes it possible to integrate production, processing, logistics, scientific and managerial links into a single system that creates a synergistic effect, strengthens competitive advantages and creates prerequisites for long-term development.

Methods. The methodological basis of the research is the dialectical approach, monographic, analytical, abstract-logical and comparative methods, structural-logical and economic-statistical analyses.

Results. The institutional and substantive characteristics of crop clusters are revealed, key features (seasonality, long reproduction cycle, territorial localization, innovation orientation, social significance, public-private partnership) are highlighted. Based on the analysis of foreign experience, five management models for the development of agricultural crop clusters have been identified. As a result, the authors proposed an organizational and economic model of a crop cluster based on the example of the Perm Region, including a coordinating council, a cluster development center, a network of feed centers and auxiliary infrastructure. The model focuses on the involvement of unused land, the introduction of adaptive agricultural technologies and the development of export potential. Its implementation will ensure an increase in the efficiency of agricultural production, reduce logistical costs, create jobs and strengthen the tax base, which confirms the importance of the cluster approach for the development of the regional agro-industrial complex.

Key words: crop production, agro-industrial complex, agro-cluster, clusterization, regional development, organizational and economic model, food security

For citation: Stroev P.V., Pivovarova O.V. Agro cluster as an effective mechanism for the development of crop production at the regional level. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 128–143 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-128-143>

Введение/Introduction

Актуальные вызовы современного этапа социально-экономического развития Российской Федерации определяются необходимостью обеспечения продовольственной безопасности, укрепления независимости агропродовольственного рынка и реализации политики импортозамещения [1, 2]. В условиях санкционного давления и нестабильности мировой экономики стратегическим приоритетом становится формирование устойчивой внутренней базы производства сельскохозяйственной продукции, в первую очередь растениеводческой, которая занимает ключевое место в структуре агропромышленного комплекса (далее — АПК) и играет определяющую роль в снабжении населения продовольствием и сырьем для перерабатывающей промышленности [3, 4].

Развитие растениеводческой отрасли в России сопряжено с рядом объективных ограничений. Прежде всего это ее выраженный сезонный характер, формирующий цикличность хозяйственных процессов и повышенную зависимость от погодных условий. Риски климатического характера проявляются в снижении урожайности и качестве продукции, что негативно отражается на стабильности продовольственного рынка и доходах сельхозпроизводителей [5].

Дополнительным вызовом выступает деградация земельных ресурсов: снижение плодородия почв, эрозионные процессы, опустынивание и нарушение водного баланса земель. По оценкам экспертов, ежегодные потери урожайности вследствие деградационных процессов достигают 10–15% по отдельным регионам, что требует внедрения современных технологий землепользования и комплексной государственной поддержки [6].

В этих условиях очевидно, что развитие растениеводства невозможно рассматривать исключительно как результат рыночных механизмов. Оно требует комплексного институционального сопровождения, включающего меры государственной поддержки, интеграцию научных достижений и формирование новых организационно-экономических структур. Одним из наиболее эффективных инструментов, способных консолидировать усилия государства, бизнеса и науки, выступает агропромышленный кластер [7–9].

По сути, агрокластер представляет собой территориально локализованное объединение сельскохозяйственных производителей,

перерабатывающих предприятий, логистических структур, научных и образовательных учреждений, а также органов власти, объединенных в единую систему взаимодействий. Его функционирование обеспечивает синергетический эффект за счет объединения ресурсов и компетенций, а также внедрения инноваций [7, 10].

Отечественная и международная практика подтверждает эффективность кластерного подхода [11–14]. Исследования показывают, что в рамках агрокластеров формируются оптимальные условия для повышения конкурентоспособности продукции, развития экспортного потенциала и стимулирования занятости сельского населения [3].

В России кластерная политика получила нормативное закрепление. В частности, в Методических рекомендациях по реализации кластерной политики в субъектах Российской Федерации (2008 г.)¹ и в Федеральном законе № 116-ФЗ «Об особых экономических зонах в Российской Федерации»² дано определение кластеров и обозначены их организационно-правовые основы. Кроме того, стратегические документы — Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (2020 г.)³, Стратегия устойчивого развития сельских территорий до 2030 года (утв. Распоряжением Правительства РФ от 2 февраля 2015 года № 151-р)⁴ — фиксируют необходимость консолидации усилий государства, бизнеса и науки для решения задач аграрного развития, что непосредственно связано с формированием и поддержкой агрокластеров.

Следует отметить, что в последние годы агрокластеры получают активное развитие в ряде регионов страны. Так, примеры формирования кластеров по глубокой переработке растениеводческой продукции в Ставропольском крае демонстрируют возможности объединения хозяйствующих субъектов в единую систему, способную не только повысить конкурентоспособность отрасли, но и стимулировать занятость, рост налоговой базы и развитие сельских территорий [3]. Однако, несмотря на это, процессы формирования агрокластеров и эффективного функционирования сопровождаются рядом существенных трудностей. Эти трудности проявляются как в теоретико-методическом плане (в части выработки унифицированных подходов к определению сущности агрокластера, его структуры и критериев эффективности), так и в

¹ Приказ Министерства экономического развития РФ от 26.12.2008 № 20615-ак/д19 «Методические рекомендации по реализации кластерной политики в субъектах Российской Федерации».

URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113283/1e55afaf1de756e3e83c1a27ff5a263a04c37d67/ (дата обращения: 05.06.2025).

² Федеральный закон от 22.07.2005 № 116-ФЗ «Об особых экономических зонах в Российской Федерации».

URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_54599/ (дата обращения: 05.06.2025).

³ Указ Президента РФ от 21.01.2020 № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации».

URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/> (дата обращения: 05.06.2025).

⁴ Распоряжение Правительства РФ от 02.02.2015 № 151-р «Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года».

URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_174933/2844094b7ba6e57e91fd5bb036ee91d9f6727238/ (дата обращения: 05.06.2025).

организационно-управленческом измерении, где на практике возникают проблемы координации интересов различных участников, распределения рисков и ответственности, а также обеспечения устойчивого финансирования и инновационного развития [15, 16]. В условиях современных вызовов (глобальной конкуренции, климатических изменений, необходимости импортозамещения и цифровизации сельского хозяйства) указанные сложности предопределяют необходимость углубленного научного исследования данных процессов и разработки эффективных управленческих решений в области создания и управления растениеводческими кластерами на региональном уровне.

Цель исследования заключается в обосновании и разработке организационно-экономической модели растениеводческого кластера как эффективного механизма развития отрасли, учитывающего ее специфические черты, на региональном и национальном уровнях.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Методологической основой исследования послужил диалектический подход, позволивший рассматривать процессы кластеризации в растениеводстве в их развитии и взаимосвязи. Для анализа зарубежного и отечественного опыта формирования агропромышленных кластеров применяли монографический, аналитический, абстрактно-логический и сравнительный методы, основой которого стали научные публикации из международных баз данных за последние 15 лет, что позволило систематизировать подходы к трактовке агрокластера и выделить управленческие модели его организации.

В рамках структурно-логического анализа была построена функционально-ролевая схема организационно-экономической модели растениеводческого кластера, обоснованы состав участников и их взаимосвязи, а также определены ключевые элементы координации.

Экономико-статистический анализ применялся для количественной проверки исходных предпосылок и параметризации модели на материалах официальной статистики и региональной отчетности: проанализированы структура агропроизводства и ресурсные ограничения региона (на примере Пермского края), динамика и структура посевных площадей, баланс заготовки и потребности в кормах, а также выполнены сценарные

расчеты требуемого прироста кормовой базы, используемые для обоснования целевых ориентиров и практической реализуемости предложенной модели. Дополнительно результаты сопоставлялись с данными, полученными в ходе опросов, интервью и экспертных обсуждений с участниками регионального АПК, что обеспечило верификацию выявленных факторов эффективности и специфики кластерных связей.

Информационную базу исследования составили нормативно-правовые акты Российской Федерации, статистические данные Федеральной службы государственной статистики⁵, в том числе Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю⁶, отчетные материалы международных организаций (FAO⁷, Regio Foodvalley⁸ и др.), а также зарубежных и российских центров кластерного развития. Дополнительно использованы аналитические и отчетные документы Министерства агропромышленного комплекса Пермского края⁹, данные, предоставленные сельскохозяйственными товаропроизводителями региона, а также собранные и согласованные авторами по итогам проведенных опросов, интервью и экспертных круглых столов с представителями профильных органов власти, аграрного бизнеса и ученых, в рамках подготовки проекта Стратегии развития агропромышленного комплекса Пермского края до 2035 года.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Содержательные особенности растениеводческого кластера

Проблематика формирования и развития кластеров в АПК Российской Федерации получила широкое освещение в научной литературе (Ю.О. Новикова [8], Ю.Б. Миндлин [9], А.З. Гусов, Й.Э. Гули [13], Е. Гусаков [14], Е.В. Скиперская, О.Н. Кусакина [3], Д.В. Завьялов [15] и др.), при этом особое внимание уделяется растениеводству как базовой отрасли, обеспечивающей продовольственную безопасность страны.

По мнению ряда исследователей, кластер следует рассматривать как локализованное объединение взаимосвязанных предприятий и организаций, чья деятельность концентрируется в пределах определенной территории и нацелена на получение синергетического эффекта за счет объединения ресурсов и компетенций. Так, Р.Р. Тохчуков указывает на две ключевые характеристики кластера — наличие устойчивых горизонтальных и

⁵ Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики.
URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 18.06.2024).

⁶ Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю.
URL: <https://59.rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 19.06.2024).

⁷ Food and Agriculture Organization of the United Nation.
URL: <https://www.fao.org/home/en/> (дата обращения: 07.06.2025).

⁸ Strategic Agenda 2020–2025. Regio Foodvalley.
URL: https://www.regiofoodvalley.nl/fileadmin/regiofoodvalley.nl/documenten/2023/Strategic_agenda_final_version_EN_pdf (дата обращения: 12.06.2025).

⁹ Официальный сайт Министерства агропромышленного комплекса Пермского края.
URL: <https://agro.permkrai.ru/> (дата обращения: 15.06.2025).

вертикальных связей между его участниками и их географическую близость, позволяющую формировать единое экономическое пространство [17]. В свою очередь, Е.В. Чемоданова подчеркивает, что агрокластер представляет собой объединение организаций различных сфер деятельности в едином воспроизводственном цикле — от производства до реализации готовой продукции, что обеспечивает достижение эффекта синергии [18].

В отечественной научной литературе отмечается, что агропромышленные кластеры обладают инновационной природой, так как предполагают внедрение современных технологий, развитие кооперации науки и бизнеса, повышение инвестиционной привлекательности отрасли и формирование новых организационно-экономических условий для устойчивого развития АПК. З.Х. Шогенцукова и Ж.М. Мирзоева рассматривают агрокластер как инновационный механизм развития растениеводства, позволяющий консолидировать разрозненные ресурсы, обеспечить доступ к новым технологиям и снизить издержки производства [6].

Содержательные особенности растениеводческого кластера определяются спецификой самой отрасли. В отличие от других направлений сельского хозяйства, растениеводство в наибольшей степени зависит от природно-климатических условий, качества земельных ресурсов и сезонного цикла производства. Эти факторы обуславливают высокую степень волатильности конечных результатов: урожайность колеблется в зависимости от погодных условий, наличия засухи или избытка влаги, температурных аномалий и других климатических воздействий. Исследователями подчеркивается, что именно климатическая зависимость делает растениеводство одной из наиболее рискованных отраслей сельского хозяйства, требующей особых механизмов страхования и кооперации [19–22].

Ключевой проблемой, усиливающей отраслевые риски, является деградация земельных ресурсов, которая выражается в эрозии почв, потере плодородного слоя, засолении и опустынивании. По данным FAO, деградация почв ежегодно снижает мировую урожайность на 10–12% в отдельных регионах¹⁰. Поэтому растениеводческий кластер, в отличие от кластеров других аграрных направлений, вынужден включать в свою структуру не только производственные и перерабатывающие звенья, но и научно-исследовательские институты, предлагающие технологии адаптивного земледелия, инновационные методы сохранения почвенного плодородия и цифровые системы мониторинга состояния земель [23].

Существенной отличительной чертой растениеводческого кластера является длительный воспроизводственный цикл продукции. В отличие, например, от животноводческих кластеров, где

можно регулировать интенсивность производства через кормление или воспроизводство поголовья, растениеводство жестко привязано к сезонному календарю и требует систем хранения, переработки и транспортировки, минимизирующих потери урожая [24]. Поэтому такие кластеры формируются вокруг крупных инфраструктурных узлов — элеваторов, логистических центров, перерабатывающих заводов, которые задают тон развитию региона.

Территориальная локализация является еще одной особенностью растениеводческих кластеров. Их устойчивость во многом зависит от природно-экономических условий конкретного региона. Здесь ключевыми элементами выступают: наличие предприятия-лидера, обеспечивающего переработку сырья; концентрация производителей в пределах одной агроклиматической зоны; развитая транспортная и энергетическая инфраструктура. Как отмечает Е.В. Иванова, именно территориальная близость обеспечивает эффективность взаимодействия и синергетический эффект в растениеводческих кластерах [25].

Растениеводческие кластеры обладают и выраженным социальным измерением. Их деятельность способствует созданию рабочих мест на селе, развитию сельских территорий, укреплению налоговой базы и стимулированию инновационного предпринимательства. В отличие, например, от мясомолочных кластеров, ориентированных на внутреннее потребление, растениеводческие кластеры часто имеют экспортный потенциал (зерновые, масличные, сахар), что дополнительно усиливает их роль в региональном и национальном развитии [26, 27].

Ключевые особенности растениеводческого кластера можно свести к следующим положениям:

1. Сезонность и климатическая зависимость производства — необходимость адаптивного управления рисками.

2. Длительный воспроизводственный цикл продукции — от производства до переработки и реализации, необходимость систем хранения и переработки.

3. Территориальная локализация и специализация — концентрация хозяйствующих субъектов в пределах одной зоны с учетом ее природно-экономических условий.

4. Инновационная направленность — ориентация на внедрение научных разработок, цифровых технологий и экологически устойчивых практик.

5. Социальная значимость — вклад в занятость, повышение качества жизни и развитие сельских территорий.

6. Государственно-частное партнерство — координация интересов бизнеса, науки и органов власти, обеспечивающая комплексность развития.

¹⁰ Food and Agriculture Organization of the United Nation.
URL: <https://www.fao.org/home/en/> (дата обращения: 07.06.2025).

Таким образом, растениеводческий кластер следует рассматривать как особую форму организации аграрного производства, направленную на обеспечение устойчивости и эффективности отрасли. С учетом выделенных особенностей можно предложить уточненное определение данного понятия.

Растениеводческий кластер — это территориально локализованная интеграционная структура, объединяющая сельскохозяйственных производителей, предприятия по переработке продукции растениеводства, логистические и сервисные организации, научно-образовательные учреждения и органы государственной власти, чья совместная деятельность направлена на снижение отраслевых рисков, повышение конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности растениеводства, формирование устойчивых социальных и экономических эффектов в регионах [25].

Предложенное определение отражает как институциональную сущность растениеводческого кластера, так и его ключевые цели: обеспечение продовольственной безопасности, повышение эффективности отрасли, развитие сельских территорий и достижение синергетического эффекта от интеграции участников.

Зарубежный и отечественный опыт создания и функционирования растениеводческих кластеров

Кластерный подход в сельском хозяйстве рассматривается мировой и отечественной наукой как один из наиболее эффективных инструментов повышения конкурентоспособности и устойчивости отрасли.

В странах Европейского союза агропромышленные и, в частности, растениеводческие кластеры рассматриваются как элемент инновационной аграрной политики. Так, в Нидерландах действует агропродовольственный кластер Food Valley, который на сегодняшний день является одним из наиболее известных и успешных примеров интеграции науки, бизнеса и государства в сфере сельского хозяйства [28].

Кластер объединяет производителей растениеводческой продукции, перерабатывающие предприятия, исследовательские центры, образовательные учреждения и консалтинговые организации, формируя мощный инновационный комплекс. Его ядром выступают Вагенингенский университет и исследовательский центр (Wageningen University and Research), считающийся мировым лидером в области аграрных и биотехнологических исследований [29].

Ключевой особенностью Food Valley является высокая концентрация знаний и технологий,

которые непосредственно внедряются в практику растениеводства. Здесь активно развиваются направления генетических исследований, включая селекцию устойчивых сортов зерновых и овощных культур, а также биотехнологические решения, направленные на повышение урожайности при одновременном снижении экологической нагрузки [28].

Особое внимание уделяется инновационным методам защиты растений, в том числе биологическим препаратам и интегрированным системам борьбы с вредителями, что соответствует концепции «устойчивого земледелия» (sustainable agriculture)¹¹. Голландская модель демонстрирует, что эффективность растениеводческих кластеров во многом определяется степенью интеграции науки и бизнеса.

В Food Valley активно практикуется взаимодействие стартапов с крупными корпорациями, а также формирование акселерационных программ для малых инновационных компаний. Важным элементом является государственная поддержка, которая выражается не только в грантовом финансировании прикладных исследований, но и в предоставлении налоговых льгот для предприятий, внедряющих передовые агротехнологии.

В Дании успешно функционирует кластер Agro Food Park, специализирующийся на растениеводстве и переработке продукции и объединяющий более 80 компаний и организаций, включая стартапы, малые и средние предприятия, крупные агрохолдинги, университеты и исследовательские центры. Его особенность заключается в использовании цифровых технологий и концепции умного земледелия, что позволяет оптимизировать процессы посева, ухода за культурами и сбора урожая¹². Преимуществом датской модели является эффективное взаимодействие малого и среднего бизнеса с крупными агрохолдингами и университетами, что обеспечивает высокий уровень инноваций.

В США действует ряд региональных агропромышленных кластеров, ориентированных на производство кукурузы, сои и пшеницы. Например, так называемый Corn Belt представляет собой фактически интегрированный агропромышленный кластер, где производители объединены с переработчиками и транспортной инфраструктурой. Управленческая модель основывается на кооперации фермеров и поддержке со стороны государства через систему субсидий и страхования рисков¹³.

Главным преимуществом американской практики является наличие развитого рынка сельскохозяйственных услуг и инструментов государственного регулирования, позволяющих сглаживать ценовые колебания.

¹¹ Strategic Agenda 2020–2025. Regio Foodvalley.

URL: https://www.regiofoodvalley.nl/fileadmin/regiofoodvalley.nl/documenten/2023/Strategic_agenda_final_version_EN_pdf (дата обращения: 12.06.2025).

¹² Agro Food Park.

URL: <https://www.agrofoodpark.com/> (дата обращения: 12.06.2025).

¹³ Corn Transportation Profile. United States Department of Agriculture.

URL: <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Corn%20Transportation%20Profile.pdf> (дата обращения: 12.06.2025).

Опыт Латинской Америки интересен с точки зрения развития растениеводческих кластеров. В Бразилии аграрные кластеры по производству сои и сахарного тростника демонстрируют высокую эффективность за счет тесного взаимодействия производителей с экспортно ориентированной перерабатывающей промышленностью. Здесь особая роль отводится экспортным корпорациям, которые выступают интеграторами кластерных структур [30]. Недостатки такой модели — высокая зависимость от мировых цен на сырьевых рынках и концентрация прибыли у крупных корпораций, что снижает роль мелких фермеров.

