

научно-теоретический и производственный журнал

# АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN  
SCIENCE

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

9  
2024



БЕСПЛАТНО  
скачать журнал  
и подписаться



Подпишитесь  
на наш  
Telegram канал!



## ВЕТЕРИНАРИЯ

Пробиотические препараты  
для профилактики  
клуберкулёза бройлеров

20

## АГРОНОМИЯ

Эффективность современных  
фунгицидов в защите зерновых  
культур

101

## ЭКОНОМИКА

Анализ структуры посевных  
площадей РФ в рамках концепции  
устойчивого земледелия

136

**23-25 ОКТЯБРЯ 2024 г**

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ ТЕРРИТОРИЯ «СИРИУС»**

**ASIA  
EXPO | 20  
24**

## **II Международный сельскохозяйственный конгресс ASIAEXPO**



Мероприятие организовано при государственной поддержке в интересах российского аграрного бизнеса

**50** стран-  
участниц

**76 000 м<sup>2</sup>** выставочного  
пространства

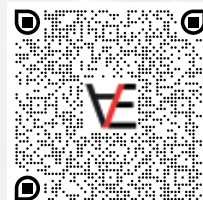
**350** ведущих  
компаний  
отрасли

**300** экспертов-  
практиков

**10 000** целевой  
аудитории

**Комьюнити гарантов  
продовольственной безопасности –  
стань одним из нас!**

**АЗИЯЭКСПО –  
открываем мир возможностей!**







## ПРОДАЖА ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛИЧНЫХ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР - ООО «КРЦ «ЭФКО-КАСКАД»

МЫ  
ЗНАЕМ,  
ЧТО ВЫ  
ЛЮБИТЕ

РЕКЛАМА



## ПРОДУКЦИЯ

### ШРОТ

соевый, рапсовый, подсолнечный

### ЗАЩИЩЁННЫЙ ПРОТЕИН

соевый, подсолнечный

### СОЕВАЯ ОБОЛОЧКА

### МАСЛО

соевое, рапсовое, подсолнечное

### ЗАЩИЩЁННЫЙ ЖИР

Кормовая добавка:  
Жир модифицированный ULTRA FEED F

Кормовой концентрат:  
Защищённый жир ULTRA FEED F

Кальциевые соли жирных кислот  
CALCI FEED MAX (для КРС)

## КОНТАКТЫ

ОТДЕЛ ПРОДАЖ В Г. ВОРОНЕЖЕ  
(в т.ч. поставки с Тольяттинского  
комбината пищевых продуктов)

Тел.: +7 (473) 206-67-48  
E-mail: opvmsd@efko.ru

ОТДЕЛ ПО РАЗВИТИЮ  
ПРОДАЖ В Г. ВОРОНЕЖЕ

E-mail: orpmsd@efko.ru

ОТДЕЛ ПРОДАЖ В Г. АЛЕКСЕЕВКЕ

Тел.: +7 (47234) 4-59-62  
E-mail: opmsd@efko.ru

9 · 2024

Agrarnaya nauka

Том 386, номер 9, 2024

Volume 386, number 9, 2024

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

© журнал «Аграрная наука»

© авторы

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



DOI журнала 10.32634/0869-8155

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

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

**Журнал «Аграрная наука» включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Полные тексты статей доступны на сайте eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>**

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

**Шеф-редактор** Костромичева И.В.  
**Научный редактор** Долгая М.Н.  
**Дизайн и верстка** Антонов С.Н.  
**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](mailto:agrovetpress@inbox.ru)  
[www.vetpress.ru](http://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 № ФМ 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](mailto: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://www.elibrary.ru)

Свободная цена.

Тираж 2000 экз.

Подписано в печать 23.09.2024

Дата выхода в свет 30.09.2024

Отпечатано в типографии ООО «Пропечать»: 119618, г. Москва, Боровское ш, дом 2А, корп. 4, кв. 260

# АГРАРНАЯ НАУКА

# AGRARIAN SCIENCE

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

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

## Издатель:

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

## Главный редактор:

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

## Редколлегия:

### ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

**Аббас Рао Захид**, доктор, доцент, Сельскохозяйственный университет Фейсалабад, Фейсалабад, Пакистан.

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

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

**Ансори Ариф Нур Мухаммад**, доктор ветеринарных наук, Университет Эйрланга, Сурабая, Индонезия.

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

**Баймуканов Д.А.**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Казахстан, Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства, г. Алматы, Казахстан.

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

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

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

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

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

**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.

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

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

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

**Миколайчик И.Н.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева — филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Курганский государственный университет», г. Курган, Россия.

**Миронова И.В.**, доктор биологических наук, профессор, Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия.

**Морозова Л.А.**, доктор биологических наук, профессор, Курганский государственный университет, г. Курган, Россия.

**Некрасов Р.В.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, г. Подольск, Московская обл., Россия.

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

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

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

**Позябин С.В.**, доктор ветеринарных наук, профессор, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, г. Москва, Россия.

**Радчиков В.Ф.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Беларусь.

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

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

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

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

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

16+



**Толуприя Л.Ю.**, доктор биологических наук, профессор, Оренбургский государственный аграрный университет, г. Оренбург, Россия.

**Уша Б.В.**, доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), 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.

**Херремов Ш.Р.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Союз промышленников и предпринимателей Туркменистана, г. Ашхабад, Туркменистан.

**Щербачев П.Н.**, доктор ветеринарных наук, доцент, Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Троицк, 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.

## АГРОНОМИЯ

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

**Годсвилл Нтсомбо Нтсефонг**, PhD, Университет Яунде I, г. Яунде, Камерун.

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

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

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

**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.

**Насиев Б.Н.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Казахстан, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан.

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

**Тирувенгадам Мутху**, PhD, Университет Конкук, г. Сеул, Южная Корея.

## АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

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

**Дарвиш Амира М. Галал**, PhD, доцент Научно-исследовательского института возделывания засушливых земель (ALCRI), Город научных исследований и технологических приложений (SRTA-City), г. Александрия, Египет.

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

**Зенгин Гохан**, PhD, профессор, Сельчукский университет, г. Сельчук-Конья, Турция.

**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.

**Кребс Каролина де Соуза**, PhD, Региональный университет Блюменау, г. Блюменау, Бразилия.

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

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

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

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

**Саркар Танмай**, PhD, Политехнический институт Мальды, г. Мальда, Индия.

**Смауи Слим**, PhD, Университет Сфакса, г. Сфакс, Тунис.

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

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

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

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

**Хан Мухаммад Усман**, PhD, Сельскохозяйственный университет Фейсалабада, г. Фейсалабад, Пакистан.

**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.

**Шехата Мохамед Гамаль Мохамед**, PhD, доцент, Исследовательский институт возделывания засушливых земель (ALCRI), Город научных исследований и технологических приложений (SRTA City), г. Каир, Египет.

**Эль-Сохайми Собхи Ахмед**, PhD, профессор пищевой биохимии, Город научных исследований и технологических приложений, г. Александрия, Египет.

## РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

**Алещенко В.В.**, доктор экономических наук, Институт экономики и организации промышленного производства, г. Новосибирск, Россия.

**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, Национальная академия наук, г. Минск, Беларусь.

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

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

**Попова Е.В.**, доктор экономических наук, профессор, Кубанский государственный аграрный университет, г. Краснодар, Россия.

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

9 · 2024

Agrarnaya nauka

Том 386, номер 9, 2024

Volume 386, number 9, 2024

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.

**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](mailto:agrovetpress@inbox.ru)

**Websites:** [www.vetpress.ru](http://www.vetpress.ru)  
<https://agrarnayanauka.ru>

**Advertising:** +7 (927) 155-08-10

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

**You can subscribe to the print magazine:**

— in the editorial office by phone. +7 (495) 777 67 67, ext. 1453, [agrovetpress@inbox.ru](mailto:agrovetpress@inbox.ru)

— in the subscription agency Ural-Press Okrug LLC — <https://www.ural-press.ru/catalog/>

Free subscription to the electronic version of the magazine — <https://agrarnayanauka.ru>

Subscription to archived issues and individual articles: — on the website of the Scientific editorial staff

<https://www.vetpress.ru/jour>

— on the website of the Scientific Electronic Library [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

The circulation of 2000 copies.

Signed in print 23.09.2024

Release date 30.09.2024

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

# АГРАРНАЯ НАУКА AGRARIAN SCIENCE

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

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

## Publisher:

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

## Editor-in-chief:

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

## Editorial board:

### ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

**Abbas Rao Zahid**, Dr. Associate Professor, University of Agriculture, Faisalabad, Faisalabad, Pakistan.

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

**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.

**Ansori Arif Nur Muhammad**, Doctor in Veterinary Science, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia.

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

**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.

**Dakheli Majid Javanmard**, doctor of Veterinary Medicine, Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran.

**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, Chelyabinsk Region, Russia.

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

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

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

**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.

**Kushaliyev K.Zh.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Zhangir khan West Kazakhstan Agrarian Technical University, Uralsk, Kazakhstan.

**Loretts 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.

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

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

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

**Nekrasov R.V.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Podolsk Municipal District, Moscow Region, Russia.

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

**Panin A.N.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian Biotechnological University (ROSBIO TECH), 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.

**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.

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

**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.

16+



**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.

**Kherremov Sh.R.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Union of Industrialists and Entrepreneurs of Turkmenistan, Ashgabat, Turkmenistan.

**Shcherbakov P.N.**, Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, South Ural State Agrarian University, Troitsk, Chelyabinsk region, Russia.

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

**Yuldashbaev Yu.A.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 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.

### AGRONOMY

**Bunin M.S.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Central Scientific Agricultural Library, Moscow, Russia.

**Godswill Ntsomboh Ntsefong**, PhD, University of Yaoundé I, Yaounde, Cameroon.

**Grichanov I.Ya.**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, All-Russian Research Institute of Plant Protection, Pushkin, Russia.

**Jalilov F.S.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia.

**Juraev M.Ya.**, PhD, Associate Professor, Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies, Andijan, Uzbekistan

**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.

**Zeynalov A.S.**, Doctor of Biological Sciences, Federal Scientific Selection and Technological Center for Horticulture and Nursery, Moscow, Russia.

**Islamgulov D.R.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia.

**Kazakhmedov R.E.**, Doctor of Biological Sciences, North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Derbent, Russia.

**Kalmykova E.V.**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia.

**Nasiev B.N.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Zhangir khan West Kazakhstan Agrarian Technical University, Uralsk, Kazakhstan.

**Nikitin S.N.**, Doctor of Agricultural Sciences, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture named after N.S. Nemtsev, Ulyanovsk, Russia.

**Thiruvengadam Muthu**, PhD, Konkuk University, Seoul, South Korea.

### AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

**Afrasyab Khan**, Doctor of Fluid Mechanics and Fluid engineering Machinery, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Malaysia.

**Babich O.O.**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

**Darwish Amira M. Galal**, PhD, Associate Professor, Arid Lands Cultivation Research Institute (ALCRI), City of Scientific Research and Technological Applications (SRTA-City), Alexandria, Egypt.

**Didmanidze O.N.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia.

**Zengin Gokhan**, PhD, Professor, Selcuk University, Seljuk-Konya, Turkey.

**Ivanov Yu.G.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia.

**Ishevsky A.L.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Research University ITMO, St. Petersburg, Russia.

**Krebs Caroline de Souza**, PhD, Blumenau Regional University, Blumenau, Brazil.

**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.

**Monica Mironescu**, Doctor in Industrial Engineering, Professor Eng., University Lucian Blaga of Sibiu, Sibiu, Romania.

**Sarkar Tanmai**, PhD, Malda Polytechnic Institute, Malda, India.

**El-Sohaimy Sobhy Ahmed**, PhD, Professor of Food Biochemistry City of Scientific Research and Technological Applications, Alexandria, Egypt.

**Shehata Mohamed Gamal Mohamed**, PhD, Associate Professor Arid Lands Cultivation Research Institute (ALCRI) City of Scientific Research and Technological Applications (SRTA City), Cairo, Egypt.

**Smaoui Slim**, PhD, University of Sfax, Sfax, Tunisia.

**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 Chelyabinsk region, Russia.

**Khan Muhammad Usman**, PhD, Faisalabad Agricultural University, Faisalabad, Pakistan.

**Khatko Z.N.**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Maikop State Technological University, Maikop, Russia.

**Chernopolskaya N.L.**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia.

**Fawzi M. Mahomoodally**, PhD, Professor, University of Mauritius, Reduit, Mauritius.

### REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

**Aleshchenko V.V.**, Doctor of Economics, Institute of Economics and Organization of Industrial Production, Novosibirsk, Russia.

**Bautin V.M.**, Doctor of Economics, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 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.

**Kireeva A.A.**, Candidate of Economic Sciences, Institute of Economics, Almaty, Kazakhstan.

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

**Popova E.V.**, Doctor of Economics, Professor, Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia.

**Rakhmetova R.U.**, Doctor of Economics, Professor, University of Turan, Astana, Kazakhstan.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>НОВОСТИ</b>	8
<b>СОБЫТИЯ ОТРАСЛИ, ТРЕНДЫ, НОВИНКИ</b>	
3 вопроса эксперту. Проаэроксил, МЭ: борьба с устойчивостью патогенов и улучшение агротехнологий	9
Парламентарии: итоги и планы	12
Особое внимание — мерам профилактики	14
«Тилтран» — эффективный контроль бактериальных инфекций органов дыхания в стаде	16
НМА: в России устойчиво растет среднее потребление мяса и мясопродуктов	18
Микроэлементозы у овец: решение актуальной проблемы с помощью кормокоррекции	19
Эффективность применения пробиотического препарата «Бацелл-МТ» для профилактики клостридиоза бройлеров	20
Пшеница — фундамент внешних поставок отечественной сельхозпродукции	22
Bayar на защите качества	23
<b>ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ</b>	
Роль гуманитарных дисциплин в подготовке специалистов аграрного профиля: опыт преподавания русского языка и культуры речи в сельскохозяйственном вузе	24
Анализ реализации подходов устойчивого развития, циркулярной экономики и ESG-стратегии с позиции экологического интеллекта	26
Институциональное становление аграрного социума как фактора инновационной трансформации	28
Практика применения комбинированной схемы лечения антибактериальными препаратами при клиническом мастите у коров	31
<b>ВЕТЕРИНАРИЯ</b>	
Луцый В.И., Сибирцев В.Д., Нефедов А.М., Руденко П.А. Уровень прооксидантно-антиоксидантного статуса у высокопродуктивных коров при коморбидном течении акушерско-гинекологической и ортопедической патологии	34
Бурков П.В., Дерхо М.А., Ребезов М.Б., Щербаков П.Н., Дерхо А.О. Экспериментальное исследование острой токсичности внутримышечной формы специфического иммунобиостимулятора — трансфер-фактора	40
Гусарова А.В., Лящук Ю.О., Овчинников А.Ю., Самарин Г.Н., Иванищев К.А. Влияние препаратов, содержащих глюконолактон, на морфологические показатели крови кроликов	48
<b>ЗООТЕХНИЯ</b>	
Saleh H., Hamwi M.N. The effect of different levels of L-isoleucine in compound feeds on the growth of tilapia	54
Косилов В.И., Юлдашбаев Ю.А., Никонова Е.А., Рахимжанова И.А., Седых Т.А., Калякина Р.Г., Долгая М.Н. Развитие костной системы молодняка бестужевской породы и ее помесей с симменталами	60
Чинаров Р.Ю., Луканина В.А., Сингина Г.Н., Шедова Е.Н. Результативность получения ооцитов при проведении повторной серии трансвагинальной УЗИ-ассистированной пункции фолликулов у телок симментальской породы	65
Требунских Е.А., Белоус А.А., Отрадных П.И., Контэ А.Ф., Решетникова А.А., Волкова В.В., Зиновьева Н.А. Генетическая архитектура мясных показателей свиноматок крупной белой породы	71
Щербаков Ю.С., Николаева О.А., Тыщенко В.И. Изучение динамики относительной экспрессии гена EGR1 у радужной форели в разных тканях	77
<b>АГРОНОМИЯ</b>	
Чебоचाков Е.Я., Иванов О.А., Капсаргин А.И., Муртаев В.Н. Влияние технологий освоения и использования целинных, залежных земель на агроэкологическую устойчивость и плодородие почвы	82
Самофалов А.П., Подгорный С.В., Скрипка О.В., Чернова В.Л., Кравченко Н.С. Создание и оценка по основным хозяйственно ценным признакам нового сорта озимой мягкой пшеницы Рубин Дона	88
Подгорный С.В., Скрипка О.В., Самофалов А.П., Чернова В.Л., Чернова А.А. Хозяйственно-биологическая оценка нового среднеспелого сорта мягкой озимой пшеницы Приазовье	95
Астарханова Т.С., Алибалаева Л.И., Абасова Т.И., Алибалаев Д.А. Эффективность современных фунгицидов в защите зерновых культур	101
Резвякова С.В., Пигоров И.Я., Некипелов Т.С. Особенности роста и развития гибридов подсолнечника при использовании ЖКУ в условиях лесостепи России	107
Понажев В.П., Козьякова Н.Н. Методы ускоренного создания обновленных семян льна высокого качества в первичном семеноводстве	114
Шахмирзоев Р.А. Урожайность и товарные качества плодов яблони сорта Голден Делишес в зависимости от обрезки на слаборослых подвоях	119
Волкова В.В., Храпач В.В. Рост и развитие лотоса в искусственных водоемах в условиях Ставропольской возвышенности	124
<b>АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b>	
Блинов А.В., Гвозденко А.А., Блинова А.А., Рехман З.А., Нагдалян А.А., Леонтьев П.С., Аскерова А.С., Ребезов М.Б. Наночастицы селена, стабилизированные хитозаном, для обогащения молочной продукции	130
<b>РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА</b>	
Папаскири Т.В., Митрофанов С.В., Богданчиков И.Ю., Ананичева Е.П., Шевчук А.А. Анализ структуры посевных площадей России в рамках концепции устойчивого земледелия	136
Никишин А.Ф., Карашук О.С., Майорова Е.А., Большаков А.И. Исследование социальных функций торговли по поддержке развития товарности фермерской продукции	146
<b>ОНЛАЙН КОНТЕНТ</b>	
Тимофеевская С.А., Непочатых А.Ю. Библиометрический анализ научных публикаций на веб-сайтах аграрных учреждений высшего и дополнительного образования Российской Федерации	152





# ЗОЛОТАЯ | 20 ОСЕНЬ | 24



Министерство  
сельского хозяйства  
Российской Федерации

XXVI РОССИЙСКАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

## 9–12 ОКТЯБРЯ

### ТИМИРЯЗЕВ ЦЕНТР

Адрес выставки:  
Москва, Верхняя Аллея, 8

Юридический адрес  
Выставочного оператора:  
ООО «Хорда»,  
123056, город Москва,  
Электрический переулок, 12

Реклама

[russianagroweek.ru](http://russianagroweek.ru)  
E-mail: [info@russianagroweek.ru](mailto:info@russianagroweek.ru)

Тел.: +7 (495) 240–92–26

## CONTENTS

### NEWS .....8

### INDUSTRY EVENTS, TRENDS, NOVELTIES

3 questions to the expert. Proazoxyl, ME: combating pathogen resistance and improving agricultural technologies .....	9	
Parliamentarians: results and plans .....	12	
Special attention to preventive measures .....	14	
Tiltran: effective control of bacterial respiratory infections in the herd .....	16	
Average consumption of meat and meat products is steadily growing in Russia .....	18	
Microelementoses in sheep: solving a pressing problem with the help of feed correction .....	19	
Efficiency of using the probiotic drug «Bacell-MT» for the prevention of clostridiosis in broilers.....	20	
Wheat is the foundation of external supplies of domestic agricultural products .....	22	
Bayer in defense of quality .....	23	

### FROM THEORY TO PRACTICE

The role of humanitarian disciplines in training specialists in the agricultural profile: the experience of teaching the Russian language and culture of speech in an agricultural university.....	24
Analysis of the implementation of sustainable development approaches, circular economy and ESG strategy from the standpoint of environmental intelligence .....	26
Institutional formation of agrarian society as a factor in innovative transformation.....	28
Practice of using a combined treatment regimen with antibacterial drugs for clinical mastitis in cows .....	31

### VETERINARY MEDICINE

Lutsay V.I., Sibirtsev V.D., Nefedov A.M., Rudenko P.A. Level of prooxidant-antioxidant status in highly productive cows with comorbid obstetric, gynecological and orthopedic pathology .....	34
Burkov P.V., Derkho M.A., Rebezov M.B., Shcherbakov P.N., Derkho A.O. Experimental study of acute toxicity of the intramuscular form of a specific immunobiostimulator — transfer factor .....	40
Gusarova A.V., Lyashchuk Yu.O., Ovchinnikov A.Yu., Samarin G.N., Ivanishchev K.A. The influence of drugs containing gluconolactone on the morphological parameters of the blood of rabbits.....	48