В России формирование агрокластеров началось сравнительно недавно (в начале 2000-х годов) и стало частью государственной аграрной политики после утверждения Методических рекомендаций по реализации кластерной политики в субъектах Российской Федерации (2008 г.)¹⁴. Первые проекты были связаны с созданием кластеров в перерабатывающей промышленности, однако в последние годы внимание смещается на растениеводство как базовую отрасль [31].

Наиболее известным примером является Ставропольский край, где формируется кластер по производству и глубокой переработке зерновых и сахарной свеклы. Успех этой модели обеспечивается сочетанием трех факторов: наличием крупных предприятий-лидеров (сахарных заводов и перерабатывающих комплексов), активным вовлечением средних и малых производителей, поддержкой региональных органов власти через механизмы субсидирования и инфраструктурные проекты [31]. Преимуществом модели является высокая степень специализации региона, что позволяет концентрировать инвестиции и обеспечивать устойчивость производственных связей.

В Брянской области функционирует агропромышленный кластер, созданный в 2019 году, ключевой отраслевой специализацией которого является растениеводство (производство зерновых, картофеля и овощей), где регион традиционно занимает лидирующие позиции в Центральном федеральном округе. Участниками кластера стали около 20 организаций, включая сельхозтоваропроизводителей, перерабатывающие предприятия, логистические компании, а также Брянский государственный аграрный университет и ряд научных институтов, что позволило объединить производственные, образовательные и инновационные ресурсы [32].

Наличие современной инфраструктуры хранения и переработки (элеваторов, овоще- и картофелехранилищ общей мощностью свыше 200 тыс. т, а также перерабатывающих мощностей) обеспечило создание полного цикла — от

производства до реализации готовой продукции. Значимым фактором развития кластера стала государственная поддержка, достигающая в среднем 1,2–1,5 млрд рублей ежегодно, которая направлялась на техническую модернизацию, селекцию, развитие перерабатывающих мощностей и строительство хранилищ. Это позволило повысить индекс производства валовой продукции сельского хозяйства на 15–20% за период работы кластера, а в картофелеводстве — достичь прироста более чем на 30%¹⁵. Кластеризация обеспечила рост кооперационных связей между малыми и крупными хозяйствами, а также развитие инновационных практик, включая элементы точного земледелия и цифрового мониторинга производства.

В Татарстане реализуется проект по формированию растениеводческого кластера на основе взаимодействия агрохолдингов и научных центров Казанского аграрного университета. Модель ориентирована на внедрение современных технологий земледелия и адаптацию к условиям рискованного земледелия. Преимуществом данной практики является высокая степень кооперации с научной сферой, что обеспечивает быстрое внедрение разработок в производственный процесс [33].

Несмотря на положительные примеры, российская практика сталкивается с рядом проблем. Так, ключевой особенностью растениеводческих кластеров является достаточно высокий уровень государственного финансирования, который сам по себе не гарантирует эффективности [34].

Практика показывает, что успех функционирования растениеводческого кластера во многом зависит от кооперации его участников, взаимодополняемости и ориентации на общие цели. При этом процесс взаимодействия осложняется такими институциональными сложностями, как затягивание сроков согласования решений на разных уровнях власти, слабая координация между федеральными и региональными органами, неясность критериев отбора кластеров для финансирования, отсутствие единых методик оценки эффективности, а также риск их распада после прекращения субсидирования.

Многие исследователи отмечают проблему «слепого копирования» зарубежных моделей без адаптации к российским аграрным условиям, где преобладает зерновое производство и значительную роль играют социальные аспекты сельских территорий [35]. Кроме того, в отличие от зарубежных стран, российские кластеры пока менее ориентированы на экспорт и слабо интегрированы в глобальные цепочки добавленной стоимости, что еще более усугубляется в текущей санкционной обстановке.

¹⁴ Приказ Министерства экономического развития РФ от 26.12.2008 № 20615-ак/д19 «Методические рекомендации по реализации кластерной политики в субъектах Российской Федерации».

URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113283/1e55afaf1de756e3e83c1a27ff5a263a04c37d67/ (дата обращения: 05.06.2025).

¹⁵ Центр кластерного развития Брянской области. Официальный сайт ГАУ ЦОУ «Мой бизнес».

URL: <https://xn--32-9kcqjffxf3b.xn--p1ai/centry/tsentr-klasternogo-razvitiya/> (дата обращения: 21.06.2025).

Сравнительный анализ зарубежного и отечественного опыта функционирования агропромышленных кластеров позволяет выделить пять управляемых моделей, каждая из которых отражает специфику социально-экономического развития стран и регионов, а также институциональные особенности регулирования аграрной сферы.

Первая модель — модель с доминированием науки и инноваций, ярко представленная в Нидерландах и Дании. Ее ключевая особенность заключается в высоком уровне интеграции научных исследований в практику сельского хозяйства. Научные центры, университеты и исследовательские институты здесь выступают ядром кластера, формируя инновационные решения для растениеводства — от генетических исследований и селекции устойчивых сортов до внедрения цифровых систем мониторинга и технологий точного земледелия. Государство играет активную роль, выступая инвестором и координатором инновационной политики. Оно предоставляет грантовое финансирование, налоговые льготы, а также стимулирует развитие инфраструктуры для научно-производственной кооперации. Такой подход обеспечивает устойчивость производства и его адаптивность к вызовам, связанным с изменением климата и экологическими ограничениями.

Вторая модель — модель кооперативной интеграции фермеров, характерная для США и стран Европейского союза. Ее суть заключается в объединении малых и средних сельхозпроизводителей в кооперативы и ассоциации, которые позволяют преодолеть масштабные и финансовые ограничения индивидуальных хозяйств. В рамках данной модели фермеры объединяют ресурсы для закупки техники и удобрений, совместного использования инфраструктуры, а также для продвижения продукции на внутренний и внешний рынки. Государство выполняет здесь роль гаранта и регулятора, обеспечивая прозрачность функционирования кооперативов, предоставляя субсидии и страховые инструменты. Такая модель повышает устойчивость мелких производителей и позволяет интегрировать их в национальные и международные цепочки добавленной стоимости.

Третья модель — модель экспортно ориентированных кластеров, наиболее ярко реализуемая в Бразилии. Она основывается на интеграции сельхозпроизводителей и переработчиков вокруг крупных экспортных корпораций, которые выступают ядром кластера и обеспечивают его связь с мировыми рынками. Данная модель позволяет достигать высокой эффективности и масштабности производства, так как значительная часть выпускаемой продукции изначально ориентирована на экспорт. Однако ее уязвимость заключается в зависимости от мировой ценовой конъюнктуры и торгово-политической ситуации. При падении мировых цен или введении ограничений экспортно ориентированные кластеры испытывают

серезные экономические риски, что влечет нестабильность доходов участников.

Четвертая модель — модель регионально ориентированных кластеров, применяемая в России. Она базируется на поддержке со стороны региональных органов власти и направлена на использование потенциала локальной специализации территорий. В ее рамках акцент делается на создании и развитии инфраструктуры хранения, переработки и логистики, формировании условий для интеграции науки и бизнеса на региональном уровне. Такая модель отражает специфику отечественного АПК, где важную роль играют государственные программы субсидирования и прямой поддержки производителей. Основным преимуществом является возможность укрепления продовольственной безопасности страны и стимулирования социально-экономического развития сельских территорий, однако в то же время институциональная незрелость российских кластеров ограничивает их способность к саморегуляции и долгосрочному устойчивому развитию.

Пятая управляемая модель может быть определена как якорная инфраструктурная (лидерская) модель развития кластера, предполагающая доминирование предприятия-лидера, вокруг которого выстраивается кооперационная сеть производителей и обслуживающих организаций. Данная модель обусловлена технологическими и организационно-экономическими особенностями растениеводства, включая длительность воспроизводственного цикла и значимость операций хранения, переработки и транспортировки продукции, что объективно усиливает роль крупной инфраструктуры (элеваторных мощностей, логистических центров, перерабатывающих предприятий) как системыобразующих узлов кластерного контура. Предприятие-лидер в этой конфигурации выполняет функции «институционального ядра» кластера: концентрирует инвестиции в инфраструктуру и переработку, формирует стандарты качества и требования к сырью, обеспечивает гарантированный сбыт и загрузку мощностей, а также снижает транзакционные издержки участников за счет координации производственно-сбытовых связей. Практическая реализуемость и результативность данной модели подтверждаются региональными кейсами. Например, проанализированный выше опыт Ставропольского края по развитию кластера по производству и глубокой переработке зерновых и сахарной свеклы опирается на наличие крупных предприятий-лидеров (сахарных заводов и перерабатывающих комплексов) при одновременном вовлечении средних и малых производителей и поддержке со стороны региональных органов власти через механизмы субсидирования и инфраструктурные проекты.

Сопоставление этих моделей позволяет выявить общие преимущества кластерного подхода, которые проявляются независимо от страновых особенностей. Ключевыми достоинствами

являются снижение издержек производства и логистики за счет концентрации ресурсов и кооперации участников, повышение инвестиционной привлекательности отрасли, формирование устойчивых территориальных связей между предприятиями, а также расширение доступа к инновационным технологиям и научным разработкам. Важным преимуществом выступают и социальные эффекты: создание новых рабочих мест, повышение уровня занятости на селе и стимулирование комплексного развития сельских территорий.

Вместе с тем кластерный подход имеет и ряд ограничений. Среди них — сложность координации интересов участников, особенно в условиях многоуровневой структуры кластера, где взаимодействуют крупные корпорации, малый бизнес, научные учреждения и государственные органы. Существенным фактором остается высокая зависимость кластеров от государственной поддержки, без которой в условиях рыночной нестабильности многие проекты неспособны к самоокупаемости.

Для экспортно ориентированных моделей значительной проблемой является уязвимость перед внешнеэкономическими факторами — колебаниями мировых цен и изменениями торговых режимов. В России к этому добавляются институциональная незрелость кластерных структур, недостаточная развитость механизмов правового регулирования и слабая интеграция малых и средних хозяйств, что снижает эффективность реализуемых кластерных инициатив.

Таким образом, выявленные особенности зарубежных и отечественных управляемых моделей подтверждают, что дальнейшее развитие растениеводческих кластеров в Российской Федерации требует формирования и апробации эффективных моделей их организации и управления. Такие модели, с одной стороны, должны учитывать отраслевую специфику и связанные с ней производственные риски, а с другой — обеспечивать оптимальное взаимодействие всех участников кластерной структуры с учетом их ресурсного потенциала, институциональных возможностей и ограничений.

Организационно-экономическая модель растениеводческого кластера (на примере Пермского края)

Учитывая специфику развития растениеводства и его представленность в той или иной мере в АПК практически каждого региона России, представляется целесообразным рассмотреть специфику модели управления растениеводческим кластером не в сельскохозяйственном регионе, где

направления его развития не предопределены природно-климатическими особенностями. Для этого был выбран Пермский край, для которого авторы настоящего исследования осуществляли разработку Стратегии развития АПК Пермского края на период до 2035 года, в том числе в рамках формирования модели растениеводческого кластера.

Пермский край расположен в зоне неустойчивого земледелия, в связи с чем преобладающим в структуре сельского хозяйства является животноводство, обеспечивающее около 65% валовой продукции региона, в частности производство молока. Соответственно, производство растениеводческой продукции в регионе преимущественно ориентировано на создание собственной кормовой базы, овощеводство и картофелеводство, производство фуражного зерна, а также овощеводство открытого и защищенного грунта. Так, например, в 2024 году производство молока составило около 600 тыс. т¹⁶, что требует устойчивого обеспечения кормами на уровне не менее 35–40 ц кормовых единиц на одну условную голову крупного рогатого скота.

Однако собственное производство кормов в регионе пока не покрывает потребности отрасли. Посевные площади кормовых культур в Пермском крае за последние годы колеблются в пределах 400–450 тыс. га (около 65% от всех посевных площадей региона), при этом значительная часть приходится на многолетние травы (около 85%), а зернофураж и кукуруза на силос занимают ограниченные площади. Для сравнения: в 2021 году в регионе были заготовлены около 2,7 млн т кормовых единиц, в то время как потребность животноводческого сектора оценивалась на уровне 3,3–3,5 млн т¹⁷. Дефицит восполняется за счет закупок кормов в соседних регионах (главным образом в Башкортостане, Татарстане и Кировской области, где производство кормовых культур более развито).

Зависимость от внешних поставок снижает конкурентоспособность животноводства региона: затраты на закупку и логистику повышают себестоимость молочной продукции на 8–12% по сравнению с хозяйствами, имеющими собственную кормовую базу [32]. Кроме того, внешние поставки подвержены рискам ценовой волатильности и транспортной доступности, что особенно остро проявляется в условиях санкционного давления и роста издержек на горюче-смазочные материалы.

При этом, как уже отмечалось выше, молочное животноводство является ключевой отраслью АПК Пермского края, для развития которой в

¹⁶ Пермский край в цифрах. 2025: краткий статистический сборник. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. 2025; 180.

URL: https://59.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Пермский%20край%20в%20цифрах%202025_.pdf (дата обращения: 17.06.2025).

¹⁷ Распоряжение Правительства Пермского края от 17.11.2022 № 411-рп «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного комплекса Пермского края на период до 2035 года».

URL: <https://docs.cntd.ru/document/406320587> (дата обращения: 17.06.2025).

качестве флагманского стратегического проекта предусмотрено формирование молочного кластера, ориентированного на производство молока и развитие перерабатывающих мощностей. Однако эффективность этой инициативы напрямую зависит от наличия устойчивой кормовой базы, которую обеспечивает растениеводство. Сценарные расчеты, проведенные авторами данного исследования в рамках региональной стратегии развития АПК, показывают, что для полного обеспечения потребностей молочного кластера региону требуется нарастить производство кормов как минимум на 25–30% к уровню 2022 года.

Кроме того, одним из системных ограничителей развития растениеводства (не только в Пермском крае, но и на всей территории России) является деградация земельных ресурсов, которая носит комплексный характер и проявляется в снижении плодородия, эрозии, переувлажнении и застаниии сельскохозяйственных угодий древесно-кустарниковой растительностью [36]. По данным региональных агрохозяйственных обследований, значительная часть пашни на протяжении последних лет находится в состоянии фактического неиспользования: около 15–20% сельскохозяйственных угодий не вовлекаются в производственный оборот в течение 4–6 лет подряд¹⁸. Такая тенденция приводит к устойчивому сокращению объема пашни, снижению уровня обеспеченности сельхозпроизводителей пригодными для возделывания земельными ресурсами и, как следствие, ограничению роста валовой продукции растениеводства.

Профильные ученые и эксперты отмечают, что деградация земель не только снижает их хозяйственную ценность, но и создает кумулятивные экологические риски, препятствующие долгосрочному развитию аграрной отрасли [20, 24, 36]. Потеря плодородного слоя вследствие водной и ветровой эрозии, накопление кислотности и снижение содержания гумуса становятся ключевыми проблемами для регионов рискованного земледелия, к которым относится и Пермский край. Эти процессы усугубляются недостаточностью мероприятий по агрохимическому восстановлению почв и несовершенной системой землепользования, при которой отсутствует строгая привязка сельхозпроизводителей к поддержанию нормативного состояния земельных ресурсов.

Таким образом, развитие растениеводческого кластера в Пермском крае должно рассматриваться не как самостоятельное направление, а как функционально необходимое условие для обеспечения устойчивости и конкурентоспособности молочного животноводства, где кормовая база выступает ключевым фактором эффективности и экономической устойчивости отрасли, с одной

стороны, и как комплекс взаимосвязанных мер по вовлечению деградированных и залежных земель в хозяйственный оборот — с другой, что позволит превратить их из фактора ограничения в ресурс развития регионального АПК.

Несмотря на то что ключевым флагманским проектом АПК Пермского края на современном этапе выступает молочный кластер, обладающий наибольшим потенциалом для масштабного развития регионального АПК, принципиально важно рассматривать растениеводческий кластер как самостоятельное направление, пусть и комплементарное по отношению к молочному. В схемах организации молочного кластера производители кормов и кормовых добавок действительно фигурируют как значимые участники, однако их роль в данном случае сводится преимущественно к обеспечению ресурсной базы [7].

Между тем растениеводческий кластер выполняет значительно более широкий спектр функций. Он ориентирован на решение комплекса тактических и стратегических задач, связанных с последствиями земельной реформы, деградацией сельхозугодий и необходимостью вовлечения в оборот значительных массивов неиспользуемых земель. Игнорирование этого направления и подчинение его исключительно молочному кластеру могут привести к упрощенной интерпретации его потенциала и утрате возможности системного ответа на вызовы, стоящие перед отраслью. Следовательно, формирование и развитие растениеводческого кластера должны рассматриваться как отдельная задача региональной агрополитики, требующая институционального обеспечения, выстраивания качественных каналов взаимодействия с органами государственной власти различного уровня, а также комплексного подхода к управлению земельными ресурсами. Именно это позволит не только обеспечить молочное животноводство кормами, но и создать фундамент для долгосрочной устойчивости АПК в целом.

С учетом вышеизложенного обоснованной представляется следующая организационно-экономическая модель растениеводческого кластера для Пермского края, представленная на рисунке 1.

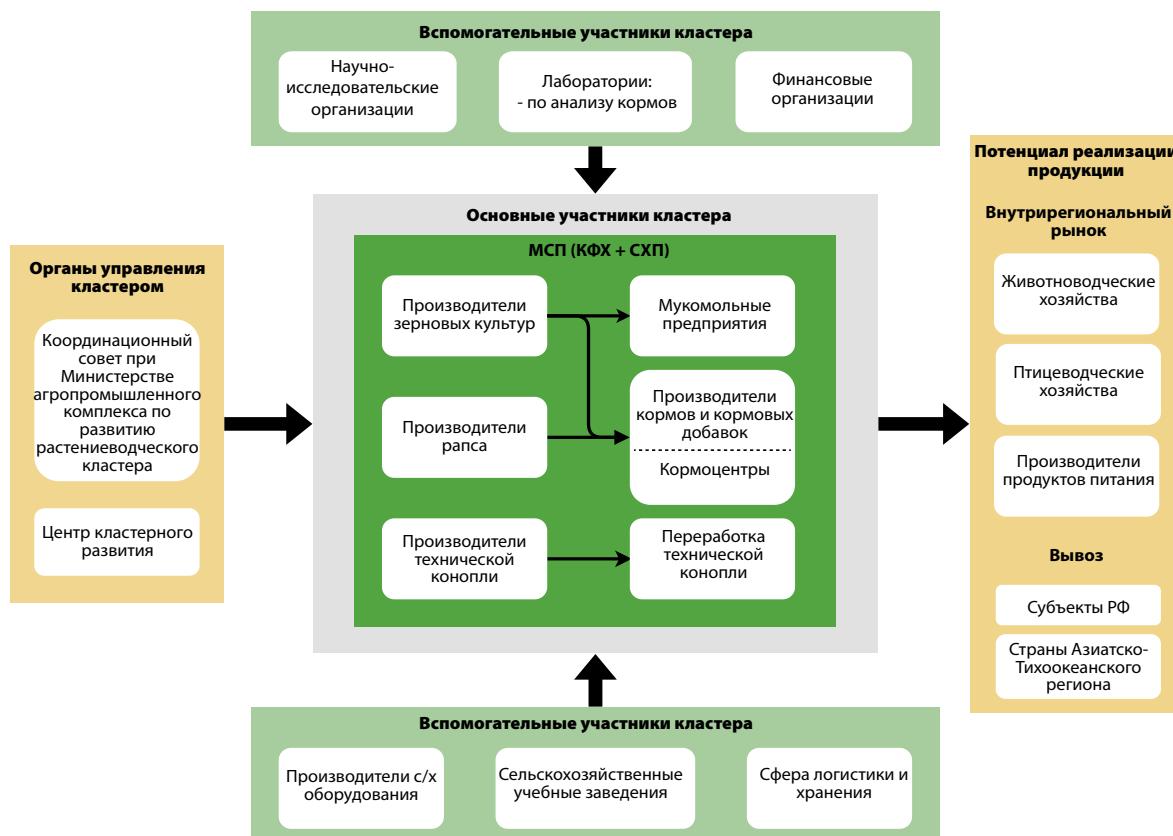
Учитывая особенности вышеуказанных целевых установок растениеводческого кластера в Пермском крае, его задачи могут быть сформулированы следующим образом:

- активное вовлечение в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения и повышение эффективности их использования;
- увеличение объемов производства технических и кормовых культур, адаптированных к климатическим условиям Пермского края (рапс, зерновые, кормовые, техническая конопля);

¹⁸ Региональный доклад о наличии и состоянии земель в Пермском крае. Официальный сайт Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии.