### ZOOTECHNICS

Saleh H., Hamwi M.N. The effect of different levels of L-soleucine in compound feeds on the growth of tilapia .....	54
Kosilov V.I., Yuldashbaev Yu.A., Nikonova E.A., Rakhimzhanova I.A., Sedykh T.A., Kalyakina R.G., Dolgaya M.N. Development of the bone system of young Bestuzhev breed and its crossbreeds with simmentals .....	60
Chinarov R.Yu., Lukanina V.A., Singina G.N., Shedova E.N. Efficiency of oocytes retrieval during a repeated series of transvaginal ultrasound-guided puncture of follicles in Simmental heifers .....	65
Trebunskih E.A., Belous A.A., Otradnov P.I., Conte A.F., Reshetnikova A.A., Volkova V.V., Zinovieva N.A. Genetic architecture of meat traits in Large White sows.....	71
Scherbakov Y.S., Nikolaeva O.A., Tyshchenko V.I. Study of the dynamics of relative expression of the EGR1 gene in rainbow trout in different tissues .....	77

### AGRONOMY

Chebochakov E.Ya., Ivanov O.A., Kapsargin A.I., Murtaev V.N. The impact of technologies for the development and use of virgin, fallow lands on agroecological stability and soil fertility.....	82
Samofalov A.P., Podgorny S.V., Skripka O.V., Chernova V.L., Kravchenko N.S. Development and evaluation of a new winter bread wheat variety Rubin Dona according to the main economically valuable traits .....	88
Podgorny S.V., Skripka O.V., Samofalov A.P., Chernova V.L., Chernova A.A. Economic and biological assessment of a new medium-ripened variety of soft winter wheat Priazovye.....	95
Astarkhanova T. S., Alibalayeva L.I., Abasova T.I., Alibalayev D.A. The effectiveness of modern fungicides in the protection of grain crops .....	101
Rezyakova S.V., Pigorev I.Ya., Nekipelov T.S. Peculiarities of growth and development of sunflower hybrids when using LCS in the conditions of forest-steppe of Russia .....	107
Ponazhev V.P., Kozyakova N.N. Methods for the accelerated creation of updated high-quality flax seeds in primary seed production .....	114
Shakhmirzoev R.A. Productivity and amarketable guakites of apple mree fruits of the Golden Delicious varityon low growing rootstocks depending on prunig .....	119
Volkova V.V., Khrapach V.V. The growth and development of the lotus in artificial reservoirs in the conditions of the Stavropol upland.....	124

### AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Blinov A.V., Gvozdenko A.A., Blinova A.A., Rekhaman Z.A., Nagdalyan A.A., Leontiev P.S., Askerova A.S., Rebezov M.B. An innovative form of the essential trace element copper .....	130
---	-----

### REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

Papaskiri T.V., Mitrofanov S.V., Bogdanchikov I.Yu., Ananicheva E.P., Shevchuk A.A. Analysis of the structure of Russian acreage within the framework of the concept of sustainable agriculture.....	136
Nikishin A.F., Karashchuk O.S., Mayorova E.A., Boldiasov A.I. Research on the social functions of trade to support the development of marketability of farm products .....	146

### ONLINE CONTENT

Timofeevskaya S.A., Nepochatykh A.Yu. Bibliometric analysis of scientific publications on the websites of agricultural institutions of higher and additional education of the Russian Federation .....	152
--	-----





# КормВет экспо Грэйнд 2024

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ВЫСТАВКА КОРМОВ, КОРМОВЫХ ДОБАВОК,  
ВЕТЕРИНАРИИ И ОБОРУДОВАНИЯ

## 22-24 ОКТЯБРЯ

МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО», ПАВИЛЬОН 2

ПРОВОДИТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ И УЧАСТИИ



СВИНОВОДСТВО | ПТИЦЕВОДСТВО | ЖИВОТНОВОДСТВО | АКВАКУЛЬТУРА  
ПРОИЗВОДСТВО КОМБИКОРМОВ | ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ЗЕРНА



FEEDVET-EXPO.RU

## НАС ВЫБИРАЮТ ПРОФЕССИОНАЛЫ!

ТЕЛ.: +7 (499) 649-50-20  
E-MAIL: INFO@FEEDVET-EXPO.RU

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ ООО "ДЕКАРТС СИСТЕМ"  
119049, Г. МОСКВА, ЛЕНИНСКИЙ ПРОСПЕКТ, 2/2А, ОФИС 326





### КАБМИН ПРОДЛИЛ МЕРЫ ЗАЩИТЫ ВНУТРЕННЕГО РЫНКА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ

Правительство РФ продлило до 31.08.2026 экспортные пошлины на семена подсолнечника в размере 50%, но не менее 32 тыс. за 1 т, на соевые бобы в размере 20%, но не менее 100 долл. за 1 т, сообщает ТАСС со ссылкой на официальный сайт кабмина.

Вместе с этим, отмечает информагентство, продлевается срок действия плавающих ставок вывозных таможенных пошлин на подсолнечное масло и подсолнечный шрот. Кроме того, с 01.09.2024 по 31.08.2026 устанавливаются экспортные пошлины на семена рапса взамен действующего временного запрета на вывоз. Размер ставки составит 30%, но не менее 165 евро за 1 т.

В сообщении уточняется, что временные ограничения, как и прежде, будут действовать на вывоз продукции из РФ за пределы ЕАЭС.

### ПЛОЩАДЬ ЗАСТРАХОВАННЫХ РОССИЙСКИМИ АГРАРИЯМИ ПОСЕВОВ УВЕЛИЧИЛАСЬ НА 42%

Согласно данным Национального союза агростраховщиков, в России за первые 7 месяцев 2024 года застраховано 9,2 млн га посевов и посадок сельхозкультур, что на 42% больше, чем за аналогичный период 2023 года (6,5 млн га). Причем фиксируется резко возросший спрос как на страхование урожая в целом, так и на программу ЧС.

Как отметил президент Союза Корней Биждов, сейчас идет сев озимых, соответственно, начинается кампания их страхования, которая осуществляется осенью. По данным НСА, именно эти культуры особенно подвержены высоким рискам: только за гибель высеванных прошлой осенью озимых страховщики компенсировали убытки аграриев на сумму более 1 млрд руб., и эта сумма не является окончательной, сообщил он.

(Источник: Официальный сайт Национального союза агростраховщиков)

### ВОЛГОГРАДСКИМИ СЕЛЕКЦИОНЕРАМИ ВЫВЕДЕН НОВЫЙ СОРТ ФАСОЛИ

На полях ССЦ «Росток» Волгоградской области начался сбор семян фасоли нового сорта: в планах селекционеров — собрать порядка 4 т ценного посевного материала, сообщили в Комитете сельского хозяйства региона.

В сообщении отмечено, что в следующем году новый сорт фасоли планируется внести в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, что позволит приступить к производству бобовой культуры в промышленных объемах для последующей переработки. Ценное свойство сорта — пригодность для консервирования с сохранением внешних и вкусовых качеств, уточнили в ведомстве.

Работы над проектом создания и внедрения новых перспективных отечественных сортов, гибридов овощных и бобовых культур селекционно-семеноводческий центр проводит при поддержке администрации региона. Ранее губернатором Андреем Бочаровым поставлены задачи по развитию в области селекционно-семеноводческой сферы, проинформировали в ведомстве.

(Источник: Официальный портал Комитета сельского хозяйства Волгоградской области)

## Амплификатор LOCUS® Intero с детекцией в режиме реального времени

helicon

РЕКЛАМА

Качественный и количественный анализ нуклеиновых кислот методом ПЦР с флуоресцентной детекцией.

Внесён в Государственный реестр средств измерений № 92449-24.



### Сферы применения:

- подтверждение достоверности происхождения племенной продукции;
- выявление генетически детерминированных заболеваний;
- паспортизация генотипов;
- детекция и идентификации ГМО.



helicon

Единый телефон  
**8 800 770 71 21**  
бесплатный звонок по России

000 «Компания Хеликон», г. Москва,  
Новомещерский проезд, д. 9, стр. 1  
Адрес центрального отдела продаж  
в г. Москве: Кутузовский проспект, д. 88

# ПРОАЗОКСИЛ, МЭ: БОРЬБА С УСТОЙЧИВОСТЬЮ ПАТОГЕНОВ И УЛУЧШЕНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЙ



Журнал «Аграрная наука» при поддержке одного из лидеров отечественного рынка средств защиты растений (СЗР) Группы компаний «Шанс» представляет рубрику «Три вопроса эксперту». Руководитель отдела по поддержке и развитию продукции ГК «Шанс» Василий Соннов — о комплексном протравителе для семян зерновых колосовых культур, препарате «Проазоксил, МЭ»



## 1 В настоящее время весьма актуальна проблема устойчивости патогенов, поражающих зерновые культуры. Существуют ли препараты, способные обеспечить многофакторный подход к защите растений?

За последние несколько десятилетий патогенные грибы, поражающие зерновые культуры, значительно повысили свою устойчивость к традиционным фунгицидам. Это связано с тем, что многие препараты действуют на однотипные механизмы в клетках грибов, что приводит к постепенному развитию резистентности. Именно в этом контексте выделяется «Проазоксил, МЭ» — препарат, предлагающий многофакторный подход к защите растений.

Данный препарат представляет собой комплексный протравитель для семян зерновых колосовых культур, сочетающий в себе три активных компонента: прохлораз, азоксистробин и тебуконазол. Препарат интересен не только своим составом, но и тем, как взаимодействие этих веществ позволяет решить одну из главных проблем современного сельского хозяйства — устойчивость патогенов к фунгицидам.

## 2 В чем уникальность и эффективность препарата?

«Проазоксил, МЭ» уникален тем, что его активные компоненты работают в синергии, охватывая широкий спектр патогенов и атакуя их с разных сторон.

Прохлораз — это мощный ингибитор биосинтеза стеролов в клеточных мембранах грибов, который предотвращает их рост и размножение. Его действие направлено на патогены, обитающие на поверхности семян и в верхних слоях почвы.

Азоксистробин обладает системной активностью и способен проникать в ткани растения, распространяясь по всей его структуре. Он блокирует энергетический обмен в клетках грибов, что препятствует их жизнедеятельности на более поздних стадиях развития культуры. Азоксистробин известен своим «зеленым» эффектом — улучшает

фотосинтез и повышает стрессоустойчивость растений.

Тебуконазол является ингибитором биосинтеза эргостерола — одного из ключевых компонентов клеточной мембраны грибов. Это вещество отличается пролонгированным действием и защищает растение от инфекции на протяжении длительного времени — с момента посева вплоть до активной вегетации.

### Эффективность препарата

Комбинация трех фунгицидов в одном препарате обеспечивает широкий спектр действия и высокую эффективность в борьбе с различными грибковыми инфекциями. Прохлораз, азоксистробин и тебуконазол, действуя синергично, позволяют защитить семена и проростки от множества болезней, тем самым способствуя их здоровому развитию и повышению урожайности.

Исследования показывают, что использование данного протравителя приводит к значительному снижению заболеваемости зерновых культур такими болезнями, как гельминтоспориоз, фузариоз и мучнистая роса. В частности, было отмечено, что использование комбинации прохлораза, азоксистробина и тебуконазола снижает инфицирование семян на 70–90% в зависимости от условий выращивания и уровня зараженности почвы.

Кроме того, препарат демонстрирует длительное защитное действие вплоть до появления фазы кущения у зерновых культур, что особенно важно в условиях, где высок риск развития повторных инфекций.

## 3 Чем «Проазоксил, МЭ» отличается от традиционных протравителей? Какие рекомендации можете дать для практического применения препарата?

Что действительно отличает «Проазоксил, МЭ» от других препаратов на рынке, так это его способность предотвращать развитие резистентности у патогенов. Большинство протравителей, особенно однокомпонентных, через несколько сезонов теряют свою эффективность

из-за того, что патогены адаптируются к одному механизму действия. «Проазоксил, МЭ» объединяет несколько механизмов, что существенно затрудняет развитие устойчивости.

Кроме того, важно отметить влияние азоксистробина на физиологию растения. В отличие от многих других фунгицидов, этот компонент не только защищает от патогенов, но и стимулирует рост растений, повышая их урожайность и устойчивость к стрессовым условиям, таким как засуха или холод.

### Практическое применение и перспективы

«Проазоксил, МЭ» особенно полезен в условиях, когда требуется комплексная защита растений от множества патогенов и когда на первый план выходит необходимость предотвращения резистентности. Этот препарат идеально подходит для хозяйств, которые стремятся к устойчивому сельскому хозяйству, минимизируя риск появления резистентных штаммов грибов.

Существует мнение, что будущее агрохимии лежит в создании препаратов, которые будут одновременно защищать и стимулировать развитие растений, и «Проазоксил, МЭ» уже сегодня является воплощением этой идеи. За счет комплексного действия он не просто защищает урожай, но и способствует его увеличению.

«Проазоксил, МЭ» — это не просто еще один протравитель для семян, это шаг вперед в борьбе с устойчивостью патогенов и в улучшении агротехнологий. Его применение помогает аграриям не только эффективно защищать посевы, но и работать на перспективу, создавая устойчивые к стрессам и заболеваниям посевы.

**ГК «Шанс»**  
Тел. 8 (800) 700-90-36  
[shans-group.com](http://shans-group.com)

ООО «Шанс Трейд» — генеральный партнер завода-производителя «Шанс Энтерпрайз» по реализации продукции на территории РФ.



## ПАРЛАМЕНТАРИИ: ИТОГИ И ПЛАНЫ

Итоги работы Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию в период весенней сессии текущего года обсудили участники пресс-конференции, прошедшей 05.08.2024 на площадке ММПЦ «Россия сегодня».

Как было отмечено в ходе мероприятия, повышение конкурентоспособности российских сельхозтоваропроизводителей, аграрного сектора в условиях геополитического давления и антироссийских санкций — одна из ключевых задач, стоящих перед страной, в реализации которых принимает активное участие Комитет СФ ФС РФ по аграрно-продовольственной политике и природопользованию.

Согласно данным главы Комитета Александра Двойных, результатом работы сенаторов в весеннюю сессию 2024 года стало принятие 56 федеральных законов (в 17 из них Комитет являлся ответственным исполнителем), в том числе крайне важного федерального закона, направленного на создание, развитие и поддержку инфраструктуры рынка отечественной фермерской продукции. В частности, отметил парламентарий, в ходе разработки данного закона законодатели предложили для этой продукции сделать отдельный знак маркировки по примеру органических товаров, чтобы словосочетание «фермерские продукты» можно было применить только к товарам, действительно произведенным фермерами. Между тем некоторые крупные сельхозтоваропроизводители используют при маркировке агропродуктов словосочетание «фермерская продукция» исключительно в целях маркетинга, тогда как их продукция на деле таковой не является. «С нашей точки зрения, это просто некорректно, — заявил спикер. — Ведь, покупая в магазине, например, фермерский творог, мы хотим быть уверенными в том, что он произведен малым предприятием, сохраняющим традиционный уклад жизни на селе». В связи с этим с целью противодействия крупным производителям и перекупщикам, использующим данное словосочетание для повышения стоимости своей сельхозпродукции, законотворцы предложили юридически закрепить понятия «фермер» и «фермерская продукция». «Такое предложение чрезвычайно актуально: фермерская (как и органическая) продукция имеет гораздо более высокую себестоимость по сравнению с товарами, произведенными промышленным способом», — отметил Александр Двойных. Что касается отдельного знака, то его наличие, по мнению сенатора, даст преимущества не только производителям сельхозпродукции, но и покупателям (они точно будут знать, что приобретают продукты фермерского предприятия).

Парламентарий сообщил о необходимости усиления контроля в сфере применения пестицидов и агрохимикатов. Он отметил, что Комитет (поскольку сегодня фактически выполнены количественные показатели Доктрины продовольственной безопасности РФ, развивается экспортный потенциал) на следующий период работы выбрал приоритетом переход от количества к качеству. «В настоящее время на внутреннем и мировом



рынках российская сельхозпродукция — синоним экологически чистой качественной продукции, ей можно доверять, а агрохимическая нагрузка — это всегда важный фактор качественных показателей. У нас имеется поручение от председателя Совета Федерации навести в этом направлении порядок, в том числе законодательный», — сказал сенатор.

Базовый закон о безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами приняли в 1997 году. Разумеется, современные требования отличаются от норм конца прошлого века в этой области, отметил первый заместитель председателя Комитета Сергей Митин. По его словам, в действующем законодательстве РФ уровень административной и уголовной ответственности за вред, нанесенный окружающей среде и здоровью населения, часто не соответствует его масштабам, поэтому меры ответственности и предлагается ужесточить. Помимо этого, сенаторы предлагают внести в базовый закон изменения, предполагающие проверку содержания пестицидов не в конечной продукции, а норм их внесения при ее производстве, проинформировал законодатель. «Мы уходим от проверок каждого яблока или каждой тонны пшеницы, произведенной у нас. Это прерогатива товаропроизводителя, который через декларацию качества получает доступ на рынок. А в нашей прерогативе — проверять землю, на которой выращивается эта продукция», — отметил он, уточнив, что парламентская инициатива была одобрена Комиссией по противодействию незаконному обороту промышленной продукции.

Этой осенью пакет законопроектов, ужесточающих ответственность за нарушения в сфере производства, ввоза, реализации и применения пестицидов и агрохимикатов, будет внесен в Госдуму, сообщил сенатор.

Ю.Г. Седова

# BEPPPEC:

**ВЕРРЕС-КЛОСТ-СВ**



+7 (495) 640-1714, +7 (800) 777-9814



## ОСОБОЕ ВНИМАНИЕ — МЕРАМ ПРОФИЛАКТИКИ

На пресс-конференции руководства Управления Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору по г. Москве, Московской и Тульской областям, прошедшей в МИА «Россия сегодня», состоялось обсуждение итогов работы ведомства за первую половину 2024 года.

Согласно данным руководителя Управления Россельхознадзора по г. Москва, Московской и Тульской областям Евгения Антонова, с начала текущего года сотрудниками ведомства проведено порядка 17 тыс. мероприятий, из них 80% — профилактических. «В настоящее время мы очень серьезно продвинулись в обнаружении нарушений не в ходе проведения проверок, поскольку их сейчас немного, а посредством анализа информационного поля на предмет выявления определенных законодательством индикаторов риска», — сказал он. Как сообщил спикер, Управлением за этот год вынесено (вместо организации проверок) более 3000 предостережений и объявлено (вместо штрафов) 34 предупреждения.

Евгений Антонов проинформировал о результатах лабораторного контроля поднадзорной продукции, отметив, что за указанный период сотрудниками Управления было отобрано и направлено на исследование более 70 тыс. проб, из которых несоответствия требованиям безопасности выявлены в 2500 случаях. «Если продукция признается лабораторными исследованиями небезопасной, то, помимо прочих мероприятий, определенных нашим законодательством, инструкциями, мы принимаем меры к отзыву на нее декларации о соответствии», — пояснил он. В связи с этим ведомством принято 203 решения о признании недействительными деклараций о соответствии на животноводческую продукцию и 130 — в отношении партий зерна, сообщил чиновник.

Заместитель руководителя Управления Дмитрий Васин, обозначив важность обеспечения безопасности поступающей плодоовощной продукции и семенного материала, сообщил, что в 2024 году специалистами ведомства выявлено 20 видов карантинных объектов в 716 случаях. Он отметил, что на территориях регионов, несмотря на введенные санкции, не наблюдается недостатка плодоовощной продукции и семенного материала.

Информируя о результатах деятельности Управления по контролю за ввозом пестицидов, чиновник сообщил, что сотрудниками ведомства за указанный период проконтролировано 220 партий общим весом порядка 1200 тонн. Все эти партии соответствовали заявленным требованиям, резюмировал он.

«Что касается "цветочного вопроса", в преддверии 1 сентября особенно интересующего СМИ,



Источник фото: официальный сайт Управления Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору по городу Москве, Московской и Тульской областям

относительно ситуации, связанной с традиционным завозом большого количества разнообразных цветов, отмечу, что Управление ежегодно испытывает пиковые нагрузки не только в связи с Днем знаний, но и 14 февраля (в День святого Валентина, или День всех влюбленных), 8 марта — в Международный женский день. Мы к дополнительным нагрузкам готовы, в частности, на это время усиливаем (увеличиваем) инспекторский состав на складах временного хранения, куда поступают цветы. Уточню: все эти склады оборудованы фитосанитарными лабораториями подведомственного Россельхознадзору Всероссийского центра карантина растений (ФГБУ ВНИИКР), что позволяет провести качественный досмотр, лабораторную экспертизу цветочной продукции и не допустить проникновения карантинных объектов на территории наших регионов», — отметил спикер.

Заместитель руководителя Управления Владимир Менякин, информируя о результатах деятельности по обеспечению эпизоотического благополучия в регионах ответственности ведомства, отметил важность и первостепенность мер профилактики. Он сообщил, что на текущий момент на территориях регионов проводятся только плановые проверки предприятий чрезвычайно высокого и высокого риска и внеплановые — при выявлении индикаторов риска, уточнив, что за первые 6 месяцев 2024 года проведены 22 плановых и 28 внеплановых контрольных (надзорных) мероприятий в сфере ветеринарного надзора.

Замруководителя рассказал об итогах работы по надзору за оформлением ветеринарных сопроводительных документов во ФГИС «Меркурий», сделав акцент на деятельности по внедрению аналитических модулей искусственного интеллекта, позволяющих пресекать нарушения законодательства недобросовестными организациями. Управлением выявлено более 10 тыс. нарушений, исключено из оборота, по оценкам экспертов ведомства, более 20 тыс. т потенциально небезопасной продукции, заблокировано 68 фантомных площадок, подытожил он.

Ю.Г. Седова



## УСЛУГИ ДЛЯ РОССИЙСКИХ ФЕРМЕРОВ

С ответственностью за результат.



### ВОСПРОИЗВОДСТВО «ПОД КЛЮЧ»

Полный аутсорсинг с оплатой за стельность.



### ГЕНОМНАЯ ОЦЕНКА ВАШЕГО СТАДА

Определение племенной ценности ваших животных.  
Ранжирование стада.



### ХРОМОСОМНЫЙ ПОДБОР ПАР

Закрепление на уровне ДНК.



## УСЛУГИ:

+7 (910) 227-70-02  
@ mail@cogentrus.ru

## СЕМЯ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭТО:



Единственное производство  
сексированного семени в РФ



Качество мирового уровня



Стабильность поставок в меняющемся мире



Высокая племенная ценность



Доступная цена и локальное производство



Высокий уровень TPI и NMS



Эксклюзивная технология  
стандарта Ультраплюс 4М™  
(4 миллиона спермиев в 1 дозе)



## СЕМЯ:

+7 (985) 774-64-31  
@ v.andreev@intergenrus.ru

# «ТИЛТРАН» — ЭФФЕКТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ В СТАДЕ

Заболевания органов дыхания являются одной из основных причин экономических потерь в скотоводстве. Как правило, эти заболевания многофакторные, бактериальная инфекция развивается на фоне первичной вирусной инфекции. В основе лечения заболеваний органов дыхания лежит антибиотикотерапия. Однако из-за высокой резистентности патогенных штаммов микроорганизмов к используемым антибиотикам ее эффективность не всегда удовлетворительна.



Для эффективного контроля респираторных заболеваний компания «Новая Группа» выпустила на рынок современный антибактериальный препарат последнего поколения макролидов ТИЛТРАН.

Тулатромицин, действующее вещество ТИЛТРАНА, обладает широким спектром действия против грамположительных и грамотрицательных бактерий, включая *Mannheimia (Pasteurella) haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Haemophilus somnus*, *Haemophilus parasuis*, *Mycoplasma bovis*, *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Moraxella bovis*, *Neisseria spp.*, *Bordetella bronchiseptica*. Тулатромицин быстро всасывается из места инъекции и накапливается в нейтрофилах и альвеолярных макрофагах легких. После однократного введения ТИЛТРАНА его терапевтические концентрации в легочной ткани свиней и крупного рогатого скота сохраняются до 15 дней. Это особенно важно в условиях крупных животноводческих комплексов, где время и трудозатраты на лечение имеют большое значение.

## Преимущества ТИЛТРАНА:

1. Пролонгированное действие — терапевтические концентрации в легких сохраняются до 15 суток;
2. Предотвращает сезонные вспышки респираторных заболеваний в стаде;
3. Курс лечения — 1 инъекция.

По данным производственных испытаний в хозяйствах Московской и Смоленской областей, применение

ТИЛТРАНА позволяло во всех случаях быстро улучшить состояние животных и купировать вспышку заболевания. Во всех случаях ветеринарные врачи отмечали хорошую переносимость препарата животными, более высокие показатели среднесуточных привесов у особей, получавших ТИЛТРАН.

## Заключение

ТИЛТРАН зарекомендовал себя как надежное и эффективное средство для контроля инфекционных болезней органов дыхания у крупного рогатого скота и свиней. Его преимущества, такие как высокая эффективность, длительное действие, быстрое улучшение общего состояния животных, удобство применения и хорошая переносимость, делают его незаменимым инструментом в арсенале ветеринарного врача. Применение ТИЛТРАНА способствует не только улучшению здоровья животных, но и повышению экономической эффективности животноводства.

Давыденкова О.В., ведущий ветеринарный врач  
ООО «Новая Группа»



**НОВАЯ ГРУППА**

ООО «Новая Группа»  
141700, Московская область,  
г. Долгопрудный, ул. Виноградная, 13  
тел.: +7 (495) 221-01-59  
[www.groupnew.ru](http://www.groupnew.ru)



**1** ЭФФЕКТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ  
БАКТЕРИАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ  
ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

**2** АНТИМИКРОБНОЕ ДЕЙСТВИЕ  
ДО 15 ДНЕЙ

**3** КУРС ЛЕЧЕНИЯ 1 ИНЪЕКЦИЯ



Тулатромицин 10% раствор для инъекций

## СОВРЕМЕННЫЙ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЙ ПРЕПАРАТ ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ КРС И СВИНЕЙ ОТ РЕСПИРАТОРНЫХ ИНФЕКЦИЙ



### КРУПНОМУ РОГАТОМУ СКОТУ

*1 мл/40 кг массы животного  
подкожно, однократно*



### СВИНЯМ

*1 мл/40 кг массы животного  
однократно внутримышечно  
в область шеи*

**ТИЛТРАН. БЫСТРЫЙ ЭФФЕКТ. ДЛИТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ.**



8 (495) 221-01-58  
8 (495) 221-01-59



Россия, 141705,  
М.О., г. Долгопрудный,  
ул. Виноградная, д. 13



info@groupnew.ru  
www.groupnew.ru

Регистрационное удостоверение:  
32-3-24.23-5051N№ПВР-3-24.23/03865





# НМА: В РОССИИ УСТОЙЧИВО РАСТЕТ СРЕДНЕЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

В ходе круглого стола на тему «10 лет контрсанкций в сельском хозяйстве», прошедшего 06.08.2024 в Общественной палате РФ, состоялось обсуждение текущего положения дел в агросекторе как результата антисанкционной деятельности принятых государством системных решений по защите и поддержке российских производителей. В мероприятии принял участие руководитель Национальной мясной ассоциации (НМА) Сергей Юшин.

Сегодня Россия по производству мяса птицы и свинины находится на 4-м месте в мире, сообщил, выступая на круглом столе, глава НМА Сергей Юшин. РФ входит в топ-10 по производству говядины, причем ее выпуск постепенно растет — от 1,621 млн т в 2014 году до 1,648 млн т в 2023-м, в 2024 году предположительно составит 1,67 млн т, отметил он. Высокие позиции занимает Россия и в производстве мяса индейки — 2-е место в мире, а ведь отрасль индейководства была создана в нашей стране практически с нуля, в том числе благодаря введению специальных экономических мер (продэмбарго), добавил эксперт. Он уточнил, что производство мяса индейки выросло до 422 тыс. т в 2023 году (со 109 тыс. т в 2014-м) и, по прогнозам, составит 440 тыс. т в 2024 году. Как результат, в настоящее время РФ почти не импортирует мясо индейки и является его единственным поставщиком на китайский рынок, резюмировал глава НМА.

Эксперт напомнил, что системно российское сельское хозяйство начало развиваться еще с 2000-х годов — с запуска приоритетного национального проекта «Развитие АПК», затем государственной программы развития сельского хозяйства и ряда других мер, в том числе предоставления льготных инвестиционных кредитов. Так, благодаря господдержке инвестиции в животноводство только за последние 10 лет составили порядка 1,35 трлн руб., отметил он.

По данным ассоциации, в России с 2014 года устойчиво растет среднее потребление мяса и мясопродуктов (как продуктов, наиболее экономически доступных россиянам), причем увеличивалось оно даже в те годы, когда снижались располагаемые доходы населения. И если ранее большинство россиян ели «ножки Буша», потом — российскую птицу, то сейчас они потребляют больше свинины, которая в свое время была для них достаточно дорогой, а теперь стала значительно доступнее, пояснил эксперт. В следующем году потребление мяса птицы и свинины (в связи с увеличением экономической доступности последней) может сравняться, добавил он.

Согласно презентации спикера, сельхозтоваропроизводителями в 2023 году произведено 5,274 млн т мяса птицы (в 1,3 раза больше показателя 2014 года) и 4,729 млн т свинины, а в 2024 году ожидается 5,3 млн т мяса птицы и 4,95 млн т свинины (в 1,7 раза больше, чем в 2014 году). Что касается потребления в РФ мяса в целом, то в текущем году оно может возрасти до 83 кг



на человека в год и превысить средний уровень потребления в богатых странах, отметил эксперт. «Безусловно, перед отраслью стоит еще ряд важных задач. Это и вопросы генетики, и вопросы селекции, и вопросы производства вакцин ветпрепаратов, где, кстати, у нас большой прогресс: Россия является экспортером части такой продукции, — проинформировал он. — Это сложные задачи, требующие больших инвестиций, ими отрасль тоже занимается».

Докладчик заострил внимание на положительной динамике по объемам вывоза различных видов мяса и мясной продукции. «Россия когда-то была одним из крупнейших импортеров мяса в мире. В частности, в 2014 году мы ввозили около 2 миллионов тонн различных видов мяса, мясопродуктов, тогда как экспортировали всего лишь 135 тысяч тонн. Однако последние четыре года наша страна является устойчивым нетто-экспортером мяса (то есть вывозит больше, чем ввозит). Так, если подсчитать все виды мяса, субпродукты, готовые изделия, живой скот, то в итоге получится, что в прошлом году мы поставили на мировой рынок миллион тонн на два миллиарда долларов», — сказал он. РФ ежегодно экспортирует данную продукцию в более чем 60 стран мира, включая ЕС, Ближний Восток, Восточную и Юго-Восточную Азию, Южную Америку и Африку, при этом наиболее перспективным для отечественных производителей является китайский рынок. Возможно, в ближайшем будущем КНР станет нашим ключевым партнером в этой области, отметил руководитель НМА.

Ю.Г. Седова

# МИКРОЭЛЕМЕНТОЗ У ОВЕЦ: РЕШЕНИЕ АКТУАЛЬНОЙ ПРОБЛЕМЫ С ПОМОЩЬЮ КОРМОКОРРЕКЦИИ

Овцеводство в России в последние годы активно развивается, чему способствуют природно-географические условия большинства регионов. Необходимый фактор успеха — сохранение здорового поголовья в условиях интенсификации производства.

Повышение потребительского спроса на баранину создает предпосылки для интенсификации овцеводства. Этого невозможно добиться без использования специализированных мясных пород и раскрытия их генетического потенциала, повышения плодovitости овцематок, увеличения скорости роста молодняка.

Максимальное повышение продуктивности всегда сопровождается метаболической переориентацией организма животных и при отсутствии помощи к развитию болезней обмена веществ.

На сегодняшний день болезни нарушений минерального обмена недостаточно изучены, а важность микроэлементов часто недооценена. При этом *микроэлементы — обязательный, незаменимый участник жизненно важных процессов*. Например, *магний* активирует около 300 ферментов, незаменим в синтезе жирных кислот, окислительном декарбоксилировании цитрата в цикле Кребса. Этот элемент задействован в механизме нервно-мышечной передачи импульса и функционировании центральной нервной системы. Магний участвует в терморегуляции организма, обмене кальция, натрия, аскорбиновой кислоты, фосфора, незаменим в формировании иммунного ответа.

*Йод* накапливается тиреоидным эпителием щитовидной железы. Под влиянием фермента тиреоидпероксидазы йодид включается в основной белок щитовидной железы — тиреоглобулин. Гормоны щитовидной железы жизненно необходимы для поддержания нормального обмена веществ во всех клетках организма. Йодная недостаточность у овец сопровождается появлением зоба, отставанием в росте, внутриутробной гибелью плодов или смертью новорожденных ягнят.

*Селен* необходим для антиоксидантной защиты организма, контроля уровня активных форм кислорода, свободных радикалов и молекулярных продуктов обмена. При его дефиците ягнтята отстают в росте, у взрослых овец нарушается репродуктивная функция, развивается «беломышечная болезнь», что приводит к выбраковке мяса.

Иными словами, все усилия по созданию оптимальных условий содержания, введению в рацион дополнительных источников энергии, протеина, витаминов и так далее будут сведены на нет дефицитом элементов, дозы которых исчисляются 3–4 знаками после запятой. Например, суточная потребность взрослой овцы в селене — 0,001 мг!

Основной причиной микроэлементозов животных является их недостаток в кормах. Доказано, что для природных пастбищ большинства территорий России характерен *дефицит меди, йода, кобальта, хрома, селена*. Уровень и доступность микроэлементов зависят от технологии заготовки и хранения кормов, структуры рациона. Например, заболевание овец энзоотической атаксией развивается при содержании меди в траве менее 4,6 мг/кг на фоне превышения молибдена и сульфатов в 4–6 раз.

Сбалансировать уровень микроэлементов в рационе можно использованием отдельных элементов в виде солей. Но из-за малых дозировок (например, доза селенита натрия — 2 г на 1 т корма) равномерное введение препарата в большой объем корма проблематично.

Оптимальным решением может стать применение готовых, профессионально сбалансированных кормовых добавок. Отлично зарекомендовал себя в промышленном овцеводстве *кормовой комплекс «Фелуцен энергетический О 2–2 для овец, коз, ягнят, козлят»*. Это незаменимый инструмент кормокоррекции, содержащий *ключевые минералы: медь, цинк, кобальт, йод, селен, марганец, кальций, фосфор, сера, магний, витамины А, D<sub>3</sub>, Е, углеводы (в т. ч. сахара), растительный протеин и жиры*. Постоянное введение в рацион этого кормового продукта предотвращает микроэлементозы, увеличивает продуктивность овец, на 3–4 недели сокращает период откорма, способствует правильному течению суягности.

Баланс микронутриентов в рационе имеет огромное значение для профилактики такой важной проблемы, как гельминтозы у овец. Опыт показывает: качественные корма, обогащенные витаминно-минеральными комплексами, настолько повышают иммунитет и устойчивость к инфекциям, что вакцинации и специальных мер по дегельминтизации обычно не требуется.

Своевременное удовлетворение потребностей овец в микроэлементах при сбалансированности рационов по остальным питательным веществам делает возможным полное раскрытие генетического потенциала и достижение ягнятами потребительских кондиций к 8–9-месячному возрасту при оптимальных затратах кормов.

Якунин К.А., канд. ветеринар. наук



Тел. отзывчивой линии  
**8 (800) 200-38-88**  
(звонок по России бесплатный)

agrovit87.ru



prok.ru



# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА «БАЦЕЛЛ-МТ» ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ КЛОСТРИДИОЗА БРОЙЛЕРОВ

В статье представлены результаты изучения эффективности пробиотического препарата «Бацелл-МТ» для профилактики клостридиоза у цыплят-бройлеров. Эксперимент показал, что применение «Бацелла-МТ» снизило заболеваемость бройлеров клостридиозом на 66,7% и обеспечило 100%-ную сохранность поголовья.



За период выращивания с 1-го дня по 42-й средний прирост живой массы цыплят, искусственно зараженных клостридиями и получавших препарат «Бацелл-МТ», составил 2863,58 г, что на 0,46% выше по сравнению с аналогами незараженной группы (контролем). В то же время падеж бройлеров, зараженных клостридиями и не получавших пробиотический препарат, за 42 дня достиг 25%, а прирост за период выращивания у них был на 4,15% ниже, чем в контрольной группе.

Клостридиоз — опасное инфекционное заболевание, которое вызывают различные виды бактерий из рода *Clostridium*, включая *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium tetani* и др. Клостридии представляют собой грамположительные, анаэробные бактерии, обладающие способностью образовывать прочные споры. Эти бактерии могут обитать в почве, кишечнике животных и окружающей среде. Некоторые виды клостридий являются нормальными компонентами микрофлоры кишечника животных, в то время как другие представляют собой патогены и способны вызывать различные заболевания.

В связи с существенным уроном, который клостридии наносят экономике сельхозпредприятий, весьма актуальным является проведение профилактических мероприятий по предупреждению распространения этой инфекции. Наиболее значительные потери несет птицеводческая отрасль, причем как птицефабрики, так и фермерские хозяйства.

Борьбу с клостридиозом ведут различными методами, в том числе путем применения антибактериальных препаратов. Предпочтение обычно отдают средствам местного действия (не проникающим в кровоток), не приводящим к развитию резистентности к ним поголовья.

Для профилактики клостридиозов в птицеводстве необходимо применять системный подход, предусматривающий выполнение ветеринарно-санитарных мероприятий по предупреждению заноса возбудителей заразных болезней в хозяйство. Он включает проведение мониторинговых диагностических исследований по всей технологической цепи производства, применение эффективных препаратов специфической и неспецифической защиты, производственный контроль критических точек с целью обеспечить отсутствие клостридий в родительском стаде птиц, в кормах и воде.

Цель исследования — изучение эффективности использования пробиотического препарата

«Бацелл-МТ» для профилактики клостридиоза у цыплят-бройлеров.

Для проведения исследований сформировали три группы цыплят-бройлеров кросса Ross 308 — две опытные и одну контрольную (по 12 голов в каждой).

В период эксперимента птица всех групп находилась в идентичных условиях содержания и кормления, параметры микроклимата соответствовали зооигиеническим нормам. Согласно возрастным периодам цыплята всех групп получали стандартные для бройлеров комбикорма, которые раздавали вручную в бункерные подвесные кормушки. При этом бройлерам опытной 1-й группы с первого дня и в течение всего срока выращивания в состав комбикорма вводили пробиотическую добавку «Бацелл-МТ» из расчета 2 г на 1 кг корма.

На 15-й день жизни птицу опытных 1-й и 2-й групп искусственно заразили клостридиями (*Clostridium perfringens*). После появления у них клинических признаков заболевания диагноз подтвердили лабораторными исследованиями, но лекарственные средства не назначили.

Бройлеров контрольной 3-й группы клостридиозом не заражали, пробиотик «Бацелл-МТ» в их рацион не включали.

В течение 14 дней до начала искусственного заражения цыплят ежедневно контролировали клиническое состояние всего поголовья. По результатам осмотра установлено, что вся птица перед заражением была здорова.

После заражения бройлеров опытных 1-й и 2-й групп оценивали их состояние и поведение, потребление ими корма и воды, клинический статус, время наступления положительной динамики и сроки выздоровления. Выздоровление птицы подтверждали клиническими и лабораторными методами, которыми руководствовались при постановке диагноза. В конце эксперимента определяли сохранность птицы в группах.

Конверсию корма рассчитывали как отношение количества съеденного комбикорма (кг) на 1 кг прироста за весь период исследований.

## Результаты

В соответствии с планом исследования цыплят опытных 1-й и 2-й групп в 14-дневном возрасте подвергли лабораторному заражению *Clostridium perfringens* (взвесь  $1 \times 10^9$  КОЕ/мл).



На 2-е сутки после заражения в обеих группах были отмечены клинические признаки клостридиоза. У цыплят появилась диарея, а помет содержал большое количество слизи красноватого либо зеленого цвета. Птицы плохо поедали корм и мало пили воду, оперение поредело или стало взъерошенным. У некоторых особей наблюдались дрожание лап и хромота при ходьбе. При этом в опытной 1-й группе заболели 4 цыпленка (33,3%), а во 2-й опытной — 6 (50%). Проведенный микробиологический анализ кала подтвердил наличие в нем *Clostridium perfringens*.

На 3-й день после заражения в опытной 2-й группе зафиксировали падеж одного цыпленка. В опытной 1-й группе у бройлеров наблюдали диарею, они были вялыми, но корм поедали. На 5-й день после заражения цыплята опытной 1-й группы вновь начали хорошо потреблять корм и воду, диарея у них прекратилась. Бройлеры опытной 2-й группы продолжали поносить, но корм потребляли. На 7-е сутки после заражения в опытной 2-й группе зафиксировали гибель еще одного цыпленка. При этом диарею зарегистрировали только у бройлера, павшего на 10-е сутки.

Результаты исследования представлены в таблице 1.