URL: <https://rosreestr.gov.ru/open-service/statistika-i-analitika/zemleustroystvo-i-monitoring-zemel59/regionalnyy-doklad-o-nalichii-i-sostoyaniii-zemel-v-permskom-krae/> (дата обращения: 21.06.2025).

Рис. 1. Схема организационно-экономической модели растениеводческого кластера Пермского края
Fig. 1. Scheme of the organizational and economic model of the crop cluster of the Perm region



- развитие производственной кооперации и создание условий для устойчивого взаимодействия производителей, переработчиков, научных учреждений и органов власти;
- внедрение инновационных технологий и цифровых инструментов управления в растениеводстве;
- стимулирование комплексного развития АПК и сельских территорий за счет роста занятости и повышения квалификации кадров;
- формирование эффективных каналов сбыта продукции и развитие экспортного потенциала (с акцентом на страны Азиатско-Тихоокеанского региона), особенно по востребованным на мировом рынке культурам.

Представленная организационно-экономическая модель растениеводческого кластера должна строиться на принципах горизонтальной и вертикальной интеграции и представляет собой сетевую структуру, объединяющую производителей растениеводческой продукции, переработчиков, логистические компании, сервисные и финансовые организации, а также органы государственной власти и научно-образовательные учреждения.

1. Органы управления кластером

Ведущая роль в управлении кластером принадлежит Министерству АПК Пермского края, при котором создается координационный совет. Он формирует стратегические направления развития, обеспечивает взаимодействие с

fедеральными органами власти, отвечает за интеграцию государственной поддержки и координацию интересов участников. Важным элементом управленческой системы является Центр кластерного развития, выполняющий методическую, организационную и экспертно-аналитическую функции. Он занимается привлечением инвестиций, развитием механизмов государственно-частного партнерства, сопровождением малых и средних предприятий и разрешением конфликтов между участниками.

2. Основные участники кластера

Ключевыми звенями выступают сельхозтоваропроизводители, специализирующиеся на выращивании зерновых и кормовых культур, рапса и технической конопли. Именно эти направления обладают наибольшим потенциалом для удовлетворения внутренних потребностей региона и формирования экспортного ресурса. Важным направлением в рамках кластера является создание специализированных кормовых центров, способных обеспечить производство полноценных и сбалансированных кормов для нужд животноводства. Формирование сети таких центров позволит значительно снизить капитальные затраты фермеров и инвесторов на строительство собственных объектов кормопроизводства и хранения, что создаст условия для более широкого вовлечения хозяйств в животноводческое производство и повысит экономическую устойчивость отрасли.

Растущий спрос на корма в связи с развитием молочного и мясного животноводства актуализирует необходимость масштабного строительства высокопроизводительных кормоцентров. Их формирование предполагается преимущественно силами малого и среднего бизнеса — как на базе растениеводческих предприятий, так и на территории животноводческих хозяйств.

В перспективе внедрение данной модели позволит уменьшить капитальные затраты производителей и потенциальных инвесторов приблизительно на 30%, что будет способствовать ускоренному созданию новых фермерских хозяйств и животноводческих ферм без дополнительных вложений в объекты кормозаготовки. Кроме того, функционирование кормовых центров обеспечит выход Пермского края на новый уровень производства кормов и кормовых добавок в среднесрочной перспективе, окажет позитивное влияние на развитие животноводства за счет уменьшения логистических издержек на доставку кормов из соседних регионов и обеспечит более стабильное снабжение молочного кластера.

Особое значение при создании кормоцентров приобретает их стратегическая связь с планами по наращиванию поголовья крупного рогатого скота в Пермском крае в рамках молочного кластера (табл. 1)¹⁹.

Согласно целевому сценарию Стратегии развития АПК Пермского края на период до 2035 года, к концу 2025 года при экстенсивном пути развития животноводства требуется увеличение производства кормов на 18% — до 504 тыс. т корм. ед. в год. Для обеспечения интенсивного пути развития дополнительно необходимы еще 126 тыс. т корм. ед. В совокупности экстенсивно-интенсивный сценарий предполагает увеличение производства кормов в крае на 48% по сравнению с уровнем 2020 года, то есть до 630 тыс. т корм. ед. в год. Таким образом, кормовые центры в рамках растениеводческого кластера станут ключевым связующим звеном между аграриями,

животноводческими предприятиями и молочным кластером, обеспечивая баланс интересов участников, устойчивость аграрной системы региона и ее конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках.

3. Вспомогательные участники

В данную группу входят организации, обеспечивающие сервисные и сопутствующие функции, без которых функционирование растениеводческого кластера невозможно. К ним относятся поставщики сельскохозяйственной техники и оборудования, обеспечивающие производителей современной высокопроизводительной техникой для обработки почвы, внесения удобрений и уборки урожая, а также сервисные предприятия, отвечающие за ремонт, техническое обслуживание и модернизацию машинно-тракторного парка. Существенную роль играют ИКТ-компании, предлагающие цифровые решения для точного земледелия, системы спутникового мониторинга посевов, программное обеспечение для управления аграрными процессами и платформы для электронной торговли сельхозпродукцией.

Особое место занимают финансовые учреждения (банки, региональные фонды поддержки предпринимательства, институты развития), которые предоставляют льготное кредитование, механизмы лизинга техники, а также финансовые инструменты государственно-частного партнерства. Важнейшим элементом инфраструктуры являются образовательные центры и научные организации (например, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет им. академика Д.Н. Прянишникова», ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»), которые обеспечивают подготовку и переподготовку кадров, проведение прикладных исследований в области агротехнологий, селекции и мелиорации почв. Таким образом, вспомогательные участники формируют инновационную и кадровую базу кластера,

Таблица 1. Сценарии развития животноводства Пермского края и потребности в кормах к концу 2025 года

Table 1. Scenarios for the development of animal husbandry in the Perm Region and feed requirements by the end of 2025

Сценарий развития	Характеристика сценария	Потребность в кормах (к уровню 2020 г.), %	Целевой объем производства кормов, тыс. т корм. ед.	Прирост производства кормов, %	Роль кормоцентров
Экстенсивный	Умеренный рост поголовья КРС, постепенное расширение производства молока	+18	504	18	Создание базовой сети кормоцентров для обеспечения минимальной потребности молочного кластера
Интенсивный	Активное наращивание поголовья КРС, рост производительности и надоев	+25	630	48	Масштабное развитие высокопроизводительных кормоцентров для полного замещения внешних поставок
Смешанный (экстенсивно-интенсивный)	Комбинация двух путей: устойчивое расширение и рост эффективности	+48	630	48	Создание комплексной системы кормоцентров, ориентированной на долгосрочное обеспечение животноводства и развитие экспорта кормов

Источник: составлено авторами по материалам¹⁹

¹⁹ Распоряжение Правительства Пермского края от 17.11.2022 № 411-рп «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного комплекса Пермского края на период до 2035 года». URL: <https://docs.cntd.ru/document/406320587> (дата обращения: 17.06.2025).

создают комфортные экономические условия для его функционирования и способствуют оптимизации производственно-логистических процессов, включая развитие транспортной и складской инфраструктуры, а также внедрение экологически устойчивых практик.

Обеспечение системы мониторинга и оценки становится ключевым фактором для успешной интеграции кластера в систему стратегического управления АПК региона. В контексте предложенной организационно-экономической модели растениеводческого кластера в Пермском крае данная система основывается на разделении функций стратегического управления и операционного сопровождения. Координационный совет при Министерстве АПК Пермского края по развитию растениеводческого кластера утверждает перечень ключевых показателей эффективности (КПЭ), связанных со сценариями развития, целевые значения и периодичность контроля, а Центр кластерного развития обеспечивает сбор, верификацию и аналитическое сопровождение показателей, формируя регулярные отчеты для участников и органов управления. Информационная база мониторинга включает данные официальной статистики и региональной отчетности, а также сведения участников кластера и цифровые материалы мониторинга производственных процессов и состояния земель.

Создание растениеводческого кластера в Пермском крае призвано оказать многоуровневое воздействие как на отрасль в целом, так и на социально-экономическое развитие территории. Экономический эффект от реализации проекта проявляется прежде всего в увеличении объемов производства растениеводческой продукции, диверсификации ее структуры и укреплении экспортного потенциала региона. Согласно целевым стратегическим показателям, индекс производства продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий должен стабилизироваться на уровне 106–108% ежегодно, что станет возможным за счет вовлечения в оборот неиспользуемых земельных участков общей площадью около 9 тыс. га, применения современных агротехнологий и повышения урожайности ключевых культур²⁰. Рост производства обеспечит увеличение налоговых поступлений в региональный и муниципальные бюджеты, повышение инвестиционной привлекательности и создание предпосылок для формирования новых экспортных ниш (прежде всего по зерновым, кормовым и техническим культурам, востребованным на внешних рынках).

В социальном аспекте кластер выступает драйвером развития сельских территорий. Планируется создание более 2500 высокопроизводительных рабочих мест к 2030 году, что позволит снизить уровень безработицы, укрепить занятость

сельского населения и удержать трудовые ресурсы на местах. Одновременно будет стимулироваться развитие малого и среднего агробизнеса, который, интегрируясь в кластер, получает доступ к инновационным практикам, современным инструментам господдержки и устойчивым каналам сбыта продукции. Повышение доходов сельхозпроизводителей создаст мультипликативный эффект для местной экономики: увеличатся налоговые поступления в бюджеты, расширятся возможности для финансирования социальной и транспортной инфраструктуры, возрастет спрос на услуги в смежных сферах — от строительства и транспорта до образования и медицины.

Отдельного внимания заслуживает решение земельных проблем, являющихся одним из ключевых вызовов для аграрного сектора региона. Историческое наследие земельной реформы 1990-х годов привело к значительному числу не оформленных или неиспользуемых участков, росту деградации и снижению плодородия почв. Вовлечение в оборот залежных земель и проведение их агрохимического восстановления позволят не только расширить посевные площади, но и повысить экологическую устойчивость земледелия. Планируемые меры включают проведение масштабной инвентаризации земельного фонда, внедрение системы цифрового мониторинга, разработку программ рекультивации и консервации почв с использованием многолетних травосмесей. Эти мероприятия позволят устраниć негативные последствия нерационального землепользования, восстановить гумусный баланс и обеспечить долгосрочную продуктивность сельхозугодий.

Комплексный социально-экономический эффект проявится и в укреплении продовольственной безопасности региона и страны в целом. Формирование устойчивой кормовой базы для животноводства позволит снизить зависимость от внешних поставок и колебаний цен, что особенно важно для развития молочного кластера, тесно связанного с растениеводческим. Таким образом, растениеводческий кластер выполняет двойную функцию: с одной стороны, он становится самостоятельным центром роста и инноваций в отрасли, с другой — обеспечивает фундаментальную ресурсную поддержку для смежных направлений АПК.

В итоге реализация проекта обеспечит не только экономический рост, но и долгосрочное развитие сельских территорий, повышение качества жизни населения и рациональное использование земельных ресурсов. Это делает растениеводческий кластер системным инструментом устойчивого развития АПК Пермского края, объединяющим производственные, социальные и экологические эффекты.

²⁰ Распоряжение Правительства Пермского края от 17.11.2022 № 411-рп «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного комплекса Пермского края на период до 2035 года».

URL: <https://docs.cntd.ru/document/406320587> (дата обращения: 17.06.2025).

Наряду с ожидаемыми эффектами важно учитывать, что внедрение кластерной модели со-пряжено с рисками и барьерами, учет которых должен быть интегрирован в мониторинг и управленические процедуры. К институциональным барьерам относятся фрагментарность координации участников, недостаточная определенность правил участия и распределения выгод, а также потенциальная слабая вовлеченность малых и средних хозяйств. Их снижение предполагает формализацию регламентов взаимодействия, прозрачные критерии отбора участников и закрепление процедур разрешения конфликтов в рамках координационного совета и Центра кластерного развития.

Финансовые ограничения связаны с доступностью «длинного» капитала и инвестиционной нагрузкой на инфраструктуру хранения и переработки. В качестве компенсирующих мер целесообразно предусматривать комбинацию регионального софинансирования, льготного кредитования, лизинга и механизмов государственно-частного партнерства. Кадровые риски обусловлены дефицитом компетенций в современных агротехнологиях, цифровых методах мониторинга и управлении кооперационными цепочками. Их минимизация требует устойчивого образовательного контура, целевой подготовки и практико-ориентированных программ совместно с вузами и научными организациями региона в рамках кластера. Существенную группу составляют природно-климатические и производственно-технологические риски, характерные для зоны неустойчивого земледелия и проявляющиеся в волатильности урожайности. По этой причине оценка результативности должна базироваться на комплексном подходе и динамике показателей с учетом сценарных условий и сопоставлении фактических результатов с заданными коридорами отклонений, что позволит своевременно корректировать набор мер поддержки и технологические решения.

Предложенная авторами организационно-экономическая модель растениеводческого кластера, а также разработанные рекомендации по ее интеграции в АПК Пермского края получили поддержку со стороны экспертного сообщества, органов государственной власти и представителей бизнес-структур в ходе подготовки Стратегии

развития АПК Пермского края на период до 2035 года. Результаты этой работы были отражены в стратегическом документе и стали методологической основой для совершенствования механизмов кластеризации сельскохозяйственного производства, что позволило закрепить растениеводческий кластер как один из приоритетных инструментов долгосрочного развития регионального АПК.

Выходы/Conclusions

Исследование содержательных особенностей агрокластера в сфере растениеводства позволило обосновать его как комплексную форму организации производственных и институциональных связей, способствующую повышению эффективности отрасли и решению социально-экономических задач территорий. Проведенный анализ зарубежного и отечественного опыта продемонстрировал, что успешность кластерных инициатив определяется не только концентрацией производства, но и степенью интеграции участников, активным участием государства и научных институтов, а также применением инновационных технологий.

Российская практика подтверждает, что формирование растениеводческих кластеров сталкивается с институциональными барьерами, но при этом имеет значительный потенциал для роста конкурентоспособности аграрного сектора. Разработанная организационно-экономическая модель растениеводческого кластера, апробированная на примере Пермского края, отражает системный подход к объединению производителей, переработчиков, инфраструктурных и научных организаций, создавая условия для рационального использования земельных ресурсов, развития переработки и повышения экспортного потенциала. Ее практическая значимость заключается в возможности тиражирования на другие регионы России, где требуется переход к инновационной, ресурсосберегающей и устойчивой модели развития растениеводства. В целом кластерный подход способен стать эффективным инструментом модернизации отечественного АПК, обеспечивая как продовольственную безопасность, так и устойчивое социально-экономическое развитие сельских территорий.

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 plagiarism.
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

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных по государственному заданию Финансового университета при Правительстве Российской Федерации.

FUNDING

The article was prepared based on the results of research carried out at the expense under the state assignment of the Financial University under the Government of the Russian Federation.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Прудиус Е.В. Продовольственная безопасность — фундамент экономической безопасности страны. *Проблемы рыночной экономики*. 2023; (2): 112–124.
<https://doi.org/10.33051/2500-2325-2023-2-112-124>
- Алтухов А.И. Пространственное развитие сельского хозяйства и сельских территорий страны — основа обеспечения национальной продовольственной безопасности. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; (3): 86–93.
<https://elibrary.ru/ijddmn>
- Кусакина О.Н., Скиперская Е.В., Токарева Г.В. Формирование регионального кластера по глубокой переработке растениеводческой продукции. *Вестник Института дружбы народов Кавказа «Теория экономики и управления народным хозяйством»*. *Экономические науки*. 2017; (4): 95–101.
<https://elibrary.ru/zxoiz>
- Солошенко Р.В., Ноздрачева Е.Н., Долгополов А.В. Роль сельского хозяйства и сельских территорий в обеспечении национальной продовольственной безопасности. *Экономические науки*. 2021; 197: 192–197.
<https://doi.org/10.14451/1.197.192>
- Чебочаков Е.Я., Шпедт А.А., Мартынова М.А., Иванов О.А., Капсаргин А.И., Муртаев В.Н. Деградация почв степных агроландшафтов Средней Сибири. *Аграрная наука*. 2025; (7): 114–121.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-114-121>
- 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>
- Строев П.В., Пивоварова О.В., Кузнецов Ю.Г. Кластерный подход к развитию агропромышленного комплекса: особенности реализации и преимущества использования. *Экономика сельского хозяйства России*. 2024; (12): 2–12.
<https://doi.org/10.32651/24112-2>
- Новикова Ю.О. Агропромышленные кластеры как форма инновационного развития отрасли. *Вопросы управления*. 2019; (6): 137–146.
<https://elibrary.ru/quqoco>
- Миндлин Ю.Б. Особенности реализации кластерного механизма в агропромышленном комплексе России. *Вестник евразийской науки*. 2023; 15(4).
<https://elibrary.ru/ahjigx>
- Иванов Г.И. Экономическая сущность и понятийный аппарат эффективности агропромышленного комплекса. *Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Экономика и управление*. 2018; 4(2): 34–42.
<https://elibrary.ru/ymrczn>
- Endalew B., Elias A., Yasunobu K. Impact of cluster farming on smallholder farmers teff commercialization in Ethiopia. *CABI Agriculture and Bioscience*. 2024; 5: 18.
<https://doi.org/10.1186/s43170-024-00220-7>
- Xu W., Zhou S., Lei H. Agro-industrial clusters, spatial effects and agricultural total factor productivity — an empirical analysis based on county-level panel data from China. *International Review of Economics & Finance*. 2025; 102: 104395.
<https://doi.org/10.1016/j.iref.2025.104395>
- Гусов А.З., Гули Й.Э. Мировой опыт развития агропромышленных комплексов на основе кластерного подхода. *Ученые записки Российской академии предпринимательства*. 2017; 16(4): 149–160.
<https://elibrary.ru/yofxbk>
- Гусаков Е. Научная концепция эффективности кластерообразования агропромышленного комплекса. *Аграрная экономика*. 2019; (12): 18–24.
<https://elibrary.ru/gyyaeq>
- Завьялов Д.В. Агропромышленные кластеры: проблемы и ограничения развития. *Российское предпринимательство*. 2017; 18(17): 2541–2552.
<https://doi.org/10.18334/rp.18.17.38285>
- Федотенкова О.А., Проняева Л.И. Системные проблемы и особенности функционирования производственных кластеров в АПК. *Вестник ОрелГАУ*. 2016; (4): 11–21.
<https://elibrary.ru/yssrkr>
- Тохчуков Р.Р. Оценка перспективности и возможности формирования предпринимательского агрокластера в Северо-Кавказском федеральном округе. *Terra Economicus*. 2011; 9(3-3): 130–133.
<https://elibrary.ru/ojtvp>
- Чемоданова Е.В. Кластерный подход в инновационном развитии АПК региона. *Современные проблемы науки и образования*. 2014; (3).
<https://elibrary.ru/syzohb>