При патологоанатомическом исследовании павших цыплят-бройлеров отмечено увеличение их печени с наличием мелких участков некроза, признаки острого катарального энтерита. Для подтверждения диагноза был проведен лабораторный анализ. Посевы делали из кишечника. В результате лабораторной диагностики у павшей птицы обнаружили наличие *Clostridium perfringens*.

Таблица 1. Эффективность применения «Бацелла-МТ» при клостридиозе цыплят-бройлеров

Группа	Кол-во цыплят с диареей, гол.			Кол-во павших цыплят, гол.	Кол-во незаболевших цыплят, %	Сохранность, %
	2-е сутки	5-е сутки	7-е сутки			
Опытная 1-я	4	—	—	0	66,7	100
Опытная 2-я	6	5	1	3	50,0	75

Таблица 2. Продуктивность и расход корма

Показатель	Опытная 1-я группа	Опытная 2-я группа	Контрольная 3-я группа
Средний прирост живой массы 1 гол. за 1–42 дня, г	2863,58	2732,00	2850,33
% к контролю	+0,46	-4,15	—
Суточный прирост, г	68,18	65,05	67,87
Конверсия корма к 42-му дню	1,548	1,753	1,594
% к контролю	-2,89	+9,97	—
Сохранность, %	100	75	100

Таблица 3. Среднесуточный недельный прирост, г

Срок выращивания, нед.	Опытная 1-я группа	Опытная 2-я группа	Контрольная 3-я группа
1	23,63	24,83	25,62
2	31,89	29,28	32,03
3	45,53	42,89	45,40
4	55,05	54,29	54,99
5	64,14	59,83	63,50
6	68,18	65,05	67,87

Таблица 4. Конверсия корма

Срок выращивания, дни	Опытная 1-я группа	Опытная 2-я группа	Контрольная 3-я группа	Норма
7	0,640	0,724	0,700	0,780
14	1,170	1,260	1,210	1,005
21	1,138	1,261	1,158	1,142
28	1,306	1,471	1,321	1,269
35	1,371	1,503	1,412	1,399
42	1,548	1,753	1,594	1,531

При вскрытии отмечены увеличение и набухание селезенки. На печени выявлены кровоизлияния бурого цвета, а в просвете тонкой кишки — скопления слизи и газов. Содержимое кишечника было зловонным, слизистая оболочка — набухшей, гиперемизированной, на отдельных участках обнаружены мелкие кровоизлияния.

Анализ количества заболевших цыплят, длительности течения болезни и ее исхода показал:

- в опытной 1-й группе, получавшей пробиотик «Бацелл-МТ», здоровыми остались 66,7% цыплят, длительность болезни у остальных составила 4 суток, павшей птицы не было;
- в опытной 2-й группе, где не применяли пробиотический препарат, заболеваемость цыплят была на уровне 50%, болезнь длилась 7 суток, смертность достигла 25%;
- в контрольной 3-й группе птица в течение всего периода эксперимента была здоровой, сохранность поголовья составила 100%.

В период опыта у бройлеров всех групп контролировали показатели продуктивности и конверсии корма (табл. 2–4).

Несмотря на то что цыплята опытной 1-й группы были заражены *Clostridium perfringens*, средний прирост их живой массы за период выращивания (с 1-го дня по 42-й) превысил аналогичный показатель контрольной группы на 13,25 г за счет применения препарата «Бацелл-МТ». В опытной 2-й группе этот показатель оказался ниже, чем в контроле, на 118,33 г.

Конверсия корма в опытной 1-й группе была ниже по сравнению с контрольной группой на 0,046 ед. (-2,89%), а во 2-й опытной — выше на 0,159 ед. (+9,97%).

### Заключение

Применение пробиотического средства «Бацелл-МТ» по описанной схеме снизило заболеваемость бройлеров клостридиозом на 66,7% и обеспечило 100%-ную сохранность птицы.

Использование «Бацелла-МТ» в течение всего периода выращивания (42 дня) позволило искусственно зараженным клостридиями цыплятам достичь среднего прироста живой массы в 2863,58 г, что выше на 0,46% по сравнению с незараженными и не получавшими пробиотик цыплятами контрольной группы. В то же время у цыплят, зараженных клостридиями и не получавших пробиотический препарат, сохранность за 42 дня снизилась на 25%, а прирост — на 4,15% по отношению к контролю.

Ввод кормовой добавки «Бацелл-МТ» в состав корма для зараженных клостридиями цыплят опытной 1-й группы позволил снизить затраты на их выращивание на 42 руб/гол в сравнении с затратами на зараженную птицу в опытной 2-й группе и даже на 4,01 руб/гол — в сравнении с незараженными бройлерами контрольной группы. Коэффициент возврата инвестиций в «Бацелл-МТ» в первом и втором случаях составил, соответственно, 1:25,88 и 1:2,47.

Применение профилактического средства «Бацелл-МТ» в промышленном птицеводстве даст возможность не только существенно снизить заболеваемость птицы клостридиозом, но и получить более высокие приросты с наименьшими затратами корма.

Коба И.С., д-р ветеринар. наук  
Пчельников А.В., канд. ветеринар. наук

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина», Москва, Россия

# ПШЕНИЦА — ФУНДАМЕНТ ВНЕШНИХ ПОСТАВОК ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ

Актуальную ситуацию в зерновой отрасли, перспективы экспорта в новом сельхозсезоне и прогнозы на урожай обсудили участники пресс-конференции президента Российского зернового союза (РЗС) Аркадия Злочевского, прошедшей 12 августа в пресс-центре МИА «Россия сегодня».

В этом сельскохозяйственном году вряд ли удастся повторить или преумножить высокие результаты по экспортным поставкам прошлого сельхозсезона, который Россия завершила рекордными показателями по экспорту зерна. Наша страна заняла более четверти (26%) глобального рынка пшеницы, достигнув абсолютного максимума за всю свою историю, отметил президент Российского зернового союза (РЗС) Аркадий Злочевский. «Безусловно, это позитивный фактор, — сказал он, — но надо учитывать, что такого масштабного успеха нам удалось достичь в результате сложения ресурсов двух сезонов». Эксперт уточнил, что наибольшую часть экспортных поставок в сельхозсезоне 2023/24 (продлившимся с 1 июля 2023-го по 30 июня 2024 года) традиционно заняла пшеница с показателем в 56,148 млн т, объем ячменя составил 6,917 млн т, кукурузы — 5,31 млн тонн. Из зернобобовых культур заметнее всего увеличился показатель по гороху — с 1,7 млн т до 4,2 млн т, или более чем в 2 раза, добавил он. Всего урожай зерновых составил 130 млн т, в том числе 82–83 млн т пшеницы, сообщил Аркадий Злочевский.

Аналитики Союза отмечают вероятность сокращения экспорта в текущем сельхозсезоне, проинформировал спикер. Так, согласно данным РЗС, с 01.07.2024 (с начала сельхозгода) по 10.08.2024 РФ экспортировала 7,181 млн т зерновых, что на 2,655 млн т меньше, чем за аналогичный прошлый год (9,836 млн т). В том числе снижены показатели по экспорту пшеницы — с 7,393 млн т до 5,618 млн т (-24%), по экспорту ячменя — с 1,803 млн т до 1,229 млн т (-31,8%) и по экспорту кукурузы — с 639 тыс. т до 333 тыс. т (практически в 2 раза), сообщил эксперт. Такой спад объемов экспорта обусловлен падением мировых цен на зерно и уменьшением экспортных ресурсов, пояснил он. «Это дает нам ориентир на то, что начавшийся сельхозсезон окажется достаточно сложным, а для аграриев — не менее тяжелым, чем минувший сельскохозяйственный год», — резюмировал спикер.

Среди вероятных причин снижения показателя экспорта зерновых в текущем сезоне глава Союза выделил существенный ущерб, причиненный запоздалыми майскими заморозками (обычно они проходят в апреле) и последующей засухой, из-за которых в ряде регионов РФ были повреждены взошедшие посевы озимых и возник риск гибели других зерновых.



Кроме того, в качестве одного из факторов влияния он обозначил сокращение площадей под всеми основными зерновыми культурами в этом году: посевы озимых уменьшены на 1,417 млн га, яровой пшеницы — на 2 млн га и ячменя — на 7 млн га. Вотдельных регионах страны в последнее время наблюдается инвестиционная непривлекательность некоторых сельхозкультур, особенно пшеницы, в связи с этим сельхозтоваропроизводители гораздо большее внимание уделяют возделыванию таких более рентабельных культур, как горох, рапс, соя, чечевица, нут, отметил эксперт. Между тем, по его мнению, на ключевой позиции необходимо сохранить пшеницу как фундамент внешних поставок отечественной сельхозпродукции и основу зернового хозяйства страны, производство которой — одно из главных составляющих развития российского растениеводства.

Глава РЗС сообщил, что с начала нового сельхозсезона (с 1 июля по 10 августа) в топ-5 импортеров отечественной пшеницы вошли Египет, Марокко, Кения, Бангладеш и Израиль. «Думаю, в текущем сельхозгоду могут произойти довольно серьезные изменения в географической структуре экспорта этой культуры», — заключил он.

Аркадий Злочевский отметил, что РЗС сохраняет свой прогноз по сбору зерна в РФ. «Минсельхоз прогнозирует валовой сбор на уровне 132 миллионов тонн, ряд аналитиков — 128–129 миллионов тонн, а мы пока сохраняем прогноз в 130 миллионов тонн (общий вал) и 82–83 миллиона тонн пшеницы в составе этого урожая», — проинформировал он.

Ю.Г. Седова

# BAYER НА ЗАЩИТЕ КАЧЕСТВА

Глобальное влияние контрафакта на сельское хозяйство составляет 12–14% на рынке химических средств защиты растений, 10% — на рынке семян сельхозкультур. По данным европейской команды компании Bayer, ежегодные потери от продаж контрафактных химических средств защиты растений (ХСЗР) и семян под брендом Bayer во всем мире составляют примерно 1,4 млрд евро и 0,9 млрд евро соответственно. Одна из самых важных целей Bayer — помочь защитить фермеров от покупки контрафактных и фальсифицированных пестицидов и семян с/х культур.

В АЕБ и РСП ХСЗР России (Российский союз производителей ХСЗР России) считают, что оборот контрафактной продукции доходит до 30%, а в некоторых регионах превышает эту цифру. Дачники — садоводы и огородники — сталкиваются с иным объемом контрафактной продукции: до 70% ХСЗР и семян для личных подсобных хозяйств не являются оригинальными.

## Контрафакт, контрабанда и фальсификат были всегда

Производство и реализация поддельной продукции включают в себя несколько тяжких преступлений: незаконный ввоз любых составляющих для производства контрафакта или воровство со складов сельхозпредприятий, нелегальное производство ХСЗР и семян, продажа через мошеннические схемы, незаконное использование чужого товарного знака и т. д. Однако существует скрытая составляющая — угроза жизни и здоровью человека, животному миру и окружающей среде. Последствия проявляются не сразу, а через неопределенный период времени: сельскохозяйственная культура, обработанная контрафактным пестицидом, должна вырасти и созреть, поступить на переработку в пищевую и другие отрасли. Если после уборки урожая она идет на корм животным, то такая трава поступает в организм человека не только с растительной, но и с животной пищей. Это может коснуться и компонентов для детского питания.

## Каналы контрафакта

Более 10 лет назад контрафактные продукты (под видом готовой продукции) попадали в Россию из крупных стран с большой численностью населения, недорогой рабочей силой или неконтролируемым производством (Китай, Индия, Турция). После введения механизма ТРОИС таможенными службам удалось отслеживать движение продуктов по товарным брендам, что стало серьезным барьером для ввоза готового контрафакта. Но теперь такая продукция поставляется как конструктор. Канистры едут отдельно от крышек и напечатанных этикеток. Сам продукт завозится под видом неопасной бытовой химии (например, моющих средств) или реагентов со всеми необходимыми сопроводительными документами по сложной цепочке поставок, где разные компании подтверждают законность перевозки груза. Точки для сборки контрафактной продукции расположены по всей стране, как правило, ближе к портовым городам. Это территория Каспийского моря, Чёрного моря, Краснодарский край, Ростовская область, Кавказ, ЦЧЗ и пр. Эти регионы считают житницей нашей страны, ведь их природные условия позволяют выращивать различные сельхозкультуры и получать хороший урожай.

## Гаражный кооператив

Поддельные ХСЗР собираются в гаражах или на складах, но встречается и более технологичное производство: есть стойкое убеждение (а по некоторым делам и подтвержденная информация), что для снижения затрат атрибуты упаковки выпускаются на псевдозаконных основаниях в российских типографиях или при использовании существующих мощностей для производства пластика и картона. Головная боль всех производителей

пестицидов — это скупка тары (канистр, флаконов и т. д.) из-под оригинальных ХСЗР. Использованная тара из-под ХСЗР должна утилизироваться, но в законодательстве есть определенные пробелы — это направление слабо контролируется, что играет на руку преступному миру.

## Кот в брендированном мешке

Производители фальсификатов не тратят миллиарды евро на разработку молекул, они делают упор на визуализацию упаковки — канистр, крышек, атрибутов этикетки, подобие защитных функций (QR-коды). В тару наливают жидкости, не имеющие никакого отношения к оригинальному продукту и оказывающие либо нулевой эффект, либо низкокэффективное воздействие на вредные объекты. Это могут быть ворованные или просроченные продукты с перебитыми номерами партий и измененными датами производства. В семенном бизнесе та же ситуация: в 2022 году в Краснодарском крае фермер высеял контрафактный подсолнечник, который просто не взошел.

## Идеальный QR-код

Для защиты упаковки в 2016 году глобальная команда Bayer стала наносить на канистры и флаконы защитные стикеры с QR-кодом. Одновременно в России была представлена программа Bayer Seal Scan App — инструмент защиты ХСЗР, включающий в себя стикер с QR-кодом, программой и приложением.

С 2022 года защитные стикеры наносятся не только на крышки канистр с оригинальными препаратами, но и на упаковки семян рапса, кукурузы и подсолнечника. Это приложение можно легко установить как на iOS, так и на Android. Отсканировав код, потребитель получает информацию о том, подделка это или продукт Bayer. Казалось бы, банальный элемент для нанесения на упаковку, но за эти семь лет код ни разу не был подделан.

## Правила безопасности

Сканирование QR-кода — это простой и быстрый, но не единственный способ идентифицировать подлинность продуктов Bayer. На мероприятиях с клиентами наша команда рекомендует придерживаться следующих правил:

- **Избегать покупок** у неизвестных поставщиков в интернете и с рук.
- Быть внимательными, если вам предлагают **слишком низкую цену** за продукт.
- Всегда **сканировать QR-код** на продуктах компании Bayer.
- **Требовать документы**, в которых указаны все данные, подтверждающие вашу покупку.
- Проверять **внешний вид упаковки**, ее целостность и наличие маркировки.
- Покупать пестициды только у **официальных дистрибьюторов** или у компаний-производителей.

**Если вы в чем-либо сомневаетесь, немедленно свяжитесь с официальным представителем Bayer на территории или позвоните на горячую линию: 8 (800) 234-20-15.**



# РОЛЬ ГУМАНИТАРНЫХ ДИСЦИПЛИН В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ АГРАРНОГО ПРОФИЛЯ: ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ РУССКОГО ЯЗЫКА И КУЛЬТУРЫ РЕЧИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ВУЗЕ

Интеграция гуманитарных дисциплин в систему подготовки специалистов негуманитарного профиля является одной из актуальных задач высшего образования. Особую значимость эта проблема приобретает в контексте аграрного образования, где традиционно доминируют естественно-научные и специальные дисциплины [1]. Между тем современный специалист АПК должен обладать не только профессиональными знаниями и умениями, но и развитыми коммуникативными навыками, способностью к эффективному деловому общению, умением ясно и грамотно выражать свои мысли в устной и в письменной форме [2].

Формирование коммуникативной компетенции у студентов аграрных вузов осуществляется прежде всего в рамках дисциплины «Русский язык и культура речи». Как показывает анализ научно-методической литературы, концептуальные подходы к преподаванию этой дисциплины в негуманитарных вузах существенно различаются. Ряд исследователей (И.Н. Айнутдинова, Л.А. Константинова, Е.Ю. Орлова и др.) рассматривают данный курс преимущественно как практико-ориентированный, направленный на освоение языковых норм, функциональных стилей речи, риторических приемов [3–5]. Другие авторы (Н.В. Муравьева, Е.В. Покровская, О.В. Филиппова и др.) отстаивают идею углубленного теоретического изучения системы языка, его уровней и единиц, акцентируют внимание на историческом комментировании языковых фактов и явлений [6–8].

В научном сообществе пока не сложилось единого мнения относительно содержания и методики преподавания русского языка и культуры речи в неязыковом вузе. Дискуссионным остается вопрос о соотношении теоретической и практической составляющих курса, оптимальных технологиях и средствах обучения, критериях и методах оценки образовательных результатов.

Данное исследование направлено на поиск путей разрешения указанных противоречий. Авторы исходят из того, что преподавание филологических дисциплин в аграрном вузе должно быть ориентировано на специфику будущей профессиональной деятельности обучающихся и осуществляться в тесной связи с профильными дисциплинами [9]. При этом важно обеспечить разумный баланс теоретической и практической подготовки, использовать активные и интерактивные технологии обучения, моделировать ситуации профессионального общения [10].

*Цель исследования* — теоретически обосновать, разработать и экспериментально апробировать модель формирования коммуникативной компетенции у студентов сельскохозяйственного вуза средствами дисциплины «Русский язык и культура речи».

Для достижения поставленной цели использовался комплекс взаимодополняющих методов исследования. На первом этапе был проведен теоретический анализ научно-методической литературы по проблеме преподавания филологических дисциплин в негуманитарных вузах. Это позволило определить концептуальные основания моделирования процесса формирования коммуникативной компетенции у студентов аграрного профиля.

Ведущим методом исследования выступило педагогическое моделирование. На основе системного, компетентностного и профессионально ориентированного подходов была разработана структурно-функциональная модель формирования коммуникативной компетенции в рамках дисциплины «Русский язык и культура речи». Модель включает целевой, содержательный, технологический, диагностический и результативный блоки.

Эффективность разработанной модели проверялась в ходе опытно-экспериментальной работы, которая проводилась на базе ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова». В эксперименте приняли участие 118 студентов 1-го курса факультета ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий. Были сформированы экспериментальная (59 человек) и контрольная (59 человек) группы.

Эмпирическое исследование эффективности разработанной модели формирования коммуникативной компетенции у студентов аграрного вуза проводилось в три этапа. На констатирующем этапе был выявлен исходный уровень сформированности четырех компонентов коммуникативной компетенции (лингвистического, социолингвистического, дискурсивного, стратегического) в экспериментальной и контрольной группах. Результаты диагностики показали отсутствие статистически значимых различий между группами по всем измеряемым параметрам ( $p > 0,05$ ), что свидетельствует о правомерности их сравнения (табл. 1).

Таблица 1. Результаты констатирующего этапа эксперимента

Компонент компетенции	Экспериментальная группа (n = 59)	Контрольная группа (n = 59)	t-критерий Стьюдента
Лингвистический	3,24 ± 0,82	3,19 ± 0,79	0,34
Социолингвистический	3,12 ± 0,91	3,08 ± 0,88	0,25
Дискурсивный	3,31 ± 0,74	3,29 ± 0,71	0,15
Стратегический	3,02 ± 1,03	2,97 ± 1,06	0,26

Формирующий этап эксперимента предполагал внедрение разработанной модели обучения в экспериментальной группе. Были реализованы комплекс педагогических условий: интеграция курса «Русский язык и культура речи» с дисциплинами профессионального цикла, использование интерактивных профессионально ориентированных технологий, погружение студентов в контекст будущей профессиональной деятельности, мониторинг формирования компетенции [11, 12].

Таблица 2. Динамика уровня сформированности коммуникативной компетенции

Компонент компетенции	Экспериментальная группа (n = 59)			Контрольная группа (n = 59)		
	до	после	прирост	до	после	прирост
Лингвистический	3,24 ± 0,82	4,36 ± 0,52	1,12 ± 0,74	3,19 ± 0,79	3,41 ± 0,64	0,22 ± 0,67
Социолингвистический	3,12 ± 0,91	4,29 ± 0,58	1,17 ± 0,82	3,08 ± 0,88	3,26 ± 0,81	0,18 ± 0,74
Дискурсивный	3,31 ± 0,74	4,45 ± 0,47	1,14 ± 0,69	3,29 ± 0,71	3,54 ± 0,63	0,25 ± 0,58
Стратегический	3,02 ± 1,03	4,26 ± 0,60	1,24 ± 0,91	2,97 ± 1,06	3,24 ± 0,92	0,27 ± 0,85

Контрольный срез, проведенный после завершения опытного обучения, выявил существенную положительную динамику всех компонентов коммуникативной компетенции в экспериментальной группе. Средние баллы по каждому компоненту выросли на 1,07–1,24 пункта, в то время как в контрольной группе прирост составил лишь 0,18–0,27 пункта ( $p < 0,01$ ) (табл. 2).

Качественный анализ продуктов речевой деятельности студентов экспериментальной группы показал значительные улучшения. В устной и письменной коммуникации студенты демонстрировали более высокий уровень владения языковыми нормами, использовали адекватные речевые средства в соответствии с ситуацией общения, грамотно структурировали высказывания, применяли различные коммуникативные стратегии для достижения поставленных целей [13].

Для выявления факторов, оказавших наибольшее влияние на результативность экспериментального обучения, был проведен множественный регрессионный анализ. В качестве независимых переменных рассматривались такие характеристики образовательного процесса, как интегрированность курса с профильными дисциплинами, интерактивность обучения, профессиональная направленность заданий, систематичность контроля и др. Зависимой переменной выступил интегральный показатель прироста коммуникативной компетенции.

Полученная регрессионная модель объясняет 68,4% дисперсии зависимой переменной ( $R^2 = 0,684$ ,  $F = 27,46$ ,  $p < 0,001$ ). Наиболее значимыми предикторами оказались профессиональная направленность обучения ( $\beta = 0,426$ ,  $p < 0,01$ ), использование интерактивных методов ( $\beta = 0,352$ ,  $p < 0,01$ ) и систематическая диагностика образовательных результатов ( $\beta = 0,297$ ,  $p < 0,05$ ). Следовательно, именно сочетание этих факторов привело к значительному росту коммуникативной компетенции у студентов экспериментальной группы.

Важно отметить, что полученные результаты соотносятся с выводами ряда современных исследований,

посвященных проблеме гуманитарной подготовки специалистов негуманитарного профиля. Так, в работах Л.А. Константиновой, Ю.С. Котовой, Е.В. Мамонтовой подчеркивается необходимость профессионализации филологических дисциплин в техническом вузе через усиление их междисциплинарных связей, внедрение контекстного обучения, моделирование ситуаций профессиональной коммуникации [4]. В то же время исследование выявило недостаточную изученность роли систематического контроля в формировании коммуникативной компетенции студентов, что представляется перспективным направлением дальнейшего анализа.

Проведенное исследование было посвящено проблеме формирования коммуникативной компетенции у студентов аграрного вуза средствами дисциплины «Русский язык и культура речи». Разработана и экспериментально апробирована структурно-функциональная модель, включающая целевой, содержательный, технологический, диагностический и результативный компоненты.

Результаты опытно-экспериментальной работы доказали эффективность предложенной модели. Выявлены статистически значимые различия между экспериментальной и контрольной группами по всем компонентам коммуникативной компетенции: лингвистическому, социолингвистическому, дискурсивному, стратегическому. Наибольший вклад в результативность модели вносят профессионально ориентированный характер обучения, интерактивные методы и систематический мониторинг образовательных результатов.

*Статья подготовлена в рамках проекта «Исследование готовности студентов к принятию стратегических решений в изменяющемся культурно-образовательном пространстве» (FRRS-2023-0012).*

Троицкая Е.М., профессор, д-р филос. наук

Москалева Л.Ю., профессор, д-р пед. наук

ФГБОУ ВО «Мелитопольский государственный университет»,  
Россия

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авдеева А.П. Организационно-педагогические условия формирования коммуникативной компетентности у студентов аграрного вуза // Вестник Орловского государственного университета. Серия: Новые гуманитарные исследования. 2014; 3(38): 79–82.
2. Байбородова Л.В., Харисова И.Г., Чернявская А.П. Педагогические основы формирования коммуникативной компетентности будущих специалистов // Ярославский педагогический вестник. 2018; 1: 66–72.
3. Васильева А.А. Обучение профессионально ориентированному общению студентов аграрного вуза на занятиях по русскому языку // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2012; 2: 131–134.
4. Константинова Л.А. Лингводидактическая модель обучения студентов-нефилологов профессионально ориентированному общению: автореф. дисс. ... д-ра пед. наук. Тула. 2007; 48.
5. Муравьёва Н.В. Особенности преподавания русского языка и культуры речи в аграрном вузе // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015; 2(38): 219–223.
6. Орлова Е.Ю. Формирование коммуникативной компетентности студентов аграрного вуза в процессе изучения русского языка и культуры речи // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2011; 3(24): 94–99.
7. Покровская Е.В., Кудинова Г.Ф., Молчанова Р.А. Русский язык и культура речи в техническом вузе: актуальные проблемы преподавания // Высшее образование в России. 2019; 28: 5: 88–97.
8. Самосенкова Т.В., Савочкина И.В., Гончарова А.В. Русский язык как иностранный в профессиональной сфере общения: традиции и инновации // Перспективы науки и образования. 2022; 1(55): 265–281.
9. Скорикина Т.П. Жанрово-функциональная типология и конструктивно-языковые особенности современной деловой документации // Язык. Культура. Коммуникация. 2018; 19: 84–113.
10. Хрисанова Е.Г., Петрова Н.Н. Формирование коммуникативной компетентности у будущих специалистов в области сервиса и туризма // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2020; 2(107): 179–185.

# АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ ПОДХОДОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ, ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ И ESG-СТРАТЕГИИ С ПОЗИЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В условиях технологического прогресса ряд ученых прогнозируют к 2050 г. удвоенное потребление энергии предприятиями, к их числу прежде всего относятся компании перерабатывающего и агрохозяйственных комплексов. В мире, стремящемся к достижению устойчивости в триединстве «общество — экономика — экология», на первый план выходит проблематика в области энергосбережения [1].

В последнее десятилетие сырьевые рынки при выстраивании долгосрочного планирования проходят через определенные затруднения, обусловленные не только особенностями процессов мировой экономики, но и тенденцией ряда государств к внедрению ESG-политики [2].

В России всё большее число отраслевых предприятий стремится к обеспечению прочных основ, ориентированных на идеи и инициативы устойчивого ESG-развития [3].

Методом исследования выбрано анкетирование, проведение опроса реализовано на платформе Google Формы. Разработанная опросная форма включает в себя более 60 вопросов, подразделяющихся следующим образом: уровень экологического академического познания, экологизированность поведения респондента, проявление экологизированности компании глазами респондента, социальный портрет респондента [4].

Вопросы первого блока необходимы для определения общего уровня экологического академического познания респондентов в условиях нестабильной и непрерывно меняющейся окружающей среды<sup>1</sup>. Ответы на первый вопрос показывают достаточно высокий уровень узнавания основополагающих терминов устойчивого развития (52,17% респондентов дали утвердительный ответ, 27,54% признали, что имеют примерное представление), что объясняется популяризацией трендов устойчивого развития в бизнес-пространстве в последнее десятилетие. Термин «зеленая экономика» отлично знаком опрошенным (52,17%) и примерно знаком 23,19% анкетированных (рис. 1).

Однако при исследовании узкоспециальных терминов, таких как «циркулярная экономика» и «шеринговая экономика», наблюдается значительное снижение числа опрошенных, осведомленных о смысле содержания данных терминов: подавляющее большинство утверждает о незнании данных понятий (52,17% и 68,12%), лишь 23,19% респондентов знакомы с понятием «циркулярная экономика», а 31,88% имеют представление о термине «шеринговая экономика» (рис. 2).

Данный факт объясняется недостаточным углублением интереса и знаний персонала предприятия в изучение основ и особенностей концепции глобально-го устойчивого развития. Четкое знание определения

Рис. 1. Визуализация ответов респондентов на 1–2-й вопросы блока «Уровень экологического академического познания»



Рис. 2. Визуализация ответов респондентов на 3-й и 4-й вопросы блока «Уровень экологического академического познания»



Рис. 3. Визуализация ответов респондентов на 5-й и 6-й вопросы блока «Уровень экологического академического познания»



термина «экологический интеллект» выявлено у 40,58% опрошенных, около 18,84% полагают, что обладают примерным его пониманием. С аббревиатурой ESG знакомы почти 45%, из которых 13,04% могут без труда дать ее расшифровку (рис. 3).

Недостаточный уровень осведомленности среди сотрудников о важнейших государственных и значимых общемировых проектах подтверждается следующим: лишь 15,94% опрошенных знают о федеральном проекте «Экономика замкнутого цикла» в России; только 15,94% респондентов знают и поддерживают (частично

Репутация как мотивация. — URL: [https://bosfera.ru/bo/reputaciya-kak-motivaciya?utm\\_source=yxnews&utm\\_medium=desktop&utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fden.ru%2Fnews%2Fsearch%3Ftext%3D](https://bosfera.ru/bo/reputaciya-kak-motivaciya?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fden.ru%2Fnews%2Fsearch%3Ftext%3D) (дата обращения: 24.04.2024).



**Рис. 4.** Визуализация ответов респондентов на 20–22-й вопросы

Источник: Составлено авторами

## Осведомленность сотрудников ПАО "Газпром" об экологических проектах и личностях



или полностью) идеи Фонда Эллен Макартур о циркулярной экономике; имеют представление о деятельности Греты Тунберг почти 79% анкетированных, но 34,78% не разделяют ее эколопизию, что может быть интерпретировано как увязка с распространенным в прессе негативным выражением, что «...мировые лидеры и транснациональные корпорации недостаточно стремятся к снижению выбросов углекислого газа, грозящего привести к климатической катастрофе...» (рис. 4).

Помимо неуверенности в масштабности распространения принципов устойчивого развития в стране и мире, респонденты выражают сомнения по вопросу достаточности финансирования «устойчивых» проектов: 53,62% опрошенных ответили «скорее нет» и лишь 7,25% убеждены, что устойчивое развитие достаточно финансируется в России.

При анализе характера взаимодействия отраслевых компаний с природной средой, основанного на мнении респондентов, практически каждый третий работник оценил деятельность организации по всем предложенным направлениям в максимально возможные 5 баллов, что означает позитивное и бережное отношение компании к окружающему миру (табл. 1).

Опрошенные сотрудники высоко оценивают деятельность своего предприятия по обращению с отходами: 39,13% респондентов утверждают, что лучшие практики активно внедряются в деятельность организации, 37,68% заявляют о частичном применении политики обращения с отходами, не оказывающего значительного влияния на работу компании.

О важности развития экологической культуры предприятия и совершенствования экологического интеллекта работников заявляют 85,51% анкетированных, 47,83% из опрошенных (в разной степени) считают, что сформированный экологический интеллект и экологическая культура сотрудников способствуют их продвижению по карьерной лестнице. О возможности внедрения обязательного тестирования, связанного с экологическими компетенциями и интеллектом, положительно отзываются 46,37% респондентов, то есть наблюдается нацеленность кадрового состава компании на развитие в области экологических знаний и инструментов.

Заинтересованность в расширении своих экологических знаний, навыков и умений наблюдается у 62,32% опрошенных, что является, безусловно, положительной тенденцией для кадрового потенциала. Однако необходимо обратить внимание на 13,04% респондентов, категорично заявляющих о своем нежелании повышать квалификационный уровень, и принять меры по разработке системы мотивации данных сотрудников в области совершенствования знаний об устойчивом развитии.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

- Мунирова Г.Р. Необходимость обоснования выбора методического подхода к направлениям повышения эффективности деятельности нефтетранспортных предприятий // Вестник науки. 2023; 1(58): 55–59.
- Кудрявцева О.В. Устойчивое развитие территорий. М.: Экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. 2021; 492.
- Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2016 год. Цели устойчивого развития ООН и Россия. Краткая версия / ред. С.Н. Бобылева, Л.М. Григорьева. М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. 2016; 44.
- Гурьева М.А., Давыдова М.В., Плотинова К.С. Оценка развития циркулярной экономики на примере деятельности нефтетранспортного предприятия // Вопросы циркулярной экономики. 2022; 12: 1. 425–448.

**Таблица 1.** Ответы респондентов на 49-й вопрос, %

Оцените по шкале от 0 до 5 взаимодействие вашей компании с природой по предложенным направлениям

Направление	Шкала оценки (0 — крайне негативное, 5 — позитивное, бережное взаимодействие)					
	0	1	2	3	4	5
Земельные ресурсы	1,45	8,70	18,84	18,84	18,84	33,33
Растительный мир	2,90	8,70	17,39	17,39	21,74	31,88
Климатические ресурсы	2,90	8,70	18,84	17,39	15,94	36,23
Атмосферный воздух	1,45	13,04	17,39	18,84	15,94	33,33
Водные ресурсы	2,90	11,59	15,94	18,84	10,14	40,58
Животный мир	1,45	7,25	17,39	17,39	11,59	44,93

Завершают анкетирование вопросы, направленные на получение стандартизированных описательных характеристик социальных аспектов личности респондентов (к примеру, таких, как пол, возраст, уровень образования, категория занимаемой должности).

Большинство респондентов (75,36%) являются мужчинами, что характерно для исторически сложившейся гендерной структуры на предприятиях перерабатывающей отрасли промышленности. Среди опрошенных стоит отметить достаточно высокий уровень образования, позволяющего им занимать ведущие позиции в компании: большинство из респондентов являются инженерно-техническими работниками — 39,13%, а 13,04% — руководителями разных уровней управления.

Исследование мнения представителей отраслевых компаний в области устойчивого развития, циркулярной экономики и ESG-концепта позволило выявить недостаточно высокий уровень знаний работников в сфере существующих ESG-практик и моделей экономики замкнутого цикла на собственном предприятии и в мире, но сопровождающихся при этом высокой степенью заинтересованности их изучения в дальнейшем.

Результаты проведенного исследования, бесспорно, являются интересной информационной базой для стратегического совершенствования ряда программ в отраслевых компаниях, находящихся не только в сфере экологического развития деятельности компании, но в первую очередь необходимых для наращивания качественных составляющих (так называемых мягких навыков — soft skills) среди задействованных трудовых ресурсов в структуре крупнейшей компании перерабатывающей отрасли промышленности России. Это позволит достичь ей наиболее эффективных производственных результатов в обозримом будущем.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-00191. <https://rscf.ru/project/23-28-00191/>

Гурьева М.А., канд. экон. наук, доцент  
Давыдова М.В., лаборант  
Плотинова К.С., лаборант  
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»,  
Тюмень, Россия  
dorosheva\_06@mail.ru

# ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЕ СТАНОВЛЕНИЕ АГРАРНОГО СОЦИУМА КАК ФАКТОРА ИННОВАЦИОННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Обзор современной научной литературы показывает, что аграрная сфера переживает период радикальных трансформаций, связанных с новыми технологическими, экономическими и социальными вызовами [2, 4, 14].

Ключевым императивом развития отрасли становится переход к устойчивым и инклюзивным моделям, обеспечивающим не только рост продуктивности, но и сбалансированное развитие сельских территорий, сокращение неравенства [3, 11]. При этом многие исследователи отмечают противоречивый характер изменений, сопровождающихся усилением социально-экономической дифференциации и маргинализацией значительных групп сельского населения [5, 7, 13]. Однако само понятие «маргинализация» применительно к аграрной сфере остается дискуссионным и недостаточно концептуализированным. Одни авторы трактуют его предельно широко, относя к маргинальным все территории и сообщества, не вовлеченные в доминирующие тренды развития [8]. Другие, напротив, используют более узкие критерии, связывая маргинализацию с критическим уровнем бедности, деградацией человеческого потенциала [6].

Систематизация публикаций в высокорейтинговых журналах за последние пять лет позволяет выделить три основные формы маргинализации аграрной среды:

1. *Территориальную*. Формирование депрессивных сельских районов с низким уровнем социально-экономического развития, интенсивным оттоком населения [2, 7].

2. *Экономическую*. Углубление разрыва между крупными агрохолдингами и малыми фермерскими хозяйствами по уровню доходов, доступу к ресурсам и рынкам [9, 12].

3. *Социокультурную*. Разрушение традиционного сельского уклада, утрата идентичности, разрыв межпоколенческих связей [4, 13].

При этом в большинстве работ маргинализация рассматривается как негативный процесс, тормозящий модернизацию отрасли и закрепляющий технологическое отставание периферийных территорий и хозяйств [1, 5]. В то же время ряд исследователей отмечают неоднозначность ее эффектов, указывая на потенциал низовых инноваций, рождающихся в маргинальной среде [3, 10]. Речь идет об альтернативных практиках организации сельскохозяйственного производства, ориентированных на принципы кооперации, солидарности, локальной идентичности.

Реализация цели исследования потребовала синтеза структурно-функционального, социокультурного и феноменологического подходов. Их комбинация позволила комплексно рассмотреть феномен маргинализации в единстве его экономических, социальных и культурных аспектов, учесть многообразие его проявлений и эффектов.

Ключевые методы получения эмпирических данных включали:

1. кейс-стади — для глубокого анализа опыта конкретных маргинальных хозяйств и сельских сообществ;

2. глубинные интервью с фермерами — для выявления их субъективного восприятия процессов маргинализации и адаптационных стратегий;

3. контент-анализ медиа — для изучения репрезентаций маргинальности в публичном дискурсе;

4. экспертные панели — для прогнозирования трендов инновационного развития АПК в контексте социальной эксклюзии.

Полевой этап исследования проходил в 2023–2024 гг. в трех регионах России, различающихся по уровню социально-экономического развития сельских территорий: Белгородской области, Алтайском крае, Республике Калмыкия. Для анализа были отобраны 50 кейсов маргинальных хозяйств, относящихся к малым формам хозяйствования (ЛПХ, КФХ) и расположенных в периферийных районах.

Критериями маргинальности выступали малый размер земельного участка (менее 5 га), низкий уровень дохода (ниже прожиточного минимума), отсутствие доступа к мерам господдержки, слабая включенность в отраслевые институты и сообщества. Дополнительно были проведены 30 глубинных интервью с главами хозяйств, отобранных методом «снежного кома». Гайд интервью фокусировался на вопросах субъективного восприятия маргинального статуса, барьерах внедрения инноваций, альтернативных практиках хозяйствования.

Контент-анализ охватил 5 федеральных и 15 региональных СМИ, публикующих материалы по аграрной тематике (всего 850 публикаций за 2019–2024 гг.). Поиск релевантных текстов осуществлялся по ключевым словам: «маргинальность», «социальная эксклюзия», «сельская бедность», «неравенство», «устойчивое развитие». Для экспертной оценки тенденций и рисков маргинализации сельских территорий был проведен ряд очных и онлайн-панелей с участием 25 специалистов из научно-образовательной сферы, органов управления АПК, фермерских ассоциаций.

На этапе анализа данных применялись методы типологизации, осевого и выборочного кодирования, построения концептуальных схем. Достоверность результатов обеспечивалась триангуляцией источников информации, сочетанием качественных и количественных методов, использованием техник структурной и категориальной валидации.

Анализ кейсов маргинальных хозяйств позволил выделить три устойчивых паттерна, характеризующих

их положение в социально-экономической структуре аграрной отрасли:

**1. Территориальная изоляция.** 84% изученных хозяйств расположены в депрессивных районах, удаленных от крупных центров и транспортных узлов. Средняя численность населения в селах, где проводилось исследование, составляет 560 человек (на 25% ниже среднего показателя по стране). За последние 10 лет они потеряли в среднем треть жителей в результате миграционного оттока.

**2. Технологическое отставание.** Уровень внедрения современных агротехнологий в маргинальных хозяйствах минимален. Только 12% из них используют элементы точного земледелия, 8% применяют цифровые инструменты управления, 4% имеют доступ к системам мониторинга полей. Главной причиной, по мнению 67% опрошенных фермеров, является недостаток финансовых ресурсов.

**3. Слабая включенность в формальные институты.** 78% респондентов не являются членами отраслевых союзов и ассоциаций, 54% никогда не участвовали в государственных программах поддержки, при этом 48% регулярно обращаются за помощью к неформальным сетям взаимопомощи, основанным на родственных и дружеских связях.

Статистический анализ выявил значимую ( $p < 0,01$ ) отрицательную корреляцию между степенью маргинализации хозяйств и уровнем инновационной активности ( $r = -0,62$ ). Как показывает таблица 1, среди предприятий, отнесенных к маргинальному кластеру, доля использующих передовые технологии в 3,5 раза ниже, чем в выборке в целом. Напротив, в группе хозяйств с высоким уровнем инклюзии в отраслевые институты этот показатель достигает 72% ( $\chi^2 = 36,4$ ;  $df = 2$ ;  $p < 0,001$ ).