REFERENCES

- Prudius E.V. Food security is the basis of the country's economic security. *Market economy problems*. 2023; (2): 112–124 (in Russian).
<https://doi.org/10.33051/2500-2325-2023-2-112-124>
- Altuhov A.I. Spatial development of agriculture and rural territories of the country — the basis of ensuring national food security. *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2021; (3): 86–93 (in Russian).
<https://elibrary.ru/ijddmn>
- Kusakina O.N., Skiperskaya E.V., Tokareva G.V. Formation of a regional cluster for deep processing of crop production. *Bulletin People's Friendship institute of the Caucasus "The economy and national economy management". Economic sciences*. 2017; (4): 95–101 (in Russian).
<https://elibrary.ru/zxoiz>
- Soloshenko R.V., Nodzracheva E.N., Dolgopolov A.V. The role of agriculture and rural areas in ensuring national food security. *Economic sciences*. 2021; 197: 192–197 (in Russian).
<https://doi.org/10.14451/1.197.192>
- Chebochakov E.Ya., Shpedt A.A., Martynova M.A., Ivanov O.A., Kapsargin A.I., Murtaev V.N. Degradation of soils in the steppe agrolandscapes of Middle Siberia. *Agrarian science*. 2025; (7): 114–121 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-114-121>
- 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>
- Stroev P.V., Pivovarova O.V., Kuznetsov Iu.G. Cluster approach to development of the agro-industrial complex: features of implementation and advantages of use. *Economics of Agriculture of Russia*. 2024; (12): 2–12 (in Russian).
<https://doi.org/10.32651/24112-2>
- Novikova Yu.O. Agro-industrial clusters as a form of innovative development of the industry. *Management issues*. 2019; (6): 137–146 (in Russian).
<https://elibrary.ru/quqoco>
- Mindlin Yu.B. Features of the implementation of the cluster mechanism in the agro-industrial complex of Russia. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(4) (in Russian).
<https://elibrary.ru/ahjigx>
- Ivanov G.I. Economic essence and conceptual framework of efficiency of agro-industrial complex. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Ekonomika i upravlenie*. 2018; 4(2): 34–42 (in Russian).
<https://elibrary.ru/ymrczn>
- Endalew B., Elias A., Yasunobu K. Impact of cluster farming on smallholder farmers teff commercialization in Ethiopia. *CABI Agriculture and Bioscience*. 2024; 5: 18.
<https://doi.org/10.1186/s43170-024-00220-7>
- Xu W., Zhou S., Lei H. Agro-industrial clusters, spatial effects and agricultural total factor productivity — an empirical analysis based on county-level panel data from China. *International Review of Economics & Finance*. 2025; 102: 104395.
<https://doi.org/10.1016/j.iref.2025.104395>
- Gusov A.Z., Gouly Y.E. World experience of development of agro-industrial complexes based on the clusters approach. *Scientific Notes of the Russian Academy of Entrepreneurship*. 2017; 16(4): 149–160 (in Russian).
<https://elibrary.ru/yofxbk>
- Gusakov E. The scientific concept of the effectiveness of cluster formation in the agro-industrial complex. *Agrarian Economics*. 2019; (12): 18–24 (in Russian).
<https://elibrary.ru/gyyaeq>
- Zavyalov D.V. Agro-industrial clusters: problems and constraints to development. *Russian Journal of Entrepreneurship*. 2017; 18(17): 2541–2552 (in Russian).
<https://doi.org/10.18334/rp.18.17.38285>
- Fedotenkova O.A., Pronyaeva L.I. System problems and performance features of production clusters in agribusiness industry. *Vestnik OrelGAU*. 2016; (4): 11–21 (in Russian).
<https://elibrary.ru/yssrkr>
- Tochukov R.R. Evaluation of the viability and possibility of forming a business agroklastera in the North Caucasus Federal District. *Terra Economicus*. 2011; 9(3-3): 130–133 (in Russian).
<https://elibrary.ru/ojtvp>
- Chemodanova E.V. The cluster approach in the innovative development of agroindustrial complex of the region. *Modern problems of science and education*. 2014; (3) (in Russian).
<https://elibrary.ru/syzohb>

19. Кундиус В.А. Кластерный подход в реализации стратегии инновационного развития АПК региона. *Экономика региона*. 2011; (4): 117–133.
<https://elibrary.ru/omuugr>
20. Кадомцева М.Е., Нейфельд В.В. Развитие методологии оценки воздействия погодных рисков на динамику производственных и экономических показателей растениеводства регионов. *Аграрный научный журнал*. 2023; (1): 17–27.
<https://doi.org/10.28983/asj.y2023i1pp17-27>
21. Семенова Н.Н., Аверин А.Ю. Проблемы и направления совершенствования страхования урожая сельскохозяйственных культур и посадок многолетних насаждений от рисков наступления чрезвычайных ситуаций природного характера. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021; 22(5): 777–786.
<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.777-786>
22. Слуптухов Ю.А. Сельскохозяйственное страхование в России и за рубежом: сравнительная характеристика. *Финансовый журнал*. 2018; (1): 87–99.
<https://elibrary.ru/ypzdt>
23. Tkacheva A., Saginova S., Karimbergenova M., Taipov T., Saparova G. Problems and Prospects for the Development of Cluster Structuring in the Economy of Kazakhstan's Agricultural Sector: Theory and Practice. *Economies*. 2024; 12(7): 185.
<https://doi.org/10.3390/economics12070185>
24. Малышева Н.В. Факторы, влияющие на развитие сельского хозяйства с учетом особенностей деятельности сельхозтоваропроизводителей. *Современные проблемы науки и образования*. 2013; (5).
<https://elibrary.ru/rjrvn>
25. Иванова Е.В. Оценка факторов и условий формирования и развития агропродовольственных кластеров. *Экономика сельского хозяйства России*. 2018; (8): 72–78.
<https://doi.org/10.32651/2070-0288-2018-8-72-78>
26. Пантелеева М.А. Оценка эффективности зернового кластера в Краснодарском крае. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2023; (10).
<https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.136.50>
27. Долинская И.М., Тимофеева А.С., Токарева А.А. Агропромышленные кластеры как инструмент градостроительно-пространственной организации сельскохозяйственных территорий. *Universum: технические науки*. 2021; (8–1): 58–61.
<https://doi.org/10.32743/UniTech.2021.89.8.12192>
28. Crombach C., Koene J., Heijman W. From 'Wageningen City of Life Sciences' to 'Food Valley'. Huisink W., Dons H. (eds.). *Pathways to High-Tech Valleys and Research Triangles. Innovative Entrepreneurship, Knowledge Transfer and Cluster Formation in Europe and the United States. Conference proceedings*. Dordrecht: Springer, 2008; 293–309.
https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8768-4_14
29. Omta S.W.F., Fortuin F.T.J.M. Effectiveness of cluster organizations in facilitating open innovation in regional innovation systems: the case of Food Valley in the Netherlands. Martinez M.G. (ed.). *Open Innovation in the Food and Beverage Industry*. Woodhead Publishing. 2013; 174–188.
<https://doi.org/10.1533/9780857097248.2.174>
30. Guéneau S., Carneiro M., Toni F. The future of the Brazilian model of 'sustainable agricultural growth'. Pachauri R.K., Paugam A., Ribera T., Tubiana L. (eds.). *A Planet for Life — Building the future we want*. Delhi: *TERI*. 2015; 119–132.
31. Волкова Е.А., Смолянинова Н.О., Синеговский М.О. Динамика государственной поддержки развития отрасли растениеводства Амурской области в условиях реализации кластерной стратегии. *Агронака*. 2024; 2(1): 90–97.
<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-1-90-97>
32. Воронин Б.А. и др. Кластеры в системе АПК: экономико-правовые аспекты. Екатеринбург: Издательство Уральского ГАУ. 2020; 166.
ISBN 978-5-87203-462-9
33. Миндлин Ю.Б., Новиков М.В. Государственная поддержка агропромышленных кластеров в России: виды и проблемы реализации. *Крестьяноведение*. 2023; 8(2): 104–115.
<https://doi.org/10.22394/2500-1809-2023-8-2-104-115>
34. Бабкин А.В., Новиков А.О. Кластер как субъект экономики: сущность, современное состояние, развитие. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. *Экономические науки*. 2016; (1): 9–29.
<https://elibrary.ru/vonpid>
35. Шалаева Л.В. Мировой и российский рынок зерна: оценка тенденций и перспектив. *Продовольственная политика и безопасность*. 2023; 10(2): 287–302.
<https://doi.org/10.18334/ppib.10.2.117014>
36. Белоусова А.П., Брыжко И.В. Анализ зарастания сельскохозяйственных угодий на территории Пермского края по спутниковым снимкам Landsat. *ИнтерКарто. ИнтерГИС*. 2021; 27(4): 150–161.
<https://doi.org/10.35595/2414-9179-2021-4-27-150-161>
19. Kundius V.A. Cluster approach to realization of innovation development strategy for the agroindustrial complex of the region. *Economy of Region*. 2011; (4): 117–133 (in Russian).
<https://elibrary.ru/omuugr>
20. Kadomtseva M.E., Neufeld V.V. Development of a methodology for assessing the impact of weather risks on the dynamics of production and economic indicators of crop production in the regions. *Agrarian Scientific Journal*. 2023; (1): 17–27 (in Russian).
<https://doi.org/10.28983/asj.y2023i1pp17-27>
21. Semenova N.N., Averin A.Yu. Problems and directions of improving the insurance of agricultural crops and plantings of perennial plantations against the risks of natural emergencies. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2021; 22(5): 777–786 (in Russian).
<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.777-786>
22. Slepukhov Yu.A. Agricultural insurance in Russia and abroad: comparative characteristics. *Financial Journal*. 2018; (1): 87–99 (in Russian).
<https://elibrary.ru/ypzdt>
23. Tkacheva A., Saginova S., Karimbergenova M., Taipov T., Saparova G. Problems and Prospects for the Development of Cluster Structuring in the Economy of Kazakhstan's Agricultural Sector: Theory and Practice. *Economies*. 2024; 12(7): 185.
<https://doi.org/10.3390/economics12070185>
24. Malysheva N.V. Factors affecting the development of agriculture in view of features of agricultural producers. *Modern problems of science and education*. 2013; (5) (in Russian).
<https://elibrary.ru/rjrvn>
25. Ivanova E.V. Evaluation of factors and conditions of formation and development of agro food clusters. *Economics of Agriculture of Russia*. 2018; (8): 72–78 (in Russian).
<https://doi.org/10.32651/2070-0288-2018-8-72-78>
26. Pantaleeva M.A. An evaluation of the efficiency of the grain cluster in Krasnodar Krai. *International Research Journal*. 2023; (10) (in Russian).
<https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.136.50>
27. Dolinskaya I.M., Timofeeva A.S., Tokareva A.A. Agroindustrial clusters as an agricultural territories urban-space organization tool. *Universum: технические науки*. 2021; (8–1): 58–61 (in Russian).
<https://doi.org/10.32743/UniTech.2021.89.8.12192>
28. Crombach C., Koene J., Heijman W. From 'Wageningen City of Life Sciences' to 'Food Valley'. Huisink W., Dons H. (eds.). *Pathways to High-Tech Valleys and Research Triangles. Innovative Entrepreneurship, Knowledge Transfer and Cluster Formation in Europe and the United States. Conference proceedings*. Dordrecht: Springer, 2008; 293–309.
https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8768-4_14
29. Omta S.W.F., Fortuin F.T.J.M. Effectiveness of cluster organizations in facilitating open innovation in regional innovation systems: the case of Food Valley in the Netherlands. Martinez M.G. (ed.). *Open Innovation in the Food and Beverage Industry*. Woodhead Publishing. 2013; 174–188.
<https://doi.org/10.1533/9780857097248.2.174>
30. Guéneau S., Carneiro M., Toni F. The future of the Brazilian model of 'sustainable agricultural growth'. Pachauri R.K., Paugam A., Ribera T., Tubiana L. (eds.). *A Planet for Life — Building the future we want*. Delhi: *TERI*. 2015; 119–132.
31. Volkova E.A., Smolyaninova N.O., Sinegovsky M.O. Dynamics of state support for the development of the crop industry in the Amur region in the context of the implementation of the cluster strategy. *Agroscience*. 2024; 2(1): 90–97 (in Russian).
<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-1-90-97>
32. Voronin B.A. et al. Clusters in the agro-industrial complex system: economic and legal aspects. Yekaterinburg: *Ural State Agrarian University*. 2020; 166 (in Russian).
ISBN 978-5-87203-462-9
33. Mindlin Yu.B., Novikov M.V. State support of agro-industrial clusters in Russia: types and challenges. *Russian Peasant Studies*. 2023; 8(2): 104–115 (in Russian).
<https://doi.org/10.22394/2500-1809-2023-8-2-104-115>
34. Babkin A.V., Novikov A.O. Cluster as a subject of economy: essence, current state, development. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*. 2016; (1): 9–29 (in Russian).
<https://elibrary.ru/vonpid>
35. Shalaeva L.V. Global and Russian grain market: trends and prospects assessment. *Food Policy and Security*. 2023; 10(2): 287–302 (in Russian).
<https://doi.org/10.18334/ppib.10.2.117014>
36. Belousova A.P., Bryzhko I.V. Analysis of overgrowing of agricultural lands on the Perm region based on Landsat satellite images. *InterCarto. InterGIS*. 2021; 27(4): 150–161 (in Russian).
<https://doi.org/10.35595/2414-9179-2021-4-27-150-161>

ОБ АВТОРАХ**Павел Викторович Строев**

кандидат экономических наук, доцент, директор Института региональной экономики и межбюджетных отношений
pstroeve@fa.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4770-9140>

Ольга Владимировна Пивоварова

кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник Института региональной экономики и межбюджетных отношений
ovpivovarova@fa.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1755-5972>

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
Ленинградский пр-т, 55, Москва, 125167, Россия

ABOUT THE AUTHORS**Pavel Viktorovich Stroev**

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Director of Institute of Regional Economy and Interbudgetary Relations
pstroeve@fa.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4770-9140>

Olga Vladimirova Pivovarova

Candidate of Economic Sciences, Leading Researcher of Institute of Regional Economy and Interbudgetary Relations
ovpivovarova@fa.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1755-5972>

Financial University under the Government of the Russian Federation
55 Leningradsky Prospekt, Moscow, 125167, 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

А.А. Хачатрян ✉

С.В. Макар

Финансовый университет при
Правительстве Российской
Федерации, Москва, Россия

✉ aahachatryan@fa.ru

Поступила в редакцию: 16.09.2025

Одобрена после рецензирования: 13.12.2025

Принята к публикации: 28.12.2025

© Хачатрян А.А., Макар С.В.

Белое вино в России: регионы, сорта и стратегические векторы роста

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В статье представлен структурный анализ рынка белого вина в России в период 2020–2024 годов. Рассматриваются ключевые регионы виноградарства, классификация белых сортов винограда, типология вин по телосложению и уровню сладости, а также особенности каналов дистрибуции. По результатам исследования определены ключевые факторы, определяющие траекторию роста и конкурентоспособность отечественного сегмента белого вина, что позволяет рассматривать данную отрасль как стратегически значимую для агропромышленного комплекса России.

Цель статьи — проведение первого комплексного структурного анализа российского рынка белых вин.

Научная новизна исследования заключается в системной классификации и интерпретации структуры российского рынка белого вина с учетом внутренней региональной специфики, потребительских трендов и факторов государственной политики.

Методы. В рамках настоящего исследования применены как количественные, так и качественные методы анализа, обеспечивающие комплексный подход к оценке структуры и динамики развития рынка белого вина в России. В исследовании использовали методы статистического анализа, контент-анализа и сравнительного подхода.

Результаты. Были выделены ключевые факторы, оказывающие влияние на развитие российского рынка белого вина: меры государственной поддержки, трансформация потребительских предпочтений в сторону легких и органических вин, конкуренция с импортной продукцией, а также развитие эногастрономического туризма как инструмента регионального продвижения. Российский рынок демонстрирует как соответствие глобальным трендам, так и уникальные особенности: усиление роли автохтонных сортов винограда, укрепление позиций локальных брендов и рост доли отечественного вина в структуре потребления.

Ключевые слова: белое вино, агропромышленный комплекс, рынок вина, структурный анализ, сельское хозяйство, потребительское поведение, регионы-производители, российское вино, импорт, потребление

Для цитирования: Хачатрян А.А., Макар С.В. Белое вино в России: регионы, сорта и стратегические векторы роста. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 144–153.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-144-153>

Astghik A. Khachatryan ✉

Svetlana V. Makar

Financial University under the
Government of Russian Federation,
Moscow, Russia

✉ aahachatryan@fa.ru

Received by the editorial office: 16.09.2025

Accepted in revised: 13.12.2025

Accepted for publication: 28.12.2025

© Khachatryan A.A., Makar S.V.

White wine in Russia: regions, varieties, and strategic growth vectors

ABSTRACT

Relevance. The article presents a structural analysis of the white wine market in Russia in the period 2020–2024. The key regions of viticulture, the classification of white grape varieties, the typology of wines by physique and the level of sweetness, as well as the features of distribution channels are considered. Based on the results of the study, the key factors determining the growth trajectory and competitiveness of the domestic segment of white wine have been identified, which makes it possible to consider this industry as strategically important for the Russian agro-industrial complex.

The purpose of the article is to conduct the first comprehensive structural analysis of the Russian white wine market.

The scientific novelty of the research lies in the systematic classification and interpretation of the structure of the Russian white wine market, taking into account internal regional specifics, consumer trends and government policy factors.

Methods. Within the framework of this study, both quantitative and qualitative analysis methods have been applied, providing an integrated approach to assessing the structure and dynamics of the development of the white wine market in Russia. The study used methods of statistical analysis, content analysis and a comparative approach.

Results. The key factors influencing the development of the Russian white wine market were highlighted: government support measures, the transformation of consumer preferences towards light and organic wines, competition with imported products, as well as the development of enogastronomical tourism as a tool for regional promotion. The Russian market demonstrates both compliance with global trends and unique features: strengthening the role of autochthonous grape varieties, strengthening the position of local brands and increasing the share of domestic wine in the consumption structure.