Таблица 1. Взаимосвязь степени маргинализации и инновационной активности хозяйств

Степень маргинализации	Доля хозяйств, внедривших инновации, %
Низкая ( $n = 34$ )	72*
Средняя ( $n = 54$ )	41
Высокая ( $n = 67$ )	19*
По выборке в целом	55

Примечание: \* различия статистически значимы по критерию хи-квадрат ( $p < 0,001$ ).

Модель бинарной логистической регрессии показывает, что вероятность внедрения инноваций для хозяйств со средним уровнем маргинализации в 2,8 раза ниже ( $\exp(B) = 0,36$ ;  $p < 0,05$ ), чем для полностью инклюзивных. Для предельно маргинальных хозяйств соответствующий коэффициент составляет 0,12 ( $p < 0,01$ ), то есть шансы на технологическую модернизацию снижаются более чем в 8 раз. Модель объясняет 32% вариации зависимой переменной ( $R^2$  Нэйджелкера = 0,32) и обладает высокой предсказательной силой, верно классифицируя 79,2% наблюдений.

Качественный анализ интервью выявил ряд типичных барьеров, с которыми сталкиваются маргинальные хозяйства при внедрении инноваций:

**1. Информационный вакуум.** Многие фермеры отмечают нехватку достоверной информации о передовых технологиях, их возможностях и эффектах. «До нас доходят только обрывочные сведения, никто толком не объясняет, как это работает и что нам даст» (мужчина, 45 лет).

**2. Дефицит компетенций.** Внедрение инноваций требует новых знаний и навыков, которыми маргинальные хозяйства часто не обладают в силу низкого образовательного уровня. «Вроде и хочется что-то новое попробовать, но страшно. Ну какой из меня программист или технолог?» (женщина, 52 года).

**3. Ригидность мышления.** Многолетняя эксклюзия способствует закреплению архаичных моделей хозяйствования, основанных на недоверии к изменениям. «Наши деды и прадеды по-другому землю обрабатывали, и ничего. А сейчас нам какие-то нанотехнологии предлагают. Оно нам надо?» (мужчина, 61 год).

**4. Отсутствие долгосрочной перспективы.** В условиях хронической бедности горизонт планирования предельно сужается, что затрудняет инвестиции в будущее. «Какие там инновации, когда мы думаем, как бы выжить сегодня. Нет у меня лишних денег на всякие эксперименты» (женщина, 39 лет).

В то же время контент-анализ медиа и экспертные интервью позволили выявить ряд нетривиальных эффектов маргинализации, связанных с появлением низовых инноваций. Речь идет о новых формах организации сельскохозяйственного производства и сбыта, возникающих в депрессивных районах в качестве креативной реакции на вызовы бедности и неравенства, среди них — локальные продовольственные системы (local food systems), нацеленные на сокращение цепочки «производитель — потребитель» и продвижение местных продуктов [3, 7]; сельское хозяйство, поддерживаемое сообществом (community supported agriculture) — модель кооперации фермеров и потребителей, основанная на разделении рисков и выгод [1, 14]; солидарные закупки (solidarity purchasing groups), позволяющие малым хозяйствам коллективно выходить на рынок, минуя посредников [10].

Как показал анализ кейсов, подобные инновации зачастую возникают именно в маргинальной среде, где традиционные способы хозяйствования оказываются нежизнеспособными. При этом они опираются на специфические ресурсы депрессивных сообществ: взаимопомощь, локальную идентичность, доверие, готовность к экспериментам. «Мы поняли, что никто не решит наши проблемы, кроме нас самих. Объединились с соседями, стали вместе работать, продавать, делить урожай. Тяжело, но начинает получаться» (мужчина, 53 года).

Конечно, масштаб подобных инноваций остается ограниченным, а их экономический эффект несопоставим с высокотехнологичными решениями агрохолдингов. Однако они демонстрируют принципиально новую логику инклюзивного развития, ориентированную на социальную интеграцию, активизацию локальных сообществ, сохранение сельского уклада жизни. И в этом смысле могут рассматриваться как значимая альтернатива «генеральной линии» инновационной трансформации АПК.

Количественным выражением потенциала низовых инноваций может служить рост числа проектов сельского социального предпринимательства, составивший за 2020–2024 гг. в среднем по стране 18%, а в отдельных депрессивных регионах — до 30–35%. Для значительной части из них ключевыми драйверами развития стали неудовлетворенный спрос на продукцию «с лица» и готовность населения участвовать в альтернативных схемах продовольственного обеспечения.



Вместе с тем анализ показывает, что потенциал креативных практик, рождающихся в маргинальной среде, в значительной степени ограничивается дефицитом институциональной поддержки. 78% опрошенных экспертов полагают, что государственная политика в сфере сельского развития остается «однобоко ориентированной на агрохолдинги» и «не учитывает специфику малых форм хозяйствования». В результате многие низовые инициативы не получают необходимых ресурсов для развития и масштабирования своей деятельности.

Проведенное исследование продемонстрировало неоднозначный характер влияния маргинализации аграрной среды на процессы инновационной трансформации. С одной стороны, эксклюзия существенно ограничивает возможности мелких хозяйств по внедрению современных технологий, закрепляя их отставание от лидеров отрасли. Дефицит всех видов ресурсов (финансовых, информационных, человеческих) в сочетании с территориальной изоляцией и слабой включенностью в формальные институты создает труднопреодолимые барьеры для технологической модернизации периферийных территорий, с другой — именно маргинальная среда зачастую становится источником креативных инноваций, возникающих как реакция на провалы доминирующей модели развития.

Локальные продовольственные системы, солидарные цепочки, социальное фермерство демонстрируют принципиально иную логику инклюзивных преобразований, ориентированную на эндогенные ресурсы депрессивных сообществ. Подобные практики не могут полностью компенсировать негативные эффекты маргинализации, но способны смягчить остроту социальных проблем села.

Результаты исследования обогащают научные представления о многоаспектном характере маргинализации аграрной сферы и ее противоречивом влиянии на инновационные процессы. Они показывают ограниченность упрощенных дихотомий «центр — периферия», «модернизация — архаизация», фиксируя внимание на неоднозначности социальных эффектов технологических преобразований. Выводы работы могут использоваться при разработке инклюзивных стратегий развития сельских территорий, учитывающих интересы и потенциал маргинальных групп.

*В практическом плане ключевыми приоритетами государственной политики в этой сфере должны стать:*

1. Переориентация системы господдержки на малые формы хозяйствования через специальные программы грантовой и кредитной поддержки, консультационные услуги, облегчение доступа к рыночной инфраструктуре.
2. Стимулирование кооперации и интеграции мелких производителей для совместного внедрения инноваций, коллективного выхода на рынки, участия в цепочках создания добавленной стоимости.
3. Активное развитие на селе современной инфраструктуры — агротехнопарков, бизнес-инкубаторов, информационно-консультационных центров, призванных обеспечить трансфер знаний и технологий.
4. Поддержка проектов сельского социального предпринимательства через льготное налогообложение, субсидирование части затрат, помощь в продвижении продукции, содействие межрегиональному сотрудничеству.

*Исследование выполнено за счет внутреннего гранта РГПУ им. А.И. Герцена (проект № 5ВГ).*

*Пилипец А.А., ассистент преподавателя кафедры теории и истории культуры РГПУ им. А.И. Герцена*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Архипов В. Вынужденные вещи. 105 штукovin с голосами их создателей из коллекции Владимира Архипова. М.: Типолигон. 2003; 109 (1300 экз.).
2. Гумбрехт Х.-У. Производство присутствия: чего не может передать значение. М.: НЛО. 2006; 183.
3. Делёз Ж. Спиноза // Ж. Делёз. Эмпиризм и субъективность: опыт о человеческой природе по Юму. Критическая философия Канта: учение о способностях. Бергсонизм. Спиноза. М.: Per Se. 2001; 358.
4. Козырева А.С. Аффективное пробуждение прошлого: анализ прекогнитивного измерения воспоминания в феноменологии Э. Гуссерля // HORIZON. Феноменологические исследования. 2012; 2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/affektivnoe-probuzhdenie-proshlogo-analiz-pre-kognitivnogo-izmereniya-vospominaniya-v-fenomenologii-edmunda-gusserlya> (дата обращения: 18.06.2024).
5. Лефевр А. Социальное пространство // Неприкосновенный запас. 2010; 2(70). — URL: <http://magazines.russ.ru/nz/2010/2/le1-pr.html>
6. Смирнов А.В. Искусство городских дворов: специфика явления и перспективы изучения // Актуальные проблемы теории и истории искусства. 2018; 8. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvo-gorodskih-dvorov-spetsifika-yavleniya-i-perspektivy-izucheniya> (дата обращения: 18.06.2024).
7. Суворова А.А. Понятие «искусство аутсайдеров»: границы и смежные феномены // Культурный код. 2018; 1. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-iskusstvo-outsayderov-granitsy-i-smezhnye-fenomeny> (дата обращения: 16.06.2024).
8. Correa L.G. Urban interventions in a global city: dissensus, consensus and ambivalence in the streets of London. Medijske Studije-Media Studies. 2018; 9(17): 48–67. <https://hrcak.srce.hr/clanak/300638> (дата обращения: 17.06.2024).
9. Trubina E. Street art in non-capital urban centres: between exploiting commercial appeal and expressing social concerns. Cultural Studies. 2018; 32(5): 676–703. <https://doi.org/10.1080/09502386.2018.1429002>
10. Глазьев С.Ю. Рывок в будущее. Россия в новых технологическом и мирохозяйственном укладах. М.: Книжный мир. 2018; 768.
11. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: официальное издание. М.: Росинформагротех. 2019; 80.
12. Araújo S.O., Peres R.S., Barata J., Lidon F., Ramalho J.C. Characterising the Agriculture 4.0 Landscape: Emerging Trends, Challenges and Opportunities // Agronomy. 2021; 11(4): 667.
13. Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda // NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences. 2019; 90–91: 100315.
14. Kamilaris A., Fonts A., Prenafeta-Boldú F.X. The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains // Trends in Food Science & Technology. 2019; 91: 640–652.
15. Thompson N.M., Bir C., Widmar D.A., Mintert J.R. Farmer Perceptions of Precision Agriculture Technology Benefits // Journal of Agricultural and Applied Economics. 2019; 51: 1: 142–163.
16. Yahya N. Agricultural 4.0: Its Implementation Toward Future Sustainability // Green Energy and Technology. 2019; 125–145.

# ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ СХЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ ПРИ КЛИНИЧЕСКОМ МАСТИТЕ У КОРОВ

К основной цели производителей молока относится достижение прибыли, получить которую можно как благодаря снижению затрат на производство, так и повышению качества молока, получаемого от коров. Мастит — заболевание вымени крупного рогатого скота, напрямую влияющее на продуктивность животных, приносит значительные экономические потери и встречается на каждой молочной ферме.

Заболевание вымени может проявляться как в сухостойный период, так и в период лактации. Форма течения может существенно отличаться. Причиной такого разнообразия является широкий перечень (более 140) бактерий, вызывающих мастит.

Технология производства молока подразумевает постоянный контакт животных с патогенными и условно-патогенными микроорганизмами, проникающими в ткани вымени преимущественно через открытый сосковый канал. Возникновение мастита обусловлено комплексом предрасполагающих факторов:

- высокой концентрацией возбудителей в местах содержания животных, доильном оборудовании, на коже сосков вымени;
- способностью возбудителей передаваться через руки, многоразовые салфетки, изношенную сосковую резину, с молоком при эффекте «обратного доения»;
- травмированием кожи сосков (например, при проявлении гиперкератоза);

В отдельных случаях возбудители способны проникать лимфогенным путем в формирующуюся ткань вымени, например при выпойке маститного молока молодняку.

В связи с перечисленными особенностями возбудителей лечебно-профилактические мероприятия по борьбе с патогенами должны носить комплексный характер:

- использование качественных средств для обработки вымени до и после доения;
- использование одноразовых бумажных салфеток для обработки сосков вымени;
- дезинфекция и стирка многоразовых салфеток для протирания сосков вымени;
- строгое соблюдение технологии доения;
- своевременный сервис доильного оборудования;
- доение больных животных отдельно от основного стада.

Мастит может протекать в разных формах. По течению клинических признаков он классифицируется на клинический, субклинический и хронический.

Клинический мастит протекает с ярко выраженными клиническими признаками, характеризующимися увеличением надвымянных лимфоузлов, гиперемией, болезненностью проблемной доли вымени. Наблюдаются изменения физиологических характеристик молока. Клинический мастит обычно вызывают возбудители с высокой патогенностью — *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.* и колиформные бактерии [2].

Субклинический мастит — самая часто встречаемая форма воспаления вымени (от 15 до 40 раз чаще, чем клинический мастит) [2]. Как правило, эта форма мастита предшествует клиническому маститу. Субклинический мастит — это скрытое заболевание, которое, как правило, не распознается при сдаивании первых струек

молока оператором машинного доения. Выявление происходит с помощью различных исследовательских методов, которые помогают определить либо наличие опасных микроорганизмов, либо число соматических клеток.

Для животноводства эта форма мастита играет важную роль, так как она приводит к большим убыткам, связанным со снижением молочной продуктивности и ухудшением качества молока. Из-за скрытого характера данной формы заболевания производители не всегда замечают масштаб потерь объемов молока, скорость распространения инфекции во всем стаде. Субклинический мастит вызывают чаще всего стафилококки, некоторые стрептококки, например *Streptococcus uberis* и *Streptococcus agalactiae* [2].

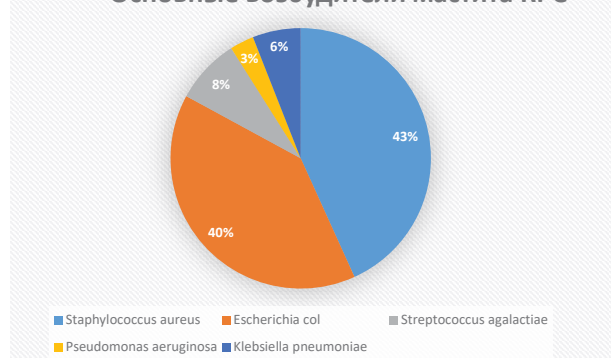
Хронический мастит отличается тем, что продолжается длительное время. Заболевание может начаться как клинический мастит либо как субклинический с периодическими проявлениями клинического мастита. Для этой формы характерны изменение размера и формы четвертей вымени, снижение продуктивности. Сотрудниками ФНАЦ ВИМ был проведен анализ инфекционной заболеваемости маститами крупного рогатого скота. За период 2017–2022 гг. были выделены основные возбудители мастита крупного рогатого скота (диаграмма 1) [6].

Как мы видим на диаграмме 1, ведущую роль в воспалении молочной железы занимает *Staphylococcus aureus* (40,5%), затем *Escherichia coli* (37,2%), *Streptococcus agalactiae* (7,6%), *Klebsiella pneumoniae* (5,6%), *Pseudomonas aeruginosa* (2,8%) [8].

Практический опыт работы специалистов предприятий говорит о том, что стафилококковый мастит, вызывающий как клиническое, так и субклиническое течение заболевания, часто осложняется включением в патологический процесс *Streptococcus spp.*, *Enterobacteriales*. Значение мастита, вызванного *Staphylococcus aureus*, сложно переоценить: возбудитель обладает отличной сцепляемостью с тканями вымени, благодаря чему проявляется на всех периодах лактации животного.

Диаграмма 1

Основные возбудители мастита КРС





К одной из характерных особенностей *Staphylococcus spp.* относится способность проникать в глубокие слои паренхимы. Токсины, выделяемые бактериями, вызывают не только разрушение молочной ткани вымени, но и образование инкапсулированных очагов. Ряд авторов в качестве основных причин снижения эффективности лечения мастита, вызванного *Staphylococcus spp.*, называют способность патогена проникать в глубокие слои вымени, выработку механизмов устойчивости возбудителя к антибактериальным препаратам [8].

Мастит, вызванный *Staphylococcus aureus* в период лактации, как правило, хуже поддается лечению по сравнению с сухостойным периодом. Для повышения эффективности назначенных схем лечения ветеринарные врачи руководствуются следующими подходами:

- проведение бактериологических исследований с определением чувствительности бактерий к антибиотикам;
- проведение ротации антибактериальных препаратов;
- использование комбинаций антибиотиков, воздействующих на разные «мишени» бактериальной клетки;
- использование внутривымянных антибиотиков в комбинации с инъекционными;
- использование комплексного подхода к лечению, включающего в себя этиотропную и симптоматическую терапию.

При этом, несмотря на большое количество лекарственных средств, присутствующих на рынке, ветеринарные специалисты регулярно сталкиваются со снижением эффективности лечения, обусловленной в первую очередь выработкой механизмов устойчивости у патогенных микроорганизмов к действующим веществам. Залогом успеха лечения коров с клиническим маститом являются своевременность назначения антибактериальных препаратов или их комбинации, обладающих соответствующим спектром активности, и регулярная ротация с учетом видовой чувствительности бактерий к антибиотикам.

Проведение лабораторных исследований маститного молока с определением чувствительности к патогенной микрофлоре в лаборатории «Эпсилон Био» обосновывает вывод о высокой эффективности фторхинолоновых антибиотиков (фото 1).

На основании проведенных лабораторных исследований на предприятии Свердловской области ведущим ветеринарным врачом — консультантом ГК «ВИК» совместно со специалистами предприятия был проведен производственный опыт по применению препарата «Стрептовик лонг» в комбинации с внутривымянным шприцом «Энрофлон® гель». Данные препараты использовались для лечения клинического мастита с характерными клиническими признаками: очаги уплотнения в пораженных долях вымени, хлопья и сгустки в молоке и изменение цвета молока.

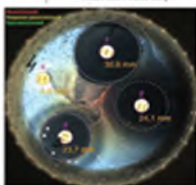
«Стрептовик лонг». Действующие вещества: дигидрострептомицин в форме сульфата, бензилпенициллин в форме бензатина.

«Энрофлон® гель» — интерцистеральный препарат, содержащий в качестве действующих веществ энрофлоксацин и кетопрофен.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Люсин Е.А. Критерии выбора антибактериальных препаратов при лечении мастита крупного рогатого скота // Аграрная наука. 2021; 45: 50–52.
2. Алиев А.Ю., Карпушенко К.А. Альтернативное средство для лечения мастопатии у коров. Аграрная наука. 2023; 10: 30–33.
3. Barbano D.M., Ma Y., Santos M.V. Influence of raw milk quality on fluid milk shelf life. J. Dairy Sci. 89. 2006; E15–E19.
4. Батраков А.Я. Профилактика и лечение маститов у коров. СПб.: Петролазер. 2001; 104.
5. Sutton J.D. Altering milk-composition by feeding. J. Dairy Sci, 72. 1989; 2801–2814.
6. Официальный сайт Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору. <https://old.fsvps.gov.ru/>
7. Tiago Del Valle. Mastitis causative agents and SCC relationship with milk yield and composition in dairy cows // Article in Archivos de Zootecnia. 2017.
8. Lyashchuk Yu., Ovchinnikov A., Belyakov M., Samarin G. Analytical review of causative agents of infectious mastitis in cattle. 2024.

**Фото 1.** Результаты лабораторных исследования маститного молока

Материал для исследования: Результат для исследуемой выделенной культуры	Уроба молока №1 - M88Ac2 10. вымени, БЛП (Ветеринар группы клинической патологии)	Наименование антибиотика	Зона ингибирования роста, мм	Комментарий
		1. Энрофлоксацин	30,6	Чувствительна
		2. Гентамицин	24,1	Чувствительна
		3. Тетрацилин	23,7	Чувствительна
		4. Тетрацилин	0,0	Резистентна

Всего в производственном опыте участвовали 60 голов коров с диагнозом «клинический мастит». Коров в опытную и контрольную группы отбирали по принципу аналогов. В каждой группе по 30 голов.

Животным опытной группы внутримышечно вводили «Стрептовик лонг» 1 см<sup>3</sup> на 10 кг массы животного. Этим же коровам дополнительно в пораженные доли вымени внутривымянно вводили «Энрофлон® гель» согласно инструкции по применению. Контрольным животным в пораженные доли вымени внутривымянно применяли «Энрофлон® гель» согласно инструкции по применению. Инъекционные антибактериальные препараты животным контрольной группы не применялись.

Специалистами предприятия были отмечены однородность суспензии «Стрептовик лонг», легкость его введения. Длительность производственного опыта — 21 день с момента введения препаратов.

Результаты производственного опыта отображены в таблице 1.

**Таблица 1. Анализ эффективности схем лечения клинического мастита коров с использованием препаратов «Энрофлон® гель» и «Стрептовик лонг»**

Оцениваемые показатели	Опытная группа «Энрофлон® гель» + «Стрептовик лонг»	Контрольная группа «Энрофлон® гель»
Количество голов	30	30
Количество пораженных долей	45	56
Выздоровело долей	37	34
Переведено на другую схему лечения	8	22
Эффективность лечения	82%	53%
Проявление рецидива заболевания у выздоровевших животных в течение трех недель	0	4

Как видно из таблицы 2, комплексная терапия показала более высокий результат (82%) по сравнению с монотерапией (53%), что на 29% эффективнее. За выписанными животными наблюдали в течение трех недель, у выздоровевших после применения комплексной терапии рецидива клинического мастита не отмечалось, в контрольной группе были отмечены четыре рецидива.

Подводя итоги проделанной работы, следует отметить высокую эффективность комбинированной схемы лечения: введение антибактериальных препаратов с разными действующими веществами и методами введения при клиническом мастите у коров. Применение такой схемы позволит достичь прямого положительного эффекта в виде сокращения длительности лечения и отсутствия рецидивов после выздоровления.

Хаёрова Я.А., ветеринарный врач АО «Агрофирма Патруши»,

Мартышкин В.В., ветеринарный врач-консультант Департамента продвижения дивизиона животноводства ГК «ВИК»

# СТРЕПТОВИК ЛОНГ

Антибактериальный препарат в виде суспензии

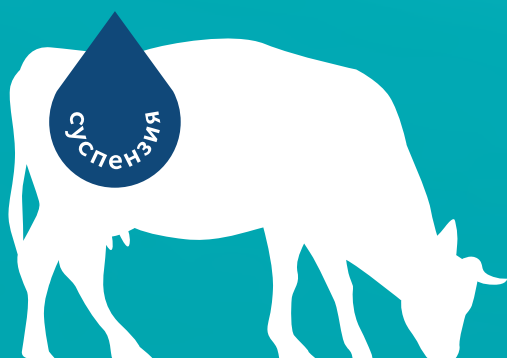
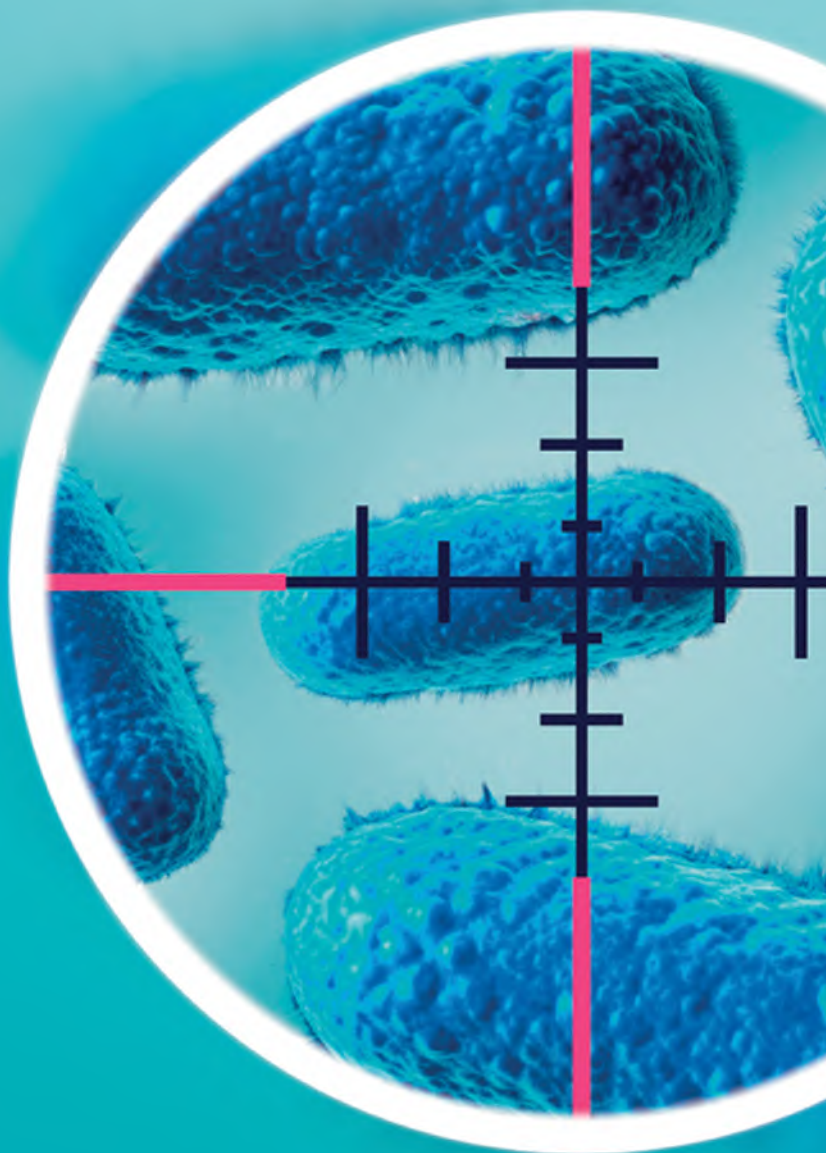


Пролонгированное  
бактерицидное  
действие:

■ *снижает трудозатраты*

■ *уменьшает уровень  
стресса у животных*

- ◆ Эффективен против широкого спектра бактерий
- ◆ Сохраняет гомогенность до 24 часов – не расслаивается
- ◆ Преодолевает перекрестную резистентность к другим антибиотикам



Подробнее  
о препарате



ГРУППА  
КОМПАНИЙ  
ВИК

🌐 21 место среди производителей  
ветеринарной фармацевтики в мире

☎ +7 (495) 777-67-67  
🌐 [www.vicgroup.ru](http://www.vicgroup.ru)

УДК 619:579.618.14-002.636.2

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-34-39

В.И. Луцай<sup>1</sup> ✉  
В.Д. Сибирцев<sup>1</sup>  
А.М. Нефедов<sup>1</sup>  
П.А. Руденко<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Российский биотехнологический университет, Москва, Россия

<sup>2</sup>Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия

✉ recaro21@bk.ru

Поступила в редакцию: 30.05.2024  
Одобрена после рецензирования: 12.08.2024  
Принята к публикации: 28.08.2024

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

## Уровень прооксидантно-антиоксидантного статуса у высокопродуктивных коров при коморбидном течении акушерско-гинекологической и ортопедической патологии

### РЕЗЮМЕ

Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система защиты — это сбалансированная система, отвечающая за обработку и утилизацию липидов в клетках организма. Она играет важную роль в обмене липидов, защите клеток и поддержании здоровья организма в целом. Ее правильное функционирование необходимо для обеспечения оптимальной работы клеток и органов всего организма.

В статье клинико-экспериментально обоснована патогенетическая роль продуктов перекисного окисления липидов и уровня антиоксидантной защиты у коров при эндометритах и гнойно-некротических процессах в области пальца, при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии. Показано, что полиморбидная манифестация сопровождается более тяжелым течением, чем отдельные заболевания. Установлено, что развитие послеродового эндометрита и гнойно-некротических поражений конечностей у коров сопровождается высокодостоверным увеличением в сыворотке крови продуктов ПОЛ на фоне снижения количества антиоксидантных ферментов, за исключением церулоплазмينا. При этом указанные изменения сопровождаются резким скачком при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии у высокопродуктивных животных.

**Ключевые слова:** эндометрит, ортопедическая патология, коморбидное течение, пероксисомальная окислительная липид-связывающая активность, коровы.

**Для цитирования:** Луцай В.И., Сибирцев В.Д., Нефедов А.М., Руденко П.А. Уровень прооксидантно-антиоксидантного статуса у высокопродуктивных коров при коморбидном течении акушерско-гинекологической и ортопедической патологии. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 34–39.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-34-39>

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-34-39

Vladimir I. Lutsay<sup>1</sup> ✉  
Vladimir D. Sibirtsev<sup>1</sup>  
Anton M. Nefedov<sup>1</sup>  
Pavel A. Rudenko<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Peoples' Friendship University of Russia named Patrice Lumumba, Moscow, Russia

✉ recaro21@bk.ru

Received by the editorial office: 30.05.2024  
Accepted in revised: 12.08.2024  
Accepted for publication: 28.08.2024

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

## Level of prooxidant-antioxidant status in highly productive cows with comorbid obstetric, gynecological and orthopedic pathology

### ABSTRACT

The lipid peroxidation and antioxidant defense system is a balanced system responsible for the processing and utilization of lipids in the body's cells. It plays an important role in lipid metabolism, cell protection and overall health of the body. Its proper functioning is necessary to ensure optimal functioning of cells and organs throughout the body. The article clinically and experimentally substantiates the pathogenetic role of lipid peroxidation products and the level of antioxidant protection in cows with endometritis and purulent-necrotic processes in the finger area, as well as with the comorbid course of endometritis and orthopedic pathology. It has been shown that multimorbid manifestation is accompanied by a more severe course than individual diseases. It has been established that the development of postpartum endometritis and purulent-necrotic lesions of the limbs in cows is accompanied by a highly significant increase in lipid peroxidation products in the blood serum against the background of a decrease in the amount of antioxidant enzymes, with the exception of ceruloplasmin. Moreover, these changes are accompanied by a sharp jump in the comorbid course of endometritis and orthopedic pathology in highly productive animals.

**Key words:** endometritis, orthopedic pathology, comorbidity, lipid peroxidation, antioxidant system, cows

**For citation:** Lutsay V.I., Sibirtsev V.D., Nefedov A.M., Rudenko P.A. Level of prooxidant-antioxidant status in highly productive cows with comorbid obstetric, gynecological and orthopedic pathology. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 34–39 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-34-39>



## Введение/Introduction

Молочное скотоводство имеет стратегическое значение для развития аграрного сектора в экономике нашей страны. Современные условия рыночной конкуренции обуславливают развитие отрасли за счет увеличения продуктивности коров и технологического усовершенствования их содержания и эксплуатации [1, 2]. Рядом исследователей доказаны ведущая роль в возникновении бесплодия у коров несоответствий условий содержания физиологическим потребностям животных, несбалансированное кормление, нарушения эксплуатационного режима, неудовлетворительное санитарно-гигиеническое состояние помещений, нарушения технологии искусственного осеменения, отсутствие регулярного моциона, неполноценный запуск и т. д. При этом непосредственно главной причиной снижения интенсивности воспроизводства выступают акушерско-гинекологические патологии, приводящие к длительному бесплодию или даже полной потери половой функции у коров [3–7].

В ветеринарной медицине существует проблема коморбидного течения ряда заболеваний у коров, обусловленных ассоциациями условно-патогенной микрофлоры, циркулирующими в фермерских биоценозах и представляющих собой группу биогеоценологических факторных инфекций [1, 8–11].

Коморбидное течение гинекологической и ортопедической патологии у коров приводит к значительному экономическому ущербу, связанному со снижением показателей молочной продуктивности, затратами на проведение диагностических, лечебных, профилактических ветеринарных мероприятий [12–14].

Проблема значительного распространения нарушений репродуктивной функции и гнойно-некротических поражений в области пальцев у коров требует поиска новых способов ранней диагностики и коррекции данной патологии [15–19].

Перекисное окисление липидов (ПОЛ) — антиоксидантная система (АОС) защиты. Это сбалансированная система, отвечающая за обработку и утилизацию липидов в клетках организма. Она играет важную роль в поддержании гомеостаза липидов и защите от окислительного стресса. Эта система помогает контролировать уровень липидов в клетках, регулирует процессы метаболизма, участвует в биосинтезе мембранных компонентов и в запасании энергии.

Кроме того, «ПОЛ-АОС» способствует защите клеток от повреждающего воздействия свободных радикалов и участвует в установлении иммунного ответа. Важность системы «ПОЛ-АОС» заключается в том, что ее нарушение может привести к развитию различных патологий, поэтому поддержание нормальной ее работы имеет большое значение для здоровья организма. Система «ПОЛ-АОС» играет важную роль в обмене липидов, защите клеток и поддержании здоровья организма в целом. Ее правильное функционирование необходимо для обеспечения оптимальной работы клеток и органов всего организма [20–24]. В связи с этим изучение прооксидантно-антиоксидантного баланса у высокопродуктивных коров при эндометрите и ортопедической патологии, при коморбидном течении эндометрита и гнойно-некротических заболеваний в области пальца является достаточно актуальным направлением для научных изысканий.

*Цель работы* — клинико-экспериментально обосновать патогенетическую роль продуктов перекисного окисления липидов и уровня антиоксидантной защиты у коров при эндометритах и гнойно-некротических процессах в области пальца, при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Эксперимент проведен в соответствии с Международными биоэтическими нормами<sup>1</sup>. Исследования проведены на базе АО «Воскресенское» (Воскресенский р-н, Московская обл., Россия) с общим поголовьем 1450 голов крупного рогатого скота, в том числе 830 коров.

Материалом для исследования служили высокопродуктивные коровы с острым гнойно-катаральным послеродовым эндометритом — группа 1-я ( $n = 28$ ), животные с гнойно-некротическими заболеваниями в области пальца — группа 2-я ( $n = 25$ ), при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии — группа 3-я ( $n = 27$ ).

Ортопедическую диспансеризацию проводили ежемесячно, что позволило определить степень и характер деформаций, интенсивность разрушения копытного рога, динамику болезней копыт у коров в течение календарного года. При этом особое внимание обращали на состояние копыт (присутствие деформаций) и копытцевого рога (наличие в нем карманов, раковин, расслоений, трещин), постановку грудных и тазовых конечностей.

При проведении ортопедической диспансеризации 830 голов коров выявлены 64 (7,7% от общего количества исследованных) животных с признаками деформаций и поражений в области пальца. У коров чаще всего при проведении ортопедической диспансеризации регистрировали гнойный пододерматит, раны и язвы межпальцевой щели и язву Рустергольца. Значительно реже отмечали возникновение межпальцевой флегмоны и болезнь Мортелларо. При этом в большинстве случаев локализовали гнойно-воспалительные процессы регистрировали на тазовых конечностях.

У животных с наличием гнойно-некротических поражений в области пальцев в послеродовом периоде проводили акушерско-гинекологическую диспансеризацию на основании клинической манифестации методом трансректальной пальпации и ультразвуковым сканированием половых органов прибором Scanner Falco при частоте 8 МГц, по принятым в ветеринарной репродуктологии методикам<sup>2</sup>. При этом определяли размеры и эхоплотность тканей, их однородность, эхохарактер функциональных и патологических структур.

У коров с ортопедической патологией клиническую манифестацию острого гнойно-катарального эндометрита отмечали на 4–6-е сутки после родов. При этом регистрировали выделение из матки тягучих желто-коричневых или серовато-белых лохий, иногда с хлопьевидными участками разрушенных корункулов и разлагающихся фрагментов последа.

На 8–12-е сутки у всех животных из влагалища отмечено обильное выделение обильного слизисто-гнойного экссудата. При этом у животных слизистая оболочка влагалища была гиперемирована, отечная, болезненная, с повышением местной температуры.

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

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

У большинства коров отмечали угнетение, отказ от корма и повышение общей температуры тела до 40 °С.

На основании клинических исследований установлено негативное влияние ортопедической патологии у коров на развитие в послеродовом периоде острого гнойно-катарального эндометрита.

У больных животных, а также коров из группы контроля ( $n = 23$ ) отбирали кровь из яремной вены в утренние часы до кормления в стерильные пробирки для проведения биохимических исследований на базе лаборатории кафедры ветеринарной медицины «РОСБИОТЕХ».

Поглощение в образцах измеряли с помощью спектрофотометра (UN2CO-WFT2100, Шанхай, Китай). Интенсивность процессов «ПОЛ-АОС» в сыворотке крови оценивали, используя коммерческие наборы для колориметрического анализа (RANDOX Laboratories Ltd., Лондон, Великобритания), согласно инструкции производителя. При этом из показателей перекисного окисления липидов был определен уровень диеновых конъюгатов (ДК), малонового диальдегида (МДА) и молекул средней массы (МСМ).

Состояние антиоксидантной защиты оценивали по показателям активности супероксиддисмутазы (СОД), церулоплазмина (ЦП), каталазы (КТ), глутатионпероксидазы (ГЛП) и уровня общей антиоксидантной активности плазмы крови (ОАОА), который определяли по методике Р.А. Тимир-Булатова и Е.И. Селезнева<sup>3</sup>.

Расчеты проводили с помощью статистической программы Statistica 7.0. (StatSoft, USA) общепринятыми методами<sup>4</sup>. При проведении статистических расчетов предварительно оценивали нормальность распределения с помощью теста ANOVA. Рассчитывали доверительный интервал (CI), для 95%, среднюю арифметическую (Mean), среднеквадратическую ошибку (SE) и стандартное отклонение (SD). Достоверность разницы показателей рассчитывали по критерию Тьюки: между показателями контрольной и I–III опытными группами (\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ ); между показателями коров I и II групп (◇  $p < 0,05$ ; ◇◇  $p < 0,01$ ; ◇◇◇  $p < 0,001$ ); между показателями коров I и III групп (Γ  $p < 0,05$ ; ΓΓ  $p < 0,01$ ; ΓΓΓ  $p < 0,001$ ); между показателями коров II и III групп (§  $p < 0,05$ ; §§  $p < 0,01$ ; §§§  $p < 0,001$ ).

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Ветеринарная практика подтверждает существование у высокопродуктивных коров клинически выраженной ассоциированной связи между проявлением акушерских болезней и ортопедической патологии [13].

Поскольку липиды являются неотъемлемым компонентом клеточных мембран, повреждение клеточной мембраны, а именно фосфолипидного комплекса,

является одним из пусковых механизмов развития многих патологических процессов.

Основную роль в повреждении этих структур играют процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ). Они наряду с другими токсическими метаболитами и медиаторами воспаления вызывают деструкцию клеточных мембран, которая приводит к тяжелой дезорганизации функций органов и тканей организма, что сопровождается подавлением синтеза белков и иммунного статуса, а также является одним из пусковых механизмов патогенеза любых патологических процессов [21, 24].

Показатели прооксидантного статуса сыворотки крови у высокопродуктивных коров при эндометрите и ортопедической патологии, при коморбидном течении эндометрита и гнойно-некротических заболеваний в области пальца нашли свой отпечаток в таблице 1.

С помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) были установлены достоверные ( $p < 0,001$ ) изменения уровня продуктов процессов перекисаации — диеновых конъюгатов, малонового диальдегида и молекул средней массы у животных первой, второй и третьей опытных групп —  $F = 43,93$ ,  $F = 37,11$ ,  $F = 26,72$  соответственно.

В этом случае можно отвергнуть нулевую гипотезу о том, что исследуемые показатели ПОЛ у животных разных групп относятся к одной и той же генеральной совокупности. Впоследствии был проведен анализ множественных сравнений Тьюки для детального статистического анализа различий между опытными группами животных. При этом установлено высокодостоверное ( $p < 0,001$ ) увеличение показателя ДК у коров I, II и III опытных групп в 1,79, 1,80 и 1,76 раза, соответственно, при сравнении со значением клинически здоровых животных.

Установлено, что у опытных животных I–III групп отмечается достоверный рост показателя МДА: на 46,3% — с  $1,45 \pm 0,49$  до  $2,70 \pm 0,45$  мкмоль/л; на 48,4% — с  $1,45 \pm 0,49$  до  $2,81 \pm 1,06$  мкмоль/л; на 56,8% — с  $1,45 \pm 0,49$  до  $3,36 \pm 0,43$  мкмоль/л соответственно. Выявлено достоверное ( $p < 0,01$ ) увеличение малонового диальдегида при сравнении I и III групп в 1,24 раза, достоверное ( $p < 0,05$ ) его увеличение при сравнении II и III опытных групп в 1,19 раза.

Следует отметить, что определено достоверное ( $p < 0,001$ ) увеличение показателя МСМ у животных I и III групп в 1,29 и 1,44 раза, соответственно, при сравнении с показателями животных группы контроля.

Установлено достоверное ( $p < 0,05$ ) снижение показателя МСМ при сравнении I и II опытных групп в 1,13 раза, с  $0,35 \pm 0,05$  до  $0,31 \pm 0,05$  усл. ед. Определено достоверный рост ( $p < 0,01$ ) уровня молекул средней массы в сыворотке крови коров при сравнении показателей I и III групп в 1,11 раза, с  $0,35 \pm 0,05$  до  $0,39 \pm 0,06$  усл. ед.