Keywords: white wine, agro-industrial complex, wine market, structural analysis, agriculture, consumer behavior, producing regions, Russian wine, import, consumption

For citation: Khachatryan A.A., Makar S.V. White wine in Russia: regions, varieties, and strategic growth vectors. *Agrarian science*. 2026; 402(01): 144–153 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-144-153>

Введение/Introduction

Развитие винодельческой отрасли в России приобретает стратегическое значение в условиях санкционного давления и стремление к продовольственной независимости. Настоящее исследование опирается на стратегические ориентиры, обозначенные в национальных целях Российской Федерации¹, включая развитие несырьевого аграрного экспорта, устойчивое развитие сельских территорий и формирование культуры здорового и осознанного потребления [1].

Актуальность темы обусловлена необходимостью глубокого понимания структурных изменений, происходящих на рынке винодельческой продукции, включая динамику производства, импортные потоки, особенности потребления и региональные различия [2, 3]. Развитие рынка вина в России становится предметом всё более пристального внимания со стороны исследователей в связи с изменениями в потребительском поведении, мерами государственной поддержки и усилением роли региональной идентичности [4, 6].

Особое внимание уделяется сегменту белых вин, демонстрирующему устойчивый рост в последние годы на фоне спроса на легкие, сухие, гастрономически универсальные напитки [7]. Спрос на белые вина во многом обусловлен сдвигом потребительских установок в сторону экологичности, прозрачности происхождения и умеренности [8], а также проникновением трендов здорового образа жизни и дифференциацией потребления по поколенческому признаку.

Существенное влияние на трансформационную структуру рынка влияет поколение Z, вступающее в эпоху активного потребления. Потребители, представители поколения Z, для которых характерны ценности осознанного потребления, экологичности и цифровой вовлеченности, чаще отдают предпочтение более «легким» винам. Белое вино более органично вписывается в ориентированную на повседневный образ жизни модель потребления, характерную для данной когортной группы. Дополнительным фактором является высокая чувствительность поколения к маркетинговым сигналам в цифровой среде, где белое вино представлено как элемент культуры образа жизни и соответствует ценностным ориентирам поколения Z: умеренности, натуральности и визуальной эстетике [9]. Этот переход к модели потребления открывает новые рыночные возможности для отечественных виноделов, ориентированных на качество, натуральность и террориальную идентичность продукции.

Согласно ряду исследований, рост интереса к белому вину отражает глобальные изменения образа жизни: повышение интереса к гастрономии,

балансированному питанию, устойчивому потреблению [10]. В российском контексте это проявляется в активизации локальных брендов и росте производства в южных регионах страны: Краснодарском крае, Крыму, Севастополе [11, 12]. Наряду с этим на фоне внешнеэкономических ограничений и сокращения импорта усиливается роль институциональной поддержки и развития механизмов ЗГУ и ЗНМП² как основы позиционирования на внутреннем и внешнем рынках [13, 14]. В исследованиях подчеркивается значимость брендинга и маркетинга: подходы к позиционированию отечественной винной продукции в конкурентной среде опираются прежде всего на географическое происхождение сырья, уникальность сортов и выразительную визуальную идентичность бренда [15].

Таким образом, накопленный научный и отраслевой опыт позволяет перейти к эмпирическому анализу современного состояния рынка белого вина в России, включая ключевые показатели, структуру производства, потребления и дистрибуции, а также факторы роста и барьеры развития.

Цель настоящего исследования — предоставление структурного анализа российского рынка белого вина, а также выявление ключевых факторов, определяющих его развитие.

Научная новизна исследования заключается в развитии экономического подхода к анализу винодельческой отрасли за счет выделения рынка белого вина в качестве самостоятельного объекта исследования. Впервые выполнены системная структурная классификация и интерпретация российского рынка белого вина с учетом региональной специализации производства, сортового состава винограда, типологии продукции, каналов дистрибуции и трансформации потребительских предпочтений.

Впервые в рамках экономического анализа винодельческой отрасли обоснована роль поколенческого фактора (поколение Z) как структурного элемента формирования спроса на белые вина, а также определены стратегические векторы роста данного сегмента в контексте мер государственной аграрной политики и регионального развития.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

В исследовании использован комбинированный подход, включающий качественные и количественные методы анализа данных, направленные на структурное описание и интерпретацию современного состояния рынка белого вина в России.

На первом этапе был проведен контент-анализ отраслевых и научных источников, отобранных по критерию релевантности тематике исследования.

¹ Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».

<http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (дата обращения: 24.07.25).

² Федеральный закон от 27.12.2019 № 468-ФЗ «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации».

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_341772/?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 08.09.2025).

В выборку вошли документы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, включая итоговый доклад о результатах реализации проекта «Стимулирование развития виноградарства и виноделия»³, нормативно-правовые акты, такие как Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 20.02.2025 № 94⁴, а также статистические сборники Росстата «Социально-экономическое положение России» за 2020–2024 годы⁵.

В качестве научно-аналитической базы использованы отчеты Союза виноградарей и виноделов России⁶, публикации из баз данных РИНЦ, eLibrary и Scopus за 2019–2024 гг. Критериями включения служили наличие фокусировки на белом вине, упоминание региональной структуры производства, потребительского поведения или факторов отраслевого роста. Источники были классифицированы по содержательной направленности (производство, потребление, дистрибуция, сегментация, международные сопоставления) и типу (официальные, аналитические, научные).

Для анализа количественных данных использовали описательную статистику и графическую визуализацию, а также элементы факторного анализа. Применяли методы структурно-функционального анализа для построения классификаций (по типу продукта, степени насыщенности, уровню сладости, каналам сбыта и региональной специализации) и формально-логического метода для выведения обобщающих закономерностей.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Белое вино — тип вина, получаемый путем ферментации винограда после удаления кожицы. Оно имеет насыщенный соломенно-желтый или золотисто-желтый цвет и является самым популярным алкогольным напитком среди потребителей во время праздников, романтических свиданий и ужинов, что и стимулирует рост рынка.

Основные объемы выращивания винограда в России сосредоточены преимущественно в южных регионах, где почвенно-климатические условия наиболее благоприятны для культивирования как автохтонных, так и международных сортов. Современная пространственная структура российского виноградарства, концентрированная в южных территориях, формирует прочную основу для поступательного развития отрасли.

Ключевыми конкурентными преимуществами регионального виноградарства являются разнообразие сортового состава (включая адаптированные международные и уникальные местные сорта), расширение системы географической идентификации винодельческой продукции (ЗГУ и ЗНМП), а также возрастающее международное признание российской продукции. Эти факторы в совокупности создают условия для расширения присутствия отечественных вин как на внутреннем, так и на внешнем рынке.

В таблице 1 представлены ключевые регионы России, специализирующиеся на производстве

Таблица 1. Регионы, производящие виноград для белого вина в России

Table 1. Regions producing grapes for white wine in Russia

Регион	Роль в производстве	Ключевые белые сорта	Особенности
Краснодарский край	Лидер по площади виноградников и валовому сбору	Шардоне, Рислинг, Алиготе, Совиньон Блан, Солярис Таманский	Высокий уровень инфраструктуры, экспортный потенциал
Республика Крым и г. Севастополь	Исторически значимый винодельческий регион	Ркацители, Шардоне, Алиготе, Мускат	Производство ароматных вин с выраженным минеральным профилем
Республика Дагестан	Один из крупнейших производителей винограда	Ркацители	Производство белых вин в традиционном восточном стиле
Ростовская область	Развитие в зоне «Долина Дон»	Алиготе, гибридные формы	Известна своими автохтонными сортами винограда. Производство вин с повышенной кислотностью и свежестью
Ставропольский край	Умеренно развитое виноградарство	Алиготе, Левокумский устойчивый	Акцент на устойчивые и гибридные сорта
Волгоградская область	Потенциально перспективный регион	Мариновский, Сухолиманский белый	Выращивание адаптированных сортов
Сибирь и др.	Экспериментальные площадки	Сибирьковый, Северный, Золотце	Выращивание в резко континентальном климате

Источник: Составлено авторами на основании данных Федеральной службы государственной статистики (Росстат)⁷, отраслевых докладов Ассоциации «Винодельческий союз»⁸, а также аналитических материалов порталов WineRetail.info⁹ и «Винный гид России»¹⁰

³ МСХ РФ. Итоговый доклад о результатах реализации проекта «Стимулирование развития виноградарства и виноделия» https://mcx.gov.ru/upload/iblock/60e/f3efndq2h1aju6jsas5j1kjavrgsj52s.pdf?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 08.09.2025).

⁴ Приказ Минсельхоза РФ от 20 февраля 2025 года № 94 «Об утверждении формы документа...». https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_502068 (дата обращения: 08.09.2025).

⁵ Росстат. Социально-экономическое положение России. Статистический сборник. Раздел «Сельское хозяйство». М.: Росстат. 2024. <http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/osn-12-2024.pdf> (дата обращения: 08.09.2025).

⁶ Союз виноградарей и виноделов России. Отчет ассоциации на 01.07.2023. URL: <https://rvwa.ru/> (дата обращения: 08.09.2025).

⁷ Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Производство, розничная продажа и потребление алкогольной продукции в Российской Федерации. <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 19.09.2025).

⁸ Ассоциация «Винодельческий союз». Отрасль в цифрах: производство вина и розничные продажи в 2018–2025 гг. <https://vin-souz.ru/> (дата обращения: 19.09.2025).

⁹ WineRetail. WR: «Белый тренд» — белое вино в России.

<https://wineretail.info/vinotorgovlya/wr-belyij-trend-2023-07-01.html> (дата обращения: 19.09.2025).

¹⁰ Роскачество — проект «Винный гид России». <https://rskrf.ru/vgr/> (дата обращения: 19.09.2025).

Таблица 2. Классификация белых сортов винограда, используемых в России

Table 2. Classification of white grape varieties used in Russia

Категория	Сорт	Характеристика
Основной белый	Ркацители	Лидер по площади посадок в РФ, высокоурожайный, используется в столовых и сухих винах
Международные белые	Шардоне, Рислинг, Мускат белый, Совиньон Блан	Популярные в мире сорта, успешно адаптированы в Краснодарском крае, Крыму, Ростовской области
Местные автохтонные	Сибирьковый, Платовский, Мариновский, Левокумский устойчивый, Цимлянский белый (редко)	Выведены или распространены в России, отличаются морозостойкостью и адаптацией к региональному климату
Специализированные	Алиготе, Пино Блан, Бианка, Виура, Вионье	Используются в узкоспециализированных хозяйствах, чаще — в купажах и авторских винах
Столовые (смешанные)	Августин, Ливия (розовый)	Не всегда винные сорта, но могут применяться в производстве вин местного значения

Источник: Составлено авторами на основании данных Федеральной службы государственной статистики¹¹, отраслевых докладов Союза виноградарей и виноделов России¹², а также аналитических материалов портала «Винный гид России»¹³

белого винограда, с указанием основных сортов и их характеристик. Каждый регион обладает специфическими почвенно-климатические условиями, что определяет как ассортимент выращиваемых сортов, так и потенциальное качество винодельческой продукции.

В таблице 2 представлена классификация белых сортов винограда, культивируемых в России, с учетом их происхождения и назначения. Выделены пять ключевых категорий: основной массово используемый сорт, международные сорта, широко распространенные в винодельческих регионах мира и адаптированные в России, местные автохтонные и селекционные сорта, обладающие высокой устойчивостью к климатическим условиям, специализированные сорта с ограниченным распространением, применяемые преимущественно в авторских и премиальных винах, а также универсальные или столовые сорта, иногда используемые в технологических целях. Такая систематизация позволяет отразить разнообразие сортового состава и специфику их применения в различных сегментах российского виноделия.

Классификация вин

Одним из параметров, позволяющих классифицировать белые вина, является условно выделяемый тип телосложения — совокупная органолептическая характеристика, отражающая восприятие плотности, насыщенности и структуры вина во вкусе. Этот показатель определяется сочетанием уровня спирта, содержания экстрактивных веществ, кислотности, сортовых особенностей, а также особенностей технологии производства.

В рамках настоящего исследования в соответствии с международной дегустационной практикой условно выделяются три категории¹⁴:

- вина с легким телом (light-bodied);
- вина средней плотности (medium-bodied);
- полнотельные и насыщенные вина (full-bodied).

Легкие белые вина активно набирают популярность благодаря освежающему вкусу, низкому содержанию алкоголя и высокой кислотности. Эти характеристики делают их привлекательными для сторонников здорового образа жизни, а также для употребления в качестве легкого аппетива. Такие вина часто подаются с легкими закусками на неформальных мероприятиях и летних террасах.

Вина средней плотности занимают устойчивую позицию благодаря сбалансированности и универсальности. Они сочетают в себе богатый, но чистый вкус, что привлекает ценителей, ищащих сложность без излишней тяжести. Их способность гармонировать как с легкими, так и с насыщенными блюдами делает их постоянными элементами ресторанных меню и частыми гостями в домашних коллекциях.

Полнотельные и насыщенные белые вина отличаются плотной текстурой, глубиной и многогранным вкусом. Они ориентированы на любителей сложных и ярких вин, которые можно сочетать с интенсивными по вкусу блюдами. Этот сегмент демонстрирует рост в премиум-категории, отражая тренд на потребление вин для изысканных мероприятий и получения насыщенного гастрономического опыта.

Классификация белых вин по уровню сладости — один из ключевых параметров, определяющих стиль белого вина, его вкусовую структуру и рыночное позиционирование. В соответствии с международной (OIV)¹⁵ и российской классификацией¹⁶ белые вина делятся на следующие категории:

- сухое;
- полусладкое;
- сладкое.

¹¹ МСХ РФ. Виноградарство и виноделие [электронный ресурс]. 2021.

<https://msx.gov.ru/upload/iblock/adb/d7d7u52prs8awub5owd2vs1w93yrgzwixr.pdf> (дата обращения: 27.09.2025).

¹² Союз виноградарей и виноделов России. Концепция развития виноградарства и виноделия [электронный ресурс]. 2016.

<https://kbvv.ru/images/docs/konsepciya17062016.pdf> (дата обращения: 27.09.2025).

¹³ Роскачество. «Роскачество назвало любимые у россиян сорта вин». 5 апреля 2024 года.

<https://new-retail.ru/novosti/retail/roskachestvo-nazvalo-lyubimye-u-rossiyian-sorta-vin/> (дата обращения: 27.09.2025).

¹⁴ Термины «вино легкой структуры», «вино средней структуры» и «вино плотной структуры» соответствуют международной сенсорной классификации вин (OIV, International Code of Oenological Practices, 2018; WSET, Systematic Approach to Tasting Wine, 2020), но не являются частью официальной терминологии, установленной ГОСТ 32030-2021 Вина и виноматериалы. Термины и определения.

¹⁵ Международная организация виноградарства и виноделия (фр. Organisation Internationale de la vigne et du vin).

<https://www.oiv.int/ru> (дата обращения: 24.08.2025).

¹⁶ ГОСТ 32030-2021 Вина. Общие технические условия (с поправками ред. от 02.01.2024).

Таблица 3. Динамика производства, импорта и потребления белого вина в России в 2020–2024 гг.

Table 3. Dynamics of white wine production, import and consumption in Russia in 2020–2024

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Примечание
Производство, млн дал	~26–28	29	30,1	30,0	32,6	+8,6% г/г
Импорт, млн л	~125	124,4	~120	~112	102	-18% от 2021 г.
Потребление, млн л	~130	~132	~134	~137	140	+8–10% с 2020 г.
Доля отечественного вина, %	34 %	~37%	~40%	~42%	44%	Рост доверия

Источник: составлено авторами на основании данных Росстата¹⁷, Минсельхоза России¹⁸, отраслевых обзоров WineRetail¹⁹

Сухие белые вина доминируют в сегменте универсального предложения благодаря своим выдающимся гастрономическим свойствам. Данная категория вин особенно привлекательна для потребителей, ориентированных на свежий, чистый вкусовой профиль с минимальным уровнем остаточной сладости. Предпочтения этой группы покупателей отражают устойчивый интерес к натуральности, сбалансированной кислотности и легкости вкуса, что соответствует современным тенденциям осознанного и гастрономически ориентированного потребления. Это способствует формированию устойчивого спроса со стороны потребителей, ориентированных на здоровый образ жизни и ценящих сбалансированные вкусовые характеристики. Такие вина находят применение как в контексте формальных гастрономических мероприятий, так и в неформальной повседневной обстановке, что расширяет их рыночную привлекательность и усиливает позиции данной категории в структуре потребления.

Полусладкие белые вина занимают промежуточную позицию, сочетая доступность и сбалансированный вкус. Их умеренная сладость делает их идеальным выбором для начинающих потребителей и ситуаций повседневного потребления. Спрос на такие вина дополнительно стимулируется сезонным фактором и тенденцией к легким, освежающим напиткам.

Сладкие белые вина ориентированы на нишевый сегмент ценителей сложных и интенсивных вкусов. Их востребованность связана с особыми случаями, десертными парными и премиальным позиционированием. Такие вина часто выступают в роли самостоятельного десерта или дополнения к изысканным блюдам в ресторанах высшей категории, а также воспринимаются как статусный подарок.

Анализ текущего состояния рынка и каналов продаж

Анализ текущего состояния и структурных характеристик рынка белого вина позволяет определить потенциал данной отрасли как ключевого сегмента регионального агропромышленного

роста, инструмента культурной и гастрономической политики, а также перспективного направления экспортной модели российского агропромышленного комплекса (далее — АПК). Особый интерес представляет именно сегмент белых вин, который на фоне роста внутреннего спроса на отечественные вина демонстрирует устойчивую положительную динамику производства и потребления (табл. 3). Белое вино, ранее уступавшее по объемам потребления красным сортам, начинает занимать всё более заметное место в структуре винного рынка, что связано как с изменениями потребительских предпочтений, так и с мерами государственной поддержки отрасли.

Импорт белого вина в России сокращается преимущественно в премиум-сегменте, в то время как рост внутреннего производства сконцентрирован в основном на доступных и среднепрестижных линейках²⁰. Качественное импортозамещение в высоком сегменте обеспечивается лишь отдельными нишевыми винодельнями и пока остается ограниченным. Это указывает на количественное замещение без полноценного восстановления премиального ассортимента, что требует дальнейших усилий и поддержки отрасли.

Каналы продаж играют ключевую роль в формировании спроса и доступности продукции на рынке белого вина. В России структура дистрибуции представлена как традиционными, так и современными форматами сбыта, включая:

- сетевую розничную торговлю (федеральные и региональные ретейлеры);
- специализированные винные бутики;
- HORECA-сегмент (гостиницы, рестораны, кафе);
- электронную коммерцию;
- фирменные магазины производителей;
- ярмарки и дегустационные залы при винодельнях.

Супермаркеты, гипермаркеты и крупные розничные сети стали основными каналами сбыта, предлагающими широкий выбор белых вин, отвечающих разнообразным потребительским предпочтениям. Удобство покупок в одном месте, включая организованный отдел для вина,

¹⁷ Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Производство алкогольной продукции по видам, России [электронный ресурс]. <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 08.09.2025).

¹⁸ МХ Ф. Продолжается рост производства вина в России [электронный ресурс]. 2024. <https://mch.gov.ru/press-service/news/v-rossii-prodolzhaetsya-rost-proizvodstva-vina/> (дата обращения: 08.09.2025).

¹⁹ WineRetail, WR: «Белый тренд — белое вино в России». WineRetail.info. 2023 Jul 01. <https://wineretail.info/vinotorgovlya/wr-belyij-trend-2023-07-01.html> (дата обращения: 08.09.2025).

²⁰ WineRetail.info. Анализ импорта белого вина в Россию в 2020–2024 гг. <https://wineretail.info> (дата обращения: 08.09.2025).

Таблица 4. Ключевые игроки российского рынка белого вина

Table 4. Key players in the Russian white wine market

Производитель	Позиция на рынке	Ключевая характеристика и стратегия	Продукт
Кубань-Вино	Крупнейший производитель	Ориентация на внутренний спрос, масштабирование производства, господдержка	Широкий портфель массовых белых вин
Абрау-Дюрсо	Один из ведущих производителей игристых вин в России	Сильный бренд, развитие винного туризма и премиального маркетинга	Игристые и тихие вина премиум-сегмента
Ведерниковъ (Вилла Звезда)	Локальные производители (Краснодарский край)	Нишевые продукты, акцент на автохтонных сортах и региональной идентичности	Качественные вина из автохтонных сортов Тамани
Мысхако	Производитель в премиум-сегменте	Фокус на качестве, гастрономии и экспертом признании	6 из 10 лучших белых вин по версии «Винного гида России»
Массандра (Крым)	Исторический символ, культурная ценность	Крупный экспорт, производство вин с исторической репутацией	Классические крымские вина, основанные в 1894 г.
Усадьба Дивноморское (Шато Тамань)	Популярные бренды у потребителей	Сочетание современного качества и потребительского спроса	East Hill Blend 2023, Select Blanc 2023 (топ-5 по Vivino) ²²

Источник: составлено авторами на основе данных Росстата²³, официальных сайтов производителей, отчетов Ассоциации «Винодельческий союз»²⁴, рейтингов Vivino²⁵

повышает доверие потребителей и задает тенденцию потребления вина в розничных магазинах. Эти магазины предоставляют возможности для дегустации в магазинах и рекламных акций, которые вовлекают потребителей и стимулируют продажи.

Онлайн-торговля вином в России остается ограниченной из-за законодательных барьеров²¹ (запрет на дистанционную продажу алкоголя). Однако растет роль интернет-площадок как инструмента маркетинга и предзаказа с последующим самовывозом или покупкой в магазине.

В южных винодельческих регионах Российской Федерации (Республика Крым, Краснодарский край, Ростовская область) наблюдается активное развитие фирменных торговых точек при винодельнях, являющихся элементом эногастрономического туризма. Одновременно отмечается рост доли прямых продаж винодельческой продукции, прежде всего среди малых производителей, ориентированных на развитие собственных брендов и формирование устойчивой потребительской лояльности посредством дегустационных и туристических программ. В таблице 4 систематизированы ключевые производители российского рынка белого вина.

Российский рынок белого вина представлен широким спектром производителей — от крупных агропромышленных холдингов до локальных виноделен, ориентированных на качество и

региональную специфику. Лидирующие позиции занимают «Кубань-Вино» и «Абрау-Дюрсо»: первый отличается масштабом и стабильным ростом, второй — сильным брендом и лидирующими позициями в категории игристых вин. В премиальном и нишевом сегментах выделяются такие винодельни, как «Ведерниковъ», «Вилла Звезда», «Мысхако», делающие ставку на автохтонные сорта и виноделие с выраженной территориальной идентичностью.

Историческая «Массандра» занимает особое положение благодаря сочетанию культурной значимости и стабильного экспорта. В свою очередь, такие бренды, как «Шато Тамань» и «Усадьба Дивноморское», успешно конкурируют в среднем ценовом сегменте, активно формируя потребительский спрос и регулярно входя в рейтинги популярных винных платформ²⁶.

Анализ показывает, что российский рынок белого вина развивается в русле общемировых тенденций, но с существенными национальными особенностями.

Наблюдаемые тенденции российского рынка соответствуют глобальным: усиливается интерес к легким и сухим белым винам, растет внимание к происхождению и качеству продукции, формируется культура осознанного потребления. Эти изменения находят отражение в росте популярности винного туризма и локальных брендов [16, 17].

²¹ Федеральный закон от 22 ноября 1995 года № 171-ФЗ «О государственном регулировании производства и оборота алкогольной продукции», статья 16, часть 2, подпункт 14.

https://www.consultant.ru/law/podborki/zapret_distancionnoj_prodazhi_alkogolya/?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 18.08.2025).

²² Top 15 Russian White wines in Russia right now.

<https://www.vivino.com/en/toplists/top-25-russian-white-wines-in-russia-right-now-russia> (дата обращения: 15.09.2025).

²³ Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Статистический сборник «Основные показатели, характеризующие рынок алкогольной продукции в 2021–2023 годах».

https://fsrar.gov.ru/industry/1261678438828/statisticheskij_sbornik_osnovnye_pokazateli_harakterizujushchie_rynek_alkogolnoj_produkcii_v_2021_2023_godah (дата обращения: 15.09.2025).

²⁴ Ассоциация «Винодельческий союз». Отрасль в цифрах: аналитика и статистика.

<https://vin-souz.ru/%d0%be%d1%82%d1%80%d0%b0%d1%81%d0%bb%d1%8c-%d0%b2-%d1%86%d0%b8%d1%84%d1%80%d0%b0%d1%85/> (дата обращения: 15.09.2025).

²⁵ Top 15 Russian White wines in Russia right now. Vivino [Internet]. [cited 2025 Oct 27].

Available from: https://www.vivino.com/en/toplists/top-25-russian-white-wines-in-russia-right-now-russia?srltid=AfmBOorJfm23_SYniKfrSnAhMH9Qi2oeMF909Jftvsvl1uc7pVhQD0 (дата обращения: 15.09.2025).

²⁶ Например, Vivino — онлайн-магазин вин и винное приложение.

<https://www.vivino.com/en/> (дата обращения: 1.09.2025).

Таблица 5. Сравнение международных тенденций и российского рынка белого вина
Table 5. Comparison of international trends and the Russian white wine market

Критерий	Международные тенденции	Российский рынок
Основной тренд потребления	Рост потребления из-за легкости, универсальности и сезонного спроса	Устойчивый рост спроса на сухие и полусухие белые вина
Отношение к качеству	Популярность органического и биодинамического виноделия	Появление локальных органических производителей (малые винодельни юга)
Культура потребления	Сдвиг к умеренному и осознанному потреблению в рамках wellness-трендов	Рост сегмента потребителей, ориентированных на качество, происхождение и гастрономию
Восприятие вина	Переход от массового потребления к культурному и эмоциональному восприятию	Аналогичный переход: усиление роли брендов, ЗГУ и винного туризма
Регуляторные ограничения	Онлайн-продажи алкоголя разрешены во многих странах	Запрет дистанционной торговли алкоголем
Зависимость от импорта	Развитые винодельческие страны (ЕС, США) самодостаточны	Высокая зависимость от импорта в среднем и премиальном сегментах
Органическое виноделие	Широко распространено и популярно	Нарастающий интерес среди отдельных групп потребителей (мегаполисы, Ногеся), однако в целом рынок характеризуется низкой степенью зрелости и ограниченной осведомленностью
Экспортный потенциал	Ключевой показатель для стран-производителей	Незначительные объемы экспорта по сравнению с мировыми лидерами

Источник: составлено авторами на основании данных OIV²⁷, исследований Vivino²⁸, аналитических обзоров Wine Intelligence²⁹, WineRetail, Клименко и др. [12], а также отраслевых обзоров Союза виноградарей и виноделов России

Риски и драйверы развития рынка белого вина в России

Развитие рынка белого вина в России осуществляется под воздействием комплекса разнонаправленных факторов, которые условно можно разделить на драйверы роста и ограничивающие риски (рис. 1, 2).

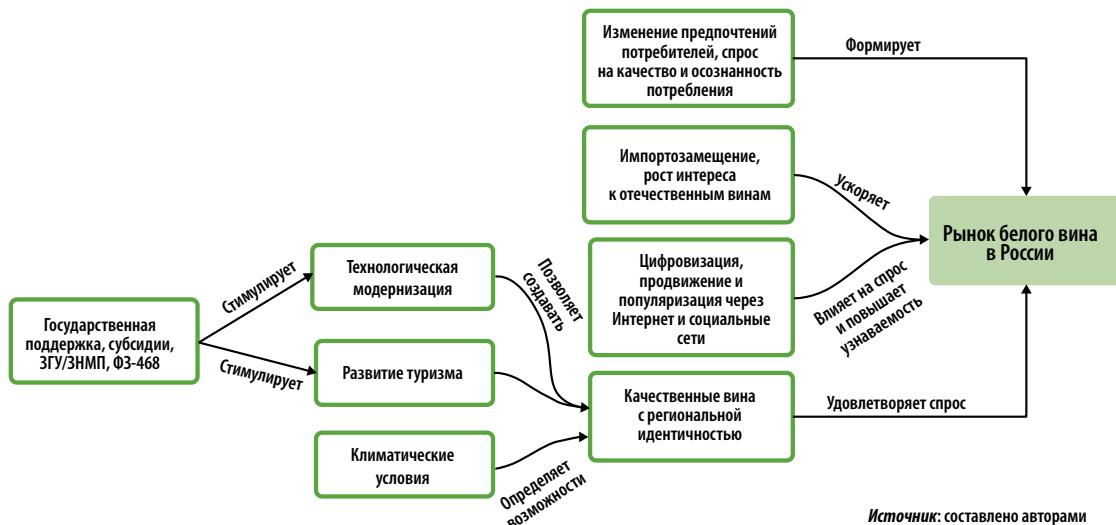
Среди ключевых драйверов наибольшее значение имеют:

- государственная поддержка отрасли, реализуемая через субсидирование закладки виноградников, развитие винных кластеров и внедрение системы сертификации (ЗГУ, ЗНМП);

- рост потребительского интереса к отечественному вину, особенно в условиях ограниченного импорта и тенденций к импортозамещению;
- формирование тренда на осознанное потребление, сопровождаемое спросом на легкие, органические и локальные вина;
- развитие винного туризма, способствующее продвижению региональных брендов и формированию культурной идентичности;
- цифровизация потребительских практик, включая онлайн-рейтинги, дегустационные платформы и маркетинговые инструменты;

Рис. 1. Ключевые факторы, влияющие на развитие рынка белого вина в России

Fig. 1. Key factors influencing the development of the white wine market in Russia



Источник: составлено авторами

²⁷ International Organisation of Vine and Wine (OIV). State of the World Vitivinicultural Sector in 2024. <https://www.oiv.int/> (дата обращения: 1.09.2025).

²⁸ Vivino Russia. Вкусовые предпочтения российских потребителей в 2023–2024 гг. <https://vivino.com> (дата обращения 1.09.2025).

²⁹ Wine Intelligence. Global Wine Consumption Trends: The Shift Toward Sustainability, Quality and Younger Consumers [Internet]. 2024 [cited 2025 Oct 27].

Available from: <https://wine-intelligence.com/blogs/wine-news-insights-wine-intelligence-trends-data-reports/global-wine-consumption-trends-the-shift-toward-sustainability-quality-and-younger-consumers> (дата обращения: 1.09.2025).

Рис. 2. Типология и структура рисков, влияющих на развитие рынка белого вина в России
Fig. 2. Typology and risk structure of the white wine market in Russia



Источник: составлено авторами

- климатические и агроэкологические преимущества южных регионов России, позволяющие стабильно выращивать белые сорта высокого качества.

Современное развитие рынка белого вина в России формируется под влиянием совокупности факторов: смещение потребительских предпочтений в сторону легких и сухих вин, государственной поддержки (субсидии, ЗГУ/ЗНМП), технологической модернизации, роста эногастрономического туризма, благоприятных климатических условий, тренда на импортозамещение и цифровизации потребления при сохранении ограничений на онлайн-продажи.

Таким образом, за анализируемый период рынок белого вина в России укрепил свои позиции за счет роста внутреннего производства, сдержанного потребительского спроса и переориентации предпочтений с импортной на отечественную продукцию. В то же время рынок сталкивается с рядом системных и ситуативных рисков. Рисунок 2 демонстрирует многослойную структуру рисков, влияющих на развитие рынка белого вина в России.

Внешние факторы (климатические колебания, импортозависимость, колебания валютного курса и международная конкуренция) создают значительное давление на отрасль, особенно в условиях санкционного режима и логистических ограничений. Эти вызовы напрямую влияют на внутренние риски: рост издержек на сырье, логистику, повышение себестоимости и ценовую конкуренцию. Конкурентная среда дополняется внутренней дифференциацией между крупными производителями и нишевыми винодельнями,

каждая из которых обладает уникальными конкурентными стратегиями.

Таким образом, высокая степень взаимосвязанности между внешними и внутренними рисками усиливает уязвимость отрасли, формируя потребность в адаптивных мерах государственной поддержки, технологических инновациях и стратегическом позиционировании брендов на внутреннем и международном рынках. Дальнейшее развитие рынка белого вина в России требует балансировки между опорой на внутренние драйверы роста и мерами по снижению институциональных и рыночных рисков. Эффективное использование потенциала белого виноделия возможно при условии комплексной стратегии, сочетающей аграрную, культурную и экспортно ориентированную политику.

Выходы/Conclusions

Белое вино в России представляет собой не только результат переработки сельскохозяйственного сырья, но и значимый фактор регионального развития, культурной идентичности и наращивания экспортного потенциала. В ходе проведенного исследования получены следующие результаты, обладающие научной новизной и расширяющие представления о развитии винодельческой отрасли в России.

Во-первых, рынок белого вина в России рассмотрен как самостоятельный сегмент винодельческого рынка, обладающий собственной структурой, особенностями спроса и факторами развития, что позволяет уточнить экономическую специфику данного направления АПК.

Во-вторых, на основе анализа ключевых факторов и рисков (рис. 1, 2) предложена структурно-функциональная интерпретация развития рынка белого вина, отражающая взаимосвязь государственной поддержки, рыночных условий и отраслевых ограничений и позволяющая обосновать характер их влияния на устойчивость и конкурентоспособность сегмента.

В-третьих, проведена комплексная систематизация российского рынка белого вина, включающая региональные особенности производства, сортовой состав винограда, типологию белых вин и каналы сбыта, что позволило выявить устойчивые тенденции формирования предложения и структуры потребления.

В-четвертых, установлено, что изменение потребительских предпочтений, в том числе со стороны представителей поколения Z, оказывает

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

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансового университета при Правительстве Российской Федерации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Узун Е.В., Аблаев Р.Р. Виноградарство и виноделие как развивающаяся отрасль агропромышленного комплекса Российской Федерации. *Экономика и управление: теория и практика*. 2022; 8(1): 80–87.
<https://www.elibrary.ru/sqwinw>
- Матушевская Е.А., Огильба А.В., Голдаева Е.В. Динамика и перспективы развития винодельческой отрасли в Российской Федерации. Актуальные вопросы права, экономики и управления. Сборник статей V Международной научно-практической конференции. Пенза: Наука и просвещение. 2016; 256–262.
<https://www.elibrary.ru/xdlfgv>
- Аблаев Р.Р., Абрамова Л.С., Аблаев А.Р. Современные тенденции развития виноградарства и виноделия в агропромышленном комплексе Российской Федерации. *International Agricultural Journal*. 2023; 66(2): 748–765.
<https://www.elibrary.ru/bwuipi>
- Николаева М.А. Российский рынок вин: состояние отечественного производства и импорт, перспективы развития. *Российский внешнеэкономический вестник*. 2023; (11): 64–72.
<https://doi.org/10.24412/2072-8042-2023-11-64-72>
- Аблаев Р.Р., Михалев А.В., Левчук К.С. Обеспечение конкурентоспособности российских предприятий как основа политики импортозамещения. *Вектор экономики*. 2021; (1): 12.
<https://www.elibrary.ru/jsqlzk>
- Павлова Т.А., Роговенко Н.С. Современное состояние рынка виноделия в России. *Финансы и управление*. 2024; (2): 14–26.
<https://doi.org/10.25136/2409-7802.2024.2.70267>
- Bucher T., Frey E., Wilczynska M., Deroover K., Dohle S. Consumer perception and behaviour related to low-alcohol wine: do people overcompensate?. *Public Health Nutrition*. 2020; 23(11): 1939–1947.
<https://doi.org/10.1017/S1368980019005238>
- Fabbrizzi S., Alampi Sottini V., Cipollaro M., Menghini S. Sustainability and Natural Wines: An Exploratory Analysis on Consumers. *Sustainability*. 2021; 13(14): 7645.
<https://doi.org/10.3390-su13147645>
- Chakravorti S. Wine Consumer Culture Positioning: Case of the Global Success of Yellow Tail and Casillero Del Diablo. *Association of Marketing Theory and Practice Proceedings*. 2021; 2021: 8.
<https://doi.org/10.20429/amtp.2021.08>
- Thach L., Riewe S., Camillo A. Generational cohort theory and wine: analyzing how gen Z differs from other American wine consuming generations. *International Journal of Wine Business Research*. 2021; 33(1): 1–27.
<https://doi.org/10.1108/IJWBR-12-2019-0061>

заметное влияние на структуру спроса на белые вина, способствуя росту интереса к локальной, качественной и легкой продукции.

В-пятых, показано, что меры государственной поддержки виноградарства и виноделия (№ 468-ФЗ, субсидирование, механизмы ЗГУ и ЗНМП) оказывают опосредованное влияние на развитие рынка белого вина, способствуя технологическому обновлению производства, повышению качества продукции и продвижению региональных брендов.

Полученные выводы имеют практическое значение для разработки мер государственной аграрной политики и региональных программ развития винодельческой отрасли, а также могут быть использованы в деятельности хозяйствующих субъектов рынка белого вина.

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 article was prepared based on the results of research carried out at the expense of budgetary funds under the state assignment of the Financial University under the Government of the Russian Federation.

REFERENCES

- Uzun E.V., Ablaev R.R. Viticulture and winemaking as a developing branch of the agroindustrial complex of the Russian Federation. *Economy and management: theory and practice*. 2022; 8(1): 80–87 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/sqwinw>
- Matushevskaya E.A., Ogilba A.V., Goldaeva E.V. Dynamics and prospects of wine industry in the Russian Federation. *Actual issues of law, economics and management. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference*. Penza: Nauka i Prosveshcheniye. 2016; 256–262 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/xdlfgv>
- Ablaev R.R., Abramova L.S., Ablaev A.R. Modern trends in the development of viticulture and winemaking in the agro-industrial complex of the Russian Federation. *International Agricultural Journal*. 2023; 66(2): 748–765 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/bwuipi>
- Nikolaeva M.A. Russia's wine market: domestic production and imports, prospects. *Russian foreign economic journal*. 2023; (11): 64–72 (in Russian).
<https://doi.org/10.24412/2072-8042-2023-11-64-72>
- Ablaev R.R., Mikhalev A.V., Levchuk K.S. Ensuring competitiveness of Russian enterprises as the basis of the import substitution politics. *Vector economy*. 2021; (1): 12 (in Russian).
<https://www.elibrary.ru/jsqlzk>
- Pavlova T.A., Rogovenko N.S. The current state of the wine market in Russia. *Finansy i upravleniye*. 2024; (2): 14–26 (in Russian).
<https://doi.org/10.25136/2409-7802.2024.2.70267>
- Bucher T., Frey E., Wilczynska M., Deroover K., Dohle S. Consumer perception and behaviour related to low-alcohol wine: do people overcompensate?. *Public Health Nutrition*. 2020; 23(11): 1939–1947.
<https://doi.org/10.1017/S1368980019005238>
- Fabbrizzi S., Alampi Sottini V., Cipollaro M., Menghini S. Sustainability and Natural Wines: An Exploratory Analysis on Consumers. *Sustainability*. 2021; 13(14): 7645.
<https://doi.org/10.3390-su13147645>
- Chakravorti S. Wine Consumer Culture Positioning: Case of the Global Success of Yellow Tail and Casillero Del Diablo. *Association of Marketing Theory and Practice Proceedings*. 2021; 2021: 8.
<https://doi.org/10.20429/amtp.2021.08>
- Thach L., Riewe S., Camillo A. Generational cohort theory and wine: analyzing how gen Z differs from other American wine consuming generations. *International Journal of Wine Business Research*. 2021; 33(1): 1–27.
<https://doi.org/10.1108/IJWBR-12-2019-0061>

11. Ohana-Levi N., Netzer Y. Long-Term Trends of Global Wine Market. *Agriculture*. 2023; 13(1): 224. <https://doi.org/10.3390/agriculture13010224>
12. Клименко Л.В., Кривошеева-Медянцева Д.Д. Виноделие на юге России: барьеры развития и стратегии позиционирования. *Управленец*. 2024; 15(1): 97–111. <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2024-15-1-7>
13. Гагерова А.В., Гармашова Е.П. Обзор рынка виноградарства и виноделия Российской Федерации на фоне общемировых тенденций. *Экономика. Информатика*. 2020; 47(3): 501–511. <https://doi.org/10.18413/2687-0932-2020-47-3-501-511>
14. Alston J.M., Gaeta D. Reflections on the Political Economy of European Wine Appellations. *Italian Economic Journal*. 2021; 7(2): 219–258. <https://doi.org/10.1007/s40797-021-00145-4>
15. Хачатрян А.А. Роль брендинга винодельческой продукции на российском рынке. *Проблемы экономики и юридической практики*. 2024; 20(6): 241–246. <https://doi.org/10.33693/2541-8025-2024-20-6-241-246>
16. Шашло Н.В. Эногастрономический туризм как инструмент популяризации культурного наследия Республики Крым — региона Северного Причерноморья. *Научный альманах стран Причерноморья*. 2024; 10(4): 25–30. <https://doi.org/10.23947/2414-1143-2024-10-4-25-30>
17. Gómez-Carmona D., Paramio A., Cruces-Montes S., Marín-Dueñas P.P., Aguirre Montero A., Romero-Moreno A. The effect of the wine tourism experience. *Journal of Destination Marketing & Management*. 2023; 29: 100793. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2023.100793>
11. Ohana-Levi N., Netzer Y. Long-Term Trends of Global Wine Market. *Agriculture*. 2023; 13(1): 224. <https://doi.org/10.3390/agriculture13010224>
12. Klimenko L.V., Krivosheeva-Medyantseva D.D. Winemaking in Southern Russia: Barriers to development and positioning strategies. *The Manager*. 2024; 15(1): 97–111 (in Russian). <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2024-15-1-7>
13. Gagerova A.V., Garmashova E.P. Russian Federation viticulture and wine-making market overview with current global trends. *Economics. Information technologies*. 2020; 47(3): 501–511 (in Russian). <https://doi.org/10.18413/2687-0932-2020-47-3-501-511>
14. Alston J.M., Gaeta D. Reflections on the Political Economy of European Wine Appellations. *Italian Economic Journal*. 2021; 7(2): 219–258. <https://doi.org/10.1007/s40797-021-00145-4>
15. Khachatryan A.A. Marketing and Branding of Wine Products on the Russian Market. *Economic Problems and Legal Practice*. 2024; 20(6): 241–246 (in Russian). <https://doi.org/10.33693/2541-8025-2024-20-6-241-246>
16. Shashlo N.V. Wine and Gastronomic Tourism as a Tool for Popularizing the Cultural Heritage of Crimea as a Region of the Northern Black Sea Region. *Science Almanac of Black Sea Region Countries*. 2024; 10(4): 25–30. <https://doi.org/10.23947/2414-1143-2024-10-4-25-30>
17. Gómez-Carmona D., Paramio A., Cruces-Montes S., Marín-Dueñas P.P., Aguirre Montero A., Romero-Moreno A. The effect of the wine tourism experience. *Journal of Destination Marketing & Management*. 2023; 29: 100793. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2023.100793>

ОБ АВТОРАХ**Астхик Аркадьевна Хачатрян**

научный сотрудник

aahachatryan@fa.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6493-680X>**Светлана Владимировна Макар**доктор экономических наук, главный научный сотрудник
svetwn@mail.ru<https://orcid.org/0000-0002-1681-8814>

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
Тверская ул., 22Б, стр. 3, Москва, 125375, Россия

ABOUT THE AUTHORS**Astghik Arkadyevna Khachatryan**

Researcher

aahachatryan@fa.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6493-680X>**Svetlana Vladimirovna Makar**Doctor of Economics, Chief Researcher
svetwn@mail.ru<https://orcid.org/0000-0002-1681-8814>

Financial University under the Government of the Russian Federation,
22B/3 Tverskaya Str., Moscow, 125375, Russia

УДК: 377.5:63

Краткое сообщение



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-154-160

М.А. Зенкин¹

В.Н. Пронькин^{2*}

Т.Б. Павлова²

¹Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение «Академия талантов» Санкт-Петербурга, Санкт-Петербург, Россия

²Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

pronkin-vn@yandex.ru

Поступила в редакцию: 20.10.2025

Одобрена после рецензирования: 11.12.2025

Принята к публикации: 26.12.2025

© Зенкин М.А., Пронькин В.Н.,
Павлова Т.Б.

Отраслевые практики профориентации школьников как инструмент подготовки кадров для регионального агропромышленного комплекса

РЕЗЮМЕ

Введение. Кадровое обеспечение регионального агропромышленного комплекса в условиях технологической модернизации отрасли приобретает стратегическое значение для продовольственной безопасности страны. Доля молодых сотрудников в сельском хозяйстве составляет лишь 9% от общего числа работников, что требует срочных мер по привлечению в отрасль молодежи. Сельские школы являются ключевым партнером предприятий агропромышленной области и обладают потенциалом, для того чтобы стать частью экосистемы агропромышленного комплекса для профориентации и подготовки будущих кадров.

Методы. Исследование проведено в 2025 году и охватило все федеральные округа Российской Федерации. Методологическую основу составил опрос педагогов общеобразовательных школ и центров дополнительного образования ($n = 1462$), в том числе в сельских районах ($n = 320$).

Результаты. Выявлено, что педагоги сельских школ недостаточно владеют информацией о региональных и локальных потребностях в кадрах, потенциальных инвестиционных проектах, центрах современных компетенций, возможностях партнерства с предприятиями отрасли, а также профориентационными методами. Сотрудничество с работодателями, несмотря на острую потребность, носит несистемный характер. Даны рекомендации по организации партнерства школ и предприятий агропромышленного комплекса, в том числе в рамках проекта Министерства сельского хозяйства «Агротехклассы».

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, агроклассы, кадровое обеспечение АПК, профессиональное самоопределение, региональная кадровая политика, аграрное образование

Для цитирования: Зенкин М.А., Пронькин В.Н., Павлова Т.Б. Отраслевые практики профориентации школьников как инструмент подготовки кадров для регионального агропромышленного комплекса. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 154–160.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-154-160>

Short communications



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-402-01-154-160

Михаил А. Зенкин

Виктор Н. Пронькин

Татьяна Б. Павлова

¹State Budget Atypical Educational Institution "Academy of Talents" of Saint Petersburg, Saint Petersburg, Russia

²Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

pronkin-vn@yandex.ru

Received by the editorial office: 20.10.2025

Accepted in revised: 11.12.2025

Accepted for publication: 26.12.2025

© Зенкин М.А., Пронькин В.Н., Павлова Т.Б.

Sectoral practices of career guidance for schoolchildren as a training tool for the regional agro-industrial complex

ABSTRACT

Introduction. Ensuring human resources for the regional agro-industrial complex amid the industry's technological modernization is gaining strategic importance for the country's food security. The proportion of young employees in agriculture accounts for only 9% of the total workforce, necessitating urgent measures to attract youth to the sector. Rural schools are a key partner for agribusiness enterprises and possess the potential to become an integral part of the agro-industrial complex ecosystem for career guidance and training of future personnel.

Methods. The study was conducted in 2025 and encompassed all federal districts of the Russian Federation. The methodological framework consisted of a survey of teachers from general education schools and centers of supplementary education ($n = 1462$), including those from rural areas ($n = 320$).

Results. The findings reveal that teachers in rural schools have insufficient knowledge of regional and local staffing needs, potential investment projects, centers of advanced competencies, opportunities for partnership with industry enterprises, as well as career guidance methodologies. Despite a pressing need, collaboration with employers is non-systemic in nature. Recommendations are provided for organizing partnerships between schools and agro-industrial enterprises, including within the framework of the Ministry of Agriculture's "Agro-tech Classes" project.

Key words: agro-industrial complex, agricultural classes, AIC staffing, professional self-determination, regional personnel policy, agricultural education

For citation: Зенкин М.А., Пронькин В.Н., Павлова Т.Б. Секторальные практики профориентации школьников как инструмент для подготовки кадров для регионального агропромышленного комплекса. *Аграрная наука*. 2026; 402(01): 154–160 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-402-01-154-160>

Введение/Introduction

Кадровое обеспечение агропромышленного комплекса (АПК) является одной из стратегических задач экономической безопасности и продовольственного суверенитета России¹ [1]. Однако отрасль сталкивается с комплексом вызовов: естественное старение кадров, отток молодежи в крупные агломерации, низкая мотивация выпускников школ к выбору аграрных профессий [2–4]. По данным исследования Е.А. Певцовой, доля молодых сотрудников в сельском хозяйстве составляет лишь 9% от общего числа работников, что требует срочных мер по привлечению в отрасль молодежи [5].

Для отрасли сельские школы являются естественным и важнейшим участником решения этой задачи. В России более 21 тыс. сельских школ, в которых учатся около 4 млн детей². Однако на сегодняшний день степень включенности школ в региональную отраслевую повестку как основного поставщика будущих кадров для АПК вызывает вопросы. Профориентационная работа со школьниками зачастую ограничивается информированием и разовыми мероприятиями [6], несмотря на то что в России и за рубежом имеется богатый опыт практико-ориентированных форм профориентации и сотрудничества с индустриальными и социальными партнерами [7, 8].

Цель исследования — выявление дефицитов в региональных системах образования, препятствующих развитию эффективной кадровой политики в сфере АПК средствами профориентации школьников, а также предложение мер восполнения выявленных дефицитов.

Результаты исследования могут быть использованы HR-службами предприятий АПК, реализующими (или планирующими реализовывать) профориентационные программы для школьников как части стратегии управления кадровым потенциалом компаний, а также руководителями региональных органов управления образованием регионов с развитым АПК, директорами агрошкол и школ с агроклассами.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследование проводили в сентябре — октябре 2025 года методом социологического опроса среди педагогов школ, прежде всего среди учителей «Труда (технологии)» и предметов естественно-научного цикла, а также среди педагогов дополнительного образования детей естественно-научной и технической направленности.

Неслучайная выборка респондентов обусловлена тем, что именно указанная категория педагогических работников играет ведущую роль в

профориентации, трудовой и предпрофессиональной подготовке, освещении кадровой повестки и взаимодействии с региональными работодателями [7]. При этом анкетирование носило открытый характер, что обусловило участие и других групп респондентов — руководителей и заместителей руководителей образовательных организаций, учителей и педагогов дополнительного образования, иных учебных дисциплин и направленностей.

Метод — электронный опрос на платформе Yandex.Forms, статистический анализ проведен в программе IBM SPSS Statistics 27.

Специфика выборки определила инструментарий для распространения электронной анкеты, которая была направлена указанным группам респондентов через информационные сети Российского государственного университета им. А.И. Герцена, Фонда гуманитарных проектов, Межрегиональной ассоциации технологического образования, Центра всестороннего развития детей «Прогресс» и другие партнерские организации.

Объем выборки — 1462 респондента, из них 320 педагогов — из сельской местности, 1142 — из больших (более 500 тыс. жителей) и малых (менее 500 тыс. жителей) городов.

В рамках настоящего исследования фокус внимания сосредоточен на педагогах из сельской местности, где развита связь с АПК, поэтому сопоставление данных проводится в парадигме «город — сельская местность».

Среди сельских педагогов 138 — учителя труда (технологии), 43 — учителя предметов естественно-научного цикла, 75 — учителя других предметов, 19 — педагоги дополнительного образования (14 из них — педагоги технической и естественно-научной направленности), 45 — руководители образовательных организаций, их заместители и лица, занимающие другие должности в учреждениях образования.

Часть респондентов из сельской местности представлены Сибирским федеральным округом — 179 человек, остальные распределены по другим округам в таком порядке: Приволжский — 45, Северо-Западный — 36, Центральный — 21, Северо-Кавказский — 13, Дальневосточный — 12, Уральский — 10, Южный — 4.

Обобщенный портрет респондентов из сельской местности — опытные педагоги-женщины (только 13,8% респондентов — мужчины) в возрастной категории 46–60 лет (57,2%), около половины респондентов (46,6%) имеют стаж более 25 лет и высшую категорию (49,7%), 78,4% респондентов преподают преимущественно в 5–9-х классах. Социологический портрет сельских педагогов в целом схож с портретом городских.

¹ Указ Президента РФ от 21 января 2020 года № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации».

² Образование в цифрах: 2025: краткий статистический сборник / Т.А. Варламова, Л.М. Гохберг, О.А. Зорина и др.; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ. 2023.

URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/1080321503.pdf> (дата обращения: 09.10.2025).

Ограничения исследования

Неслучайная выборка накладывает ограничения на интерпретацию результатов исследования за пределами дисциплин технологического образования и естественно-научного цикла, программ дополнительного образования детей иных направленностей и основана на гипотезе о влиянии именно профильного компонента образования на образовательные и карьерные стратегии школьников.

При оценке репрезентативности выборки необходимо делать поправку на специфику распределения респондентов из сельской местности по федеральным округам и на учет значительно-го представительства в выборке респондентов из Сибирского федерального округа. Экстраполяция результатов на конкретные округа и регионы, в которых развит агропромышленный сектор экономики, требует дополнительных исследований.

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

Педагогам школ был предложен ряд вопросов, касающихся знакомства с региональными ресурсами индустриальной и профориентационной среды, а также практики их включения в образовательный контекст.

Педагогам предложено оценить, насколько они знакомы с различными аспектами региональной специфики, отметив степень знакомства: «Хорошо знаю, использую в своей работе», «Частично знаю», «Что-то слышал об этом», «Совсем не знаю об этом».

Если объединить оценки «хорошо» и «частично», то можно сказать, что сельские педагоги погружены в региональный и локальный контекст. Однако если обратить внимание на оценку «Хорошо знаю, использую в своей работе», то в среднем 37,6% педагогов уверенно владеют и применяют эти знания. Больше всего, по собственной оценке, они знакомы с отраслями своего района и населенного пункта (55,3%) и местными вузами и колледжами (52,2%), а также с отраслями региона (41,6%) и профессиями региона и своего населенного пункта (43,1% и 47,8% соответственно).

Менее педагоги информированы об инвестиционных проектах (19,1%), центрах перспективных технологий (27,2%), методических рекомендациях об учете региональной специфики (25,6%), а также о мерах по поддержке молодых специалистов в регионе (30,3%).

Страна отметить, что по сравнению с педагогами, проживающими в городе, эти оценки в среднем выше на несколько процентных пунктов. Сельские педагоги более уверенно, чем их городские коллеги, владеют региональной и локальной спецификой, включают региональный контекст в свою педагогическую деятельность. Например, только 33,3% педагогов, проживающих в крупных городах (от 500 тыс. жителей), хорошо знакомы с перечнем приоритетных профессий региона по

Рис. 1. Уровень информированности педагогов об элементах регионального и локального контекста

Рис. 1. Level of awareness of rural teachers about elements of the regional and local context

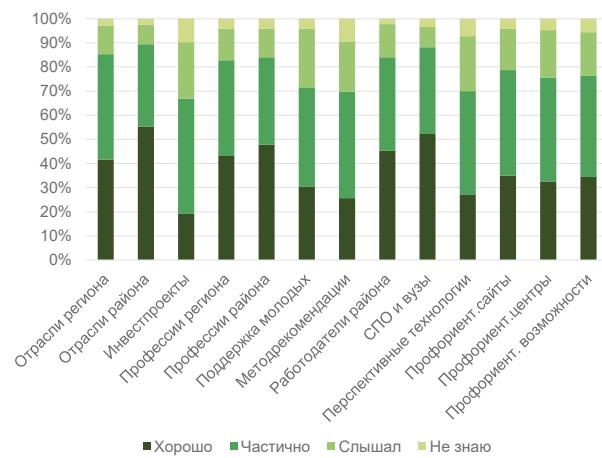
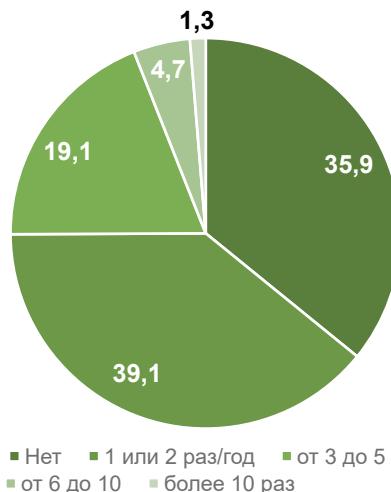


Рис. 2. Доля сельских школ, осуществляющих систематическое сотрудничество с работодателями

Fig. 2. Proportion of rural schools engaged in systematic cooperation with employers



сравнению с 43,1% сельских педагогов. Вместе с тем по результатам опроса видим, что в целом более 60% педагогов из сельской местности демонстрируют недостаточную осведомленность и погружение в региональную и локальную специфику.

Важный блок вопросов касался реального сотрудничества школ с работодателями и профессиональными образовательными организациями. Опрос показал, что только 6% сельских школ систематически (от 6 раз в год и больше) сотрудничают с индустриальными партнерами (рис.2). Похожая ситуация складывается в сфере сотрудничества с вузами и колледжами. Причем городские школы не намного опережают своих сельских коллег. Например, доля школ, систематически сотрудничающих с работодателями в крупных городах, — 12,1%, в городах, где число жителей менее 500 тыс., — 7,9%. Здесь виден серьезный потенциал наращивания взаимодействия с партнерами.

Стоит отметить, что 43,8% сельских педагогов в ответах на вопросы указали, что в школе

Рис. 3. Рейтинг форм сотрудничества с внешними партнерами по оценке их эффективности сельскими педагогами

Fig. 3. Ranking of forms of cooperation with external partners by their perceived effectiveness among rural teachers



создан (пред)профильный класс (что меньше, чем в крупных городах, где показатель 52,8%). Однако профильные классы, как показывают данные на рисунке 2, слабо связаны с реальными индустриальными или образовательными партнерами.

Вместе с тем педагоги понимают важность форм и методов сотрудничества с индустриальными и социальными партнерами, среди которых наиболее эффективными они считают профессиональные пробы, мастер-классы и другие практико-ориентированные формы занятий, которые проводятся партнерами в школах или на площадке самих партнеров (отметили более 40% респондентов), а также выступления (36,6%) или проведение занятий (29,1%) представителями работодателей в школах (рис. 3.).

В то же время педагоги понимают свои дефициты в знании регионального и локального контекста

Рис. 4. Приоритетные направления информационных дефицитов сельских педагогов в области регионального контекста

Fig. 4. Priority areas of information gaps among rural teachers regarding the regional context



(рис. 4). В частности, наиболее востребована информация (отметили от 40% до 26% респондентов) о специфике региона в целом: о востребованных в регионе отраслях и профессиях, инвестиционных проектах, о мерах поддержки молодых специалистов, о ведущих работодателях и научно-производственных достижениях региона. Можно сказать, что педагоги в целом знают местных работодателей (лишь 13,4% хотели бы знать о них больше) и осведомлены о профессиональных образовательных организациях (15,9%), однако не обладают информацией о тех партнерах, которые готовы сотрудничать (что отметили 28,8% респондентов).

Менее очевиден запрос на методы практического использования региональной и локальной информации и профориентационной деятельности. Причем запрос от сельских педагогов менее выражен, чем запрос от их городских коллег.

Наиболее востребованы (отмечены 18–22% педагогов) навыки подготовки к профориентационно значимым конкурсам, использования игровых методов, проведения профпроб и проектной деятельности. Например, 18,1% сельских педагогов отмечают необходимость в освоении метода профессиональных проб в сравнении с 25% педагогов в крупных городах. При этом методы проведения рефлексии и обсуждений со школьниками тематики профессионального самоопределения среди педагогов наименее востребованы — лишь 8,1% сельских педагогов отмечают такой запрос.

Довольно низкие приоритеты (менее 12%) у таких форм, как работа с родителями, наставничество и персонализированное сопровождение, методы планирования профориентационного маршрута. Такая картина характерна и для педагогов, работающих на городских территориях.

Однако на данных анкетирования (рис. 4, 5) можно увидеть, что значительная часть педагогов осознают свои дефициты и имеется большой

Рис. 5. Распределение запросов сельских педагогов на освоение методических навыков для профориентационной деятельности (% от числа всех респондентов, можно было отметить все релевантные позиции)

Fig. 5. Distribution of requests from rural teachers for mastering methodological skills for career guidance activities (% of all respondents, multiple answers were allowed)



потенциал для соответствующих программ повышения квалификации.

На вопрос о том, в какой мере занятия в области технологического образования влияют на образовательные и профессиональные стратегии учеников, ответы сельских педагогов в целом соотносятся с ответами педагогов, работающих на городских территориях: 35,3% респондентов оценивают такое влияние как «непосредственное», 38,8% — как косвенное. Затрудняются ответить — 22,2%. Ответ «никак не влияют» дает лишь 3,8% респондентов. Таким образом, более 70% педагогов убеждены, что их деятельность в той или иной мере имеет профориентационное воздействие.

В вопросах оценки сформированности образовательных и профессиональных стратегий учеников в возрасте 14 лет и старше педагоги из сельской местности более уверены по сравнению с городскими педагогами в том, что их ученики определились с дальнейшей траекторией. По всем позициям, превышающим 50%, сельские педагоги опережают педагогов из городов на 1–3 п. п., что отражено в таблице 1. Вместе с тем самооценка педагогов и реальная эффективность их профориентационного воздействия с точки зрения подготовки будущих кадров для АПК требуют дальнейшего исследования, в том числе в разрезе сопоставления результатов педагогов, работающих в городской и сельской местности.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что сельские школы являются значимым партнером предприятий АПК для привлечения школьников в отрасль. Вместе с тем педагоги школ недостаточно владеют информацией о региональных и локальных потребностях в кадрах, потенциальных инвестиционных проектах, центрах современных компетенций, возможностях партнерства с предприятиями АПК, а также профориентационными методами. Сотрудничество с работодателями носит несистемный характер, несмотря на острую потребность в нем, которую обозначают сами педагоги в качестве одного из ключевых дефицитов.

Для успешного построения экосистемы стратегического партнерства АПК и сферы образования, включая школу и учреждения дополнительного образования детей, требуется разворот предприятий в сторону комплексной профориентационной работы. Такие флагманские проекты, как, например, «агротехклассы»³ (в рамках общероссийского проекта Минсельхоза России),

Таблица 1. Количество учеников в возрасте 14 лет и старше, которые определились со своей образовательной и профессиональной траекторией (по мнению педагогов)

Table 1. Proportion of students aged 14 and over with a defined educational and professional trajectory (teachers' assessment)

Процент учеников, определившихся с образовательной и профессиональной траекторией	Населенный пункт, в котором вы проживаете		
	город свыше 500 тыс. жителей или столица региона	город менее 500 тыс. жителей	сельская местность
80–100%	7,4%	9,1%	10,0%
70%	10,6%	11,6%	13,8%
Более 50%	18,0%	18,3%	21,3%
30–40%	16,5%	18,5%	16,9%
25–30%	12,1%	13,9%	10,3%
10%	5,3%	5,8%	6,3%
Менее 10%	5,3%	4,4%	3,8%
Затрудняюсь ответить	24,8%	18,3%	17,8%

агрошкола (школа-хозяйство) [9] (развивается при поддержке Макаренковского движения⁴, Ассоциации содействия развитию школ-хозяйств и агрошкол России⁵) и другие проекты и программы профильного обучения при активном участии АПК в формировании и управлении содержанием образования, в том числе через практико-ориентированные (дефицитарные для образовательных организаций) форматы могли бы дать импульс к сближению образования и отрасли в интересах подготовки кадров.

Концептуальной основой такого партнерства может стать экосистемный подход, который продемонстрировал свою эффективность не только в России⁶, но и за рубежом [10, 11] и который осмыслен в рамках парадигмы «образовательной профориентации» [12]. Одна из возможных моделей такой экосистемы — образовательно-производственный кластер (на примере Ленинградской области⁷).

Важный аспект, который могут привнести в школу индустриальные партнеры, — практическое освоение перспективных технологий, которые передовые агрошколы активно применяют в своей деятельности: беспилотные летательные системы, интернет вещей, биотехнологии [13]. Цифровая среда образовательных учреждений, освоение цифровых компетенций педагогами [14] могут сделать партнерство более системным и высокотехнологичным.

Таким образом, исследование показывает, что партнерство школ и предприятий АПК на основе

³ https://agroclasses.svoevago.ru/agroclass_showcase

⁴ <https://narodnoe.org/konkurs-im-as-makarenko>

⁵ <https://narodnoe.org/agroshkoly>

⁶ Агробизнес-образование: опыт, проблемы, перспективы. Сборник статей из опыта работы pilotных площадок проекта «Агробизнес-школа и условия формирования системы непрерывного агробизнес-образования в Иркутской области» / под ред. Д.А. Махотина. Иркутск: Ресурсно-методический центр непрерывного агробизнес-образования. 2019; 128.

⁷ Организация деятельности профильных предпрофессиональных классов в Ленинградской области: кластерный подход. Методические рекомендации. Санкт-Петербург. 2025; 68.

URL: <https://loiro.ru/upload/Polozheniya/Metodicheskie%20rekomenedacii.pdf>

экосистемного подхода, в котором индустриальный партнер выступает как ключевой заказчик и участник образовательного процесса, непосредственно вовлеченный в управление содержанием образования (в первую очередь через практико-ориентированные форматы), имеет большой потенциал для подготовки будущих кадров для АПК России.

Выводы/Conclusions

Проведенное исследование подтвердило ключевую гипотезу о том, что основным препятствием для использования сельских школ в качестве партнера подготовки кадров для регионального АПК является не информационный вакуум, а системная разобщенность образовательной среды и производственной. Несмотря на то что педагоги в сельской местности демонстрируют более высокую осведомленность о локальном социально-экономическом контексте по сравнению с городскими коллегами, эта информированность зачастую не трансформируется в эффективные профориентационные практики.

Критически низкий процент школ (около 6%), взаимодействующих с предприятиями АПК на регулярной основе, и слабая связь функционирующих агроклассов с реальным производством доказывают, что текущая модель профориентационной работы оторвана от реального отраслевого и профессионального контекста, что противоречит стратегической цели обеспечения отрасли мотивированным молодежным кадровым резервом.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены при финансовой поддержке Минпросвещения России в рамках государственного задания по теме «Учет специфики социально-экономического и научно-технологического развития региона в содержании и реализации образовательной программы по учебному предмету “Труд (технология)” в общеобразовательной школе» (проект № VRFY-2025-0023).

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы исследования благодарят Фонд гуманитарных проектов, Межрегиональную ассоциацию технологического образования, Центр всестороннего развития детей «Прогресс» и региональных партнеров за помощь в проведении исследования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Долгушкин Н.К., Новиков В.Г. Развитие кадрового потенциала сельского хозяйства как базового фактора обеспечения продовольственной безопасности страны. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2023; 66(1): 8–15. <https://www.elibrary.ru/qlpimz>
2. Ерочкина Н.В., Потапова Л.Н. Кадровый потенциал предприятий АПК: состояние и перспективы развития. *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2020; (6–1): 37–41. <https://doi.org/10.17513/vaael.1161>
3. Зинич Л.В., Кузнецова Н.А. Современный кадровый потенциал сельскохозяйственных организаций. *Продовольственная политика и безопасность*. 2023; 10(1): 207–218. <https://doi.org/10.18334/ppib.10.1.116708>
4. Демишкевич Г.М., Хлусова И.А., Хлусов В.Н. Тенденции изменения кадрового потенциала агропромышленного комплекса Российской Федерации. М.: РАКО АПК. 2020; 150. ISBN 978-5-93098-091-2 <https://www.elibrary.ru/euanvj>

Следовательно, для достижения заявленной цели — преодоления дефицитов в региональных системах образования — требуется не просто повышение квалификации педагогов, а кардинальная смена парадигмы: переход от разрозненных мероприятий к созданию интегрированных образовательно-производственных экосистем. Практическая значимость исследования заключается в обосновании конкретного механизма такого перехода — формирования отраслевых кластеров на принципах стратегического партнерства, где школа становится активным субъектом кадровой политики АПК.

Внедрение данной модели, включающей погружение учащихся в контекст отрасли и современных агротехнологий (цифровизация, биотехнологии), является императивом не только для решения кадрового кризиса, но и для обеспечения долгосрочной продовольственной безопасности страны, придавая профориентационной работе статус инструмента национального стратегического планирования.

С учетом описанных ограничений настоящего исследования требуется проведение дополнительных изысканий как в сфере обследования регионального и отраслевого контекста в сфере АПК, описания эффективных с точки зрения профориентации моделей и практик, так и в сфере исследования образовательных и карьерных стратегий школьников, обучающихся по профильным программам, а также профессиональных стратегий и траекторий студентов профильных вузов.

FUNDING

The research was carried out with financial support of the Ministry of Education of the Russian Federation within the framework of the state assignment on the topic «Taking into account the specifics of socio-economic, scientific and technological development of the region in the content and implementation of the educational program the subject “Labor (technology)” in secondary schools» (project No. VRFY-2025-0023).

APPRECIATION

The authors express their gratitude to the Fund for Humanitarian Projects, the Interregional Association for Technological Education, the Center for Comprehensive Development of Children “Progress”, and regional partners for their assistance in conducting this study.

REFERENCES

1. Dolgushkin N.K., Novikov V.G. Development of the human potential of agriculture as a basic factor in ensuring the country's food security. *International agricultural journal*. 2023; 66(1): 8–15 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/qlpimz>
2. Erochkin N.V., Potapova L.N. Personnel potential of agribusiness enterprises: situation and prospects of development. *Journal of Altai academy of economics and law*. 2020; (6–1): 37–41 (in Russian). <https://doi.org/10.17513/vaael.1161>
3. Zinich L.V., Kuznetsova N.A. Modern staff potential of agricultural organizations. *Food Policy and Security*. 2023; 10(1): 207–218 (in Russian). <https://doi.org/10.18334/ppib.10.1.116708>
4. Demishkovich G.M., Khlusova I.A., Khlusov V.N. Trends in changes in human resources potential of the agro-industrial complex of the Russian Federation. Moscow: *Russian academy of personnel support for the agroindustrial complex*. 2020; 150 (in Russian). ISBN 978-5-93098-091-2 <https://www.elibrary.ru/euanvj>

5. Певцова Е.А. Правовые и педагогические аспекты подготовки кадров для современного агропромышленного комплекса. Народное образование. 2025; (4): 24–28. <https://elibrary.ru/jchero>
6. Сергеев И.С. Образовательная профориентация и школьная профориентация: совпадение в пространстве, расхождение в смыслах. Инновационная научная современная академическая исследовательская траектория (ИНСАЙТ). 2023; (3): 11–48. <https://doi.org/10.17853/2686-8970-2023-3-11-48>
7. Кирьякова А.В., Сарже А.В., Эхов С.Ф. (ред.). Актуализация и переосмысление опыта трудового воспитания школьников в современных условиях. Монография. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена. 2025; 158. ISBN 978-5-8064-3587-4 <https://elibrary.ru/erzfv>
8. Шленская Н.М. Профориентация в российской образовательной практике: обзор предметного поля. *Работа и карьера*. 2022; 1(3): 54–75. <https://doi.org/10.56414/jeac.2022.199>
9. Кушнри А.М., Илалтдинова Е.Ю. Школьный мини-технопарк и детско-взрослое образовательное производство: понятийно-сущностный аспект. Социальная педагогика. 2012; (4): 12–19. <https://elibrary.ru/penfmz>
10. Mahanani R.S., Prasetyo H., Kurniawan B.P.Y., Suranto D.D. Innovation Ecosystems for Teaching Factory Agribusiness: A Strategic Framework. *Journal of Business Management*. 2024; 2(1): 25–35. <https://doi.org/10.47134/jobm.v2i1.26>
11. Yami M., Feleke S., Abdoulaye T., Alene A.D., Bamba Z., Manyong V. African Rural Youth Engagement in Agribusiness: Achievements, Limitations, and Lessons. *Sustainability*. 2019; 11(1): 185. <https://doi.org/10.3390/su11010185>
12. Сергеев И.С. Экосистема образовательной профориентации. Профессиональная ориентация и профессиональное самоопределение обучающихся: вызовы времени. Сборник научных трудов (к 85-летию академика Российской академии образования, доктора педагогических наук, профессора С.Н. Чистяковой). М.: РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина. 2024; 183–193. <https://elibrary.ru/tlpjtd>
13. Khudyakova E., Shitikova A., Stepansevich M.N., Grecheneva A. Requirements of Modern Russian Agricultural Production for Digital Competencies of an Agricultural Specialist. *Education Sciences*. 2023; 13(2): 203. <https://doi.org/10.3390/educsci13020203>
14. Носкова Т.Н., Павлова Т.Б. Цифровизация образовательной среды и проблемы подготовки учителя. Современное образование и общество. 2024; 1(3): 220–228. <https://elibrary.ru/bxglil>
5. Pevtsova E.A. Legal and pedagogical aspects of personnel training for the modern agro-industrial complex. *Public Education*. 2025; (4): 24–28 (in Russian). <https://elibrary.ru/jxuepo>
6. Sergeev I.S. Educational professional orientation and school professional orientation: coincidence in area, discrepancy in meanings. *INSIGHT*. 2023; (3): 11–48 (in Russian). <https://doi.org/10.17853/2686-8970-2023-3-11-48>
7. Kiryakova A.V., Sarzhe A.V., Ekhov S.F. (eds.). Updating and reinterpretation of the experience of labor education for schoolchildren in modern conditions. Monograph. St. Petersburg: *Herzen State Pedagogical University of Russia*. 2025; 158 (in Russian). ISBN 978-5-8064-3587-4 <https://elibrary.ru/erzfv>
8. Shlenskaya N.M. Career Guidance in Russian Educational Practice: Scoping Review. *Journal of Employment and Career*. 2022; 1(3): 54–75 (in Russian). <https://doi.org/10.56414/jeac.2022.19>
9. Kushnir A.M., Ilaltdinova E.Yu. School mini-industrial park and the children and adult educational production: conceptually essential aspect. *Sotsial'naya pedagogika*. 2012; (4): 12–19 (in Russian). <https://elibrary.ru/penfmz>
10. Mahanani R.S., Prasetyo H., Kurniawan B.P.Y., Suranto D.D. Innovation Ecosystems for Teaching Factory Agribusiness: A Strategic Framework. *Journal of Business Management*. 2024; 2(1): 25–35. <https://doi.org/10.47134/jobm.v2i1.26>
11. Yami M., Feleke S., Abdoulaye T., Alene A.D., Bamba Z., Manyong V. African Rural Youth Engagement in Agribusiness: Achievements, Limitations, and Lessons. *Sustainability*. 2019; 11(1): 185. <https://doi.org/10.3390/su11010185>
12. Sergeev I.S. The ecosystem of educational professional orientation. *Career guidance and professional self-determination of students: challenges of the time. Collection of scientific papers (dedicated to the 85th anniversary of Academician of the Russian Academy of Education, Doctor of Pedagogy, Professor S.N. Chistyakova)*. Moscow: Gubkin University. 2024; 183–193 (in Russian). <https://elibrary.ru/tlpjtd>
13. Khudyakova E., Shitikova A., Stepansevich M.N., Grecheneva A. Requirements of Modern Russian Agricultural Production for Digital Competencies of an Agricultural Specialist. *Education Sciences*. 2023; 13(2): 203. <https://doi.org/10.3390/educsci13020203>
14. Noskova T.N., Pavlova T.B. Digitalization of learning environment and teacher training issues. *Modern Education and Society*. 2024; 1(3): 220–228 (in Russian). <https://elibrary.ru/bxglil>

ОБ АВТОРАХ

Михаил Александрович Зенкин¹

кандидат филологических наук, заместитель директора
zenkinma@yandex.ru

Виктор Николаевич Пронкин²

кандидат философских наук, директор Института
информационных технологий и технологического
образования
pronkin-vn@yandex.ru

Татьяна Борисовна Павлова²

кандидат педагогических наук, доцент
pavtatbor@gmail.com

¹Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение «Академия талантов» Санкт-Петербурга, пер. Антоненко, 8, Санкт-Петербург, 190000, Россия

²Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, набережная р. Мойки, 48, Санкт-Петербург, 191086, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Mikhail Aleksandrovich Zenkin¹

Candidate of Philosophical Sciences, Deputy Director
zenkinma@yandex.ru

Viktor Nikolaevich Pronkin²

Candidate of Philosophical Sciences, Director
of the Institute of Information Technology
and Technological Education
pronkin-vn@yandex.ru

Tatyana Borisovna Pavlova²

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
pavtatbor@gmail.com

¹State Budget Atypical Educational Institution
“Academy of Talents” of Saint Petersburg,
8 Antonenko Lane, St. Petersburg, 190000, Russia

²Herzen State Pedagogical University of Russia,

48 Naberezhnaya reki Moyki, St. Petersburg, 191086, Russia