Таблица 1. Уровень продуктов ПОЛ у коров при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии  
Table 1. Level of lipid peroxidation products in cows with comorbid endometritis and orthopedic pathology

Аналиты	Параметр	Контроль ( $n = 23$ )	Группы			ANOVA тест
			I ( $n = 28$ )	II ( $n = 25$ )	III ( $n = 27$ )	
ДК, ед/мл	M $\pm$ SD	$1,85 \pm 0,27$	$3,31 \pm 0,72^{***}$	$3,34 \pm 0,62^{***}$	$3,26 \pm 0,37^{***}$	$F = 43,93$ $p < 0,001$
	95% CI	1,73–1,96	3,03–3,59	3,08–3,59	3,12–3,41	
МДА, мкмоль/л	M $\pm$ SD	$1,45 \pm 0,49$	$2,70 \pm 0,45^{***}$	$2,81 \pm 1,06^{***}$	$3,36 \pm 0,43^{***\Gamma\Gamma\&}$	$F = 37,11$ $p < 0,001$
	95% CI	1,24–1,66	2,53–2,87	2,37–3,25	3,19–3,53	
МСМ, усл. ед.	M $\pm$ SD	$0,27 \pm 0,03$	$0,35 \pm 0,05^{***}$	$0,31 \pm 0,05^{\diamond}$	$0,39 \pm 0,06^{***\Gamma\Gamma\&\&\&}$	$F = 26,72$ $p < 0,001$
	95% CI	0,26–0,29	0,33–0,36	0,29–0,33	0,37–0,42	

<sup>3</sup> Карбышев М.С., Абдуллаев Ш.П. Биохимия оксидативного стресса: учебно-методическое пособие. Москва. 2012; 60.

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

( $p < 0,01$ ), при сравнении показателей II и III групп на 20,5% — с  $0,31 \pm 0,05$  до  $0,39 \pm 0,06$  усл. ед. ( $p < 0,001$ ) (критерий Тьюки).

Относительно низкий уровень свободных радикалов контролируется присутствием АОС, ферменты которой способны непосредственно контактировать и связываться с ними, защищая от повреждений клетки и ткани в организме. В норме АОС должна защищать клеточную стенку от избыточного перекисления, поэтому она является одной из значимых структур в поддержании гомеостаза организма. Даже при незначительных и кратковременных нарушениях в работе АОС могут возникнуть различные метаболические сбои, а более длительное наличие свободных радикалов в кровотоке может привести к необратимым повреждениям клеточной стенки органов и тканей [20–22].

Показатели уровня оксидативного стресса у высокопродуктивных коров при эндометрите и ортопедической патологии, при коморбидном течении эндометрита и гнойно-некротических заболеваний в области пальца приведены в таблице 2.

Методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) были установлены достоверные изменения показателя СОД в сыворотке крови животных разных опытных групп ( $F = 91,25$ ,  $p < 0,001$ ). При этом проведенный анализ множественных сравнений Тьюки при детальном статистическом изучении различий между опытными группами животных позволил установить высокодостоверное ( $p < 0,001$ ) снижение уровня СОД в сыворотке крови коров I, II и III опытных групп в 1,49, 1,32 и 2,27 раза, соответственно, при сравнении с показателями клинически здоровых животных.

Показано, что при сравнении показателей СОД в сыворотке крови коров I и II групп выявлено достоверное ( $p < 0,05$ ) увеличение на 11,9% — с  $51,28 \pm 7,9$  до  $58,24 \pm 5,81$  ед/л. Установлено высокодостоверное ( $p < 0,001$ ) снижение уровня фермента супероксиддисмутазы при сравнении сыворотки крови животных I и III групп, II и III опытных групп на 34,1% и 41,9% соответственно (критерий Тьюки).

Были установлены с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) достоверные изменения уровня белка плазмы ЦП ( $F = 84,35$ ,  $p < 0,001$ ) у животных разных опытных групп. Так, мы наблюдали достоверное увеличение церулоплазмينا в сыворотке крови животных I, II и III опытных групп в 1,54 ( $p < 0,001$ ), 1,27 ( $p < 0,01$ ) и 2,08 ( $p < 0,001$ ) раза, соответственно, при сравнении с показателями здоровых коров.

Установлено, что при сравнении показателей уровня ЦП сыворотки крови коров I и II групп отмечается достоверное ( $p < 0,01$ ) его снижение на 17,4% — с  $126,32 \pm 11,84$  до  $104,28 \pm 12,98$  мг/л.

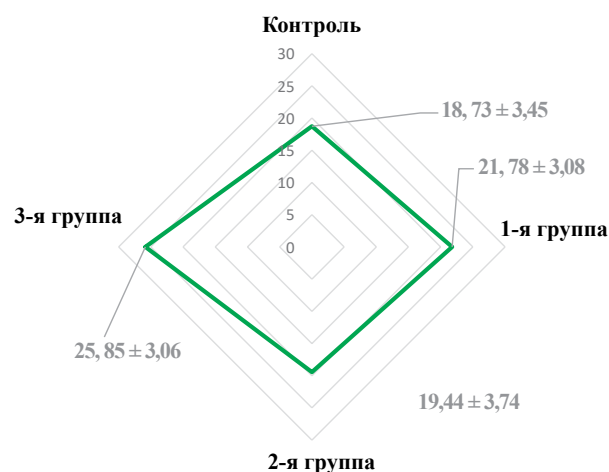
Следует отметить, что при сравнении показателей ЦП в сыворотке крови коров I и III, II и III опытных групп выявлен высокодостоверный рост в 1,35 ( $p < 0,001$ ) и 1,64 ( $p < 0,001$ ) раза соответственно. Касательно гемодостигающего фермента класса оксидоредуктаз — каталазы. Установлено, что у коров I–III опытных групп регистрируется достоверное ( $p < 0,001$ ) его снижение, соответственно, в 1,48, 1,39 и 2,37 раза при сравнении с выходными данными группы контроля. Помимо этого, выявлено высокодостоверное ( $p < 0,001$ ) его снижение при сравнении показателей КТ в сыворотке крови коров I и III, II и III опытных групп на 37,7% и 41,1% соответственно.

При сравнительном анализе уровня ГЛП выявлено высокодостоверное ( $p < 0,001$ ) его снижение в сыворотке крови коров I–III опытных групп в 1,63, 1,59 и 1,89 раза, соответственно, при сравнении с показателями животных группы контроля (ANOVA тест:  $F = 42,23$ ,  $p < 0,001$ ).

Общая антиоксидантная активность сыворотки крови (ОАОА) является интегральным показателем, который свидетельствует об уровне суммарной защиты организма от токсичных продуктов окислительного стресса [21]. Уровень ОАОА сыворотки крови у высокопродуктивных коров при эндометрите и ортопедической патологии, при коморбидном течении эндометрита и гнойно-некротических заболеваний в области пальца приведен на рисунке 1.

Методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) выявлены высокодостоверные изменения уровня общей антиоксидантной активности сыворотки крови у животных разных групп ( $F = 23,85$ ,  $p < 0,001$ ).

**Рис. 1.** Уровень общей антиоксидантной активности у коров при коморбидном течении эндометрита и гнойно-некротических заболеваний в области пальца, ммоль/л  
**Fig. 1.** Level of general antioxidant activity in cows with comorbid endometritis and purulent-necrotic diseases in the finger area, mmol/l



**Таблица 2.** Уровень антиоксидантных ферментов у коров при коморбидном течении эндометрита и гнойно-некротических заболеваний в области пальца

**Table 2.** Level of antioxidant enzymes in cows with comorbid endometritis and purulent-necrotic diseases in the toe area

Аналиты	Параметр	Контроль (n = 23)	Группы			ANOVA тест
			I (n = 28)	II (n = 25)	III (n = 27)	
СОД, ед/л	M ± SD	76,91 ± 13,72	51,28 ± 7,9***	58,24 ± 5,81***◇	33,81 ± 8,64***†††§§§	F = 91,2 p < 0,001
	95% CI	70,97–82,85	48,22–54,35	55,84–60,64	30,39–37,23	
ЦП, мг/л	M ± SD	82,17 ± 5,19	126,32 ± 11,84***	104,28 ± 12,98***◇	171,22 ± 36,53 ***†††§§§	F = 84,35 p < 0,001
	95% CI	79,93–84,42	121,73–130,91	98,92–109,64	156,77–185,67	
КТ, ед/л	M ± SD	1,02 ± 0,18	0,69 ± 0,26***	0,73 ± 0,16***	0,43 ± 0,11 ***†††§§§	F = 41,02 p < 0,001
	95% CI	0,94–1,09	0,59–0,79	0,66–0,79	0,39–0,48	
ГЛП, ед/л	M ± SD	3,60 ± 0,81	2,21 ± 0,62***	2,26 ± 0,39***	1,90 ± 0,34 ***	F = 42,23 p < 0,001
	95% CI	3,25–3,94	1,97–2,45	2,10–2,42	1,77–2,04	



Установлены достоверное ( $p < 0,01$ ) увеличение уровня общей антиоксидантной активности сыворотки крови у коров, больных эндометритом, в 1,16 раза, высокодостоверное ( $p < 0,001$ ) увеличение у животных при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии в 1,38 раза при сравнении с показателями группы контроля. Кроме этого, регистрировали высокодостоверный ( $p < 0,001$ ) рост показателя ОАОА у коров при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии при сравнении с показателями коров I и II опытных групп на 15,7% — с  $21,78 \pm 3,08$  до  $25,85 \pm 3,06$  ммоль/л и на 24,8% — с  $19,44 \pm 3,74$  до  $25,85 \pm 3,06$  ммоль/л соответственно (критерий Тьюки).

Таким образом, установлена коморбидность послеродового эндометрита и гнойно-некротических поражений конечностей у высокопродуктивных коров. При этом установлено, что полиморбидная манифестация сопровождается более тяжелым течением, чем отдельные заболевания. Это подтверждается проведенными исследованиями уровня продуктов ПОЛ и антиоксидантной защиты у коров при эндометритах и гнойно-некротических процессах в области пальца, при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии.

## Выводы/Conclusion

Проведен детальный анализ прооксидантно-антиоксидантного статуса у высокопродуктивных коров при эндометритах и гнойно-некротических процессах в области пальца, при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии.

Установлено, что развитие послеродового эндометрита и гнойно-некротических поражений конечностей у коров сопровождается высокодостоверным увеличением в сыворотке крови продуктов ПОЛ на фоне снижения количества антиоксидантных ферментов, за исключением церулоплазмينا. При этом указанные изменения сопровождаются резким скачком при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии у высокопродуктивных животных.

Показано, что детальное изучение показателей процессов ПОЛ-АОС при коморбидном течении акушерско-гинекологических и ортопедических заболеваний у крупного рогатого скота может иметь диагностическое и прогностическое значение течения воспалительного процесса и служить обоснованием применения того или иного протокола комплексной терапии, что, несомненно, позволит улучшить конечные результаты лечения.

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

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

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

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

## FUNDING

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

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руденко П.А., Ватников Ю.А., Руденко А.А., Руденко В.Б. Эпизоотический анализ животноводческих ферм, неблагополучных по факторным инфекциям. *Научная жизнь*. 2020; 15(4): 572–585. <https://doi.org/10.35679/1991-9476-2020-15-4-572-585>
2. Калашников В.А. Определение чувствительности к антибиотикам микрофлоры, выделенной из половых путей больных эндометритом коров. *Ветеринарна медицина. Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Харків. 2004; 83: 107–110.
3. Barański W., Baryczka A., Zduńczyk S., Tobolski D., Janowski T. Prevalence of subclinical endometritis in dairy cows that recovered after treatment of clinical endometritis with cephapirin and PGF<sub>2α</sub>. *Theriogenology*. 2022; 192: 166–171. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.08.031>
4. Nyabinwa P., Kashongwe O.B., Habimana J.P., d'Andre Hirwa C., Bebe B.O. Estimating prevalence of endometritis in smallholder zero-grazed dairy cows in Rwanda. *Tropical Animal Health and Production*. 2020; 52(6): 3135–3145. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02337-z>
5. Gonzalez-Rivas P.A., Chauhan S.S., Ha M., Fegan N., Dunshea F.R., Warner R.D. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science*. 2020; 162: 108025. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108025>
6. Osawa T. Predisposing factors, diagnostic and therapeutic aspects of persistent endometritis in postpartum cows. *Journal of Reproduction and Development*. 2021; 67(5): 291–299. <https://doi.org/10.1262/jrd.2021-052>
7. Юлдашбаев Ю.А., Ватников Ю.А., Руденко П.А., Руденко А.А. Особенности функционального состояния организма овец при стрессе. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2022; 17(2): 193–202. <https://doi.org/10.22363/2312-797x-2022-17-2-193-202>
8. Hulek M., Sommerfeld-Stur I., Kofler J. Prevalence of digital dermatitis in first lactation cows assessed at breeding cattle auctions. *The Veterinary Journal*. 2010; 183(2): 161–165. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.11.001>
9. Scarsella E., Zecconi A., Cintio M., Stefanon B. Characterization of Microbiome on Feces, Blood and Milk in Dairy Cows with Different Milk Leucocyte Pattern. *Animals*. 2021; 11(5): 1463. <https://doi.org/10.3390/ani11051463>
10. Rudenko A., Glamazdin I., Lutsay V., Sysoeva N., Tresnitskiy S., Rudenko P. Parasitocenoses in cattle and their circulation in small farms. *E3S Web of Conferences*. 2022; 363: 03029. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303029>
11. Todhunter D.A., Smith K.L., Hogan J.S., Schoenberger P.S. Gram-negative bacterial infections of the mammary gland in cows. *American Journal of Veterinary Research*. 1991; 52(2): 184–188.

## REFERENCES

1. Rudenko P.A., Vatinikov Yu.A., Rudenko A.A., Rudenko V.B. Epizootic analysis of factor-infected cattle farms. *Scientific life*. 2020; 15(4): 572–585 (in Russian). <https://doi.org/10.35679/1991-9476-2020-15-4-572-585>
2. Kalashnikov V.A. Determination of sensitivity to antibiotics of microflora, isolated from the genital tract of patients with endometritis of cows. *Veterinary medicine. Interdepartmental thematic scientific collection*. Kharkiv. 2004; 83: 107–110 (in Russian).
3. Barański W., Baryczka A., Zduńczyk S., Tobolski D., Janowski T. Prevalence of subclinical endometritis in dairy cows that recovered after treatment of clinical endometritis with cephapirin and PGF<sub>2α</sub>. *Theriogenology*. 2022; 192: 166–171. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.08.031>
4. Nyabinwa P., Kashongwe O.B., Habimana J.P., d'Andre Hirwa C., Bebe B.O. Estimating prevalence of endometritis in smallholder zero-grazed dairy cows in Rwanda. *Tropical Animal Health and Production*. 2020; 52(6): 3135–3145. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02337-z>
5. Gonzalez-Rivas P.A., Chauhan S.S., Ha M., Fegan N., Dunshea F.R., Warner R.D. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science*. 2020; 162: 108025. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108025>
6. Osawa T. Predisposing factors, diagnostic and therapeutic aspects of persistent endometritis in postpartum cows. *Journal of Reproduction and Development*. 2021; 67(5): 291–299. <https://doi.org/10.1262/jrd.2021-052>
7. Yuldashbaev Yu.A., Vatinikov Yu.A., Rudenko P.A., Rudenko A.A. Features of the functional state of the organism of sheep under stress. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022; 17(2): 193–202 (in Russian). <https://doi.org/10.22363/2312-797x-2022-17-2-193-202>
8. Hulek M., Sommerfeld-Stur I., Kofler J. Prevalence of digital dermatitis in first lactation cows assessed at breeding cattle auctions. *The Veterinary Journal*. 2010; 183(2): 161–165. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.11.001>
9. Scarsella E., Zecconi A., Cintio M., Stefanon B. Characterization of Microbiome on Feces, Blood and Milk in Dairy Cows with Different Milk Leucocyte Pattern. *Animals*. 2021; 11(5): 1463. <https://doi.org/10.3390/ani11051463>
10. Rudenko A., Glamazdin I., Lutsay V., Sysoeva N., Tresnitskiy S., Rudenko P. Parasitocenoses in cattle and their circulation in small farms. *E3S Web of Conferences*. 2022; 363: 03029. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303029>
11. Todhunter D.A., Smith K.L., Hogan J.S., Schoenberger P.S. Gram-negative bacterial infections of the mammary gland in cows. *American Journal of Veterinary Research*. 1991; 52(2): 184–188.

12. Shearer J.K., van Amstel S.R. Pathogenesis and Treatment of Sole Ulcers and White Line Disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2017; 33(2): 283–300.  
<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.03.001>
13. Kofler J., Geissbühler U., Steiner A. Diagnostic Imaging in Bovine Orthopedics. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2014; 30(1): 11–53.  
<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.11.003>
14. Basbas C. *et al.* Unveiling the microbiome during post-partum uterine infection: a deep shotgun sequencing approach to characterize the dairy cow uterine microbiome. *Animal Microbiome*. 2023; 5: 59.  
<https://doi.org/10.1186/s42523-023-00281-5>
15. de Lima F.S. Recent advances and future directions for uterine diseases diagnosis, pathogenesis, and management in dairy cows. *Animal Reproduction*. 2020; 17(3): e20200063.  
<https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2020-0063>
16. Skovorodin E., Bogolyuk S., Yurina A. Clinical, laboratory, and morphological diagnosis of diseases in the oviducts and paraovarian structures of cows. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2022; 86(3): 194–202.
17. Belaid M.A., Rodríguez-Prado M., López-Suárez M., Rodríguez-Prado D.V., Calsamiglia S. Parturition behavior changes in dry Holstein cows at risk of postpartum diseases. *Journal of Dairy Science*. 2021; 104(4): 4575–4583.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2020-18792>
18. Liu Z. *et al.* Application of Flow Cytometry in the Diagnosis of Bovine Epidemic Disease. *Viruses*. 2023; 15(6): 1378.  
<https://doi.org/10.3390/v15061378>
19. Dutton-Regester K.J., Barnes T.S., Wright J.D., Alawneh J.I., Rabiee A.R. A systematic review of tests for the detection and diagnosis of foot lesions causing lameness in dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*. 2018; 149: 53–66.  
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.11.003>
20. Mudroň P., Rehage J., Qualmann K., Sallmann H.P., Scholz H. A Study of Lipid Peroxidation and Vitamin E in Dairy Cows with Hepatic Insufficiency. *Journal of Veterinary Medicine Series A*. 1999; 46(4): 219–224.  
<https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.1999.00206.x>
21. Руденко П.А. Интенсивность перекисного окисления липидов и активность антиоксидантной системы кошек при гнойно-воспалительных процессах. *Ветеринария*. 2016; (10): 45–48.  
<https://www.elibrary.ru/wzixjh>
22. Kapusta A., Kuczyńska B., Puppel K. Relationship between the degree of antioxidant protection and the level of malondialdehyde in high-performance Polish Holstein-Friesian cows in peak of lactation. *PLoS ONE*. 2018; 13(3): e0193512.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193512>
23. Al-Qudah K.M. Oxidant and antioxidant profile of hyperketonemic ewes affected by pregnancy toxemia. *Veterinary Clinical Pathology*. 2011; 40(1): 60–65.  
<https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2011.00284.x>
24. Esmailinejad B., Tavassoli M., Samiei A., Hajipour N., Imani-Baran A., Farhang-Pajuh F. Evaluation of oxidative stress and antioxidant status, serum trace mineral levels and cholinesterases activity in cattle infected with *Anaplasma marginale*. *Microbial Pathogenesis*. 2018; 123: 402–409.  
<https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.07.039>
12. Shearer J.K., van Amstel S.R. Pathogenesis and Treatment of Sole Ulcers and White Line Disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2017; 33(2): 283–300.  
<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.03.001>
13. Kofler J., Geissbühler U., Steiner A. Diagnostic Imaging in Bovine Orthopedics. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2014; 30(1): 11–53.  
<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.11.003>
14. Basbas C. *et al.* Unveiling the microbiome during post-partum uterine infection: a deep shotgun sequencing approach to characterize the dairy cow uterine microbiome. *Animal Microbiome*. 2023; 5: 59.  
<https://doi.org/10.1186/s42523-023-00281-5>
15. de Lima F.S. Recent advances and future directions for uterine diseases diagnosis, pathogenesis, and management in dairy cows. *Animal Reproduction*. 2020; 17(3): e20200063.  
<https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2020-0063>
16. Skovorodin E., Bogolyuk S., Yurina A. Clinical, laboratory, and morphological diagnosis of diseases in the oviducts and paraovarian structures of cows. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2022; 86(3): 194–202.
17. Belaid M.A., Rodríguez-Prado M., López-Suárez M., Rodríguez-Prado D.V., Calsamiglia S. Parturition behavior changes in dry Holstein cows at risk of postpartum diseases. *Journal of Dairy Science*. 2021; 104(4): 4575–4583.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2020-18792>
18. Liu Z. *et al.* Application of Flow Cytometry in the Diagnosis of Bovine Epidemic Disease. *Viruses*. 2023; 15(6): 1378.  
<https://doi.org/10.3390/v15061378>
19. Dutton-Regester K.J., Barnes T.S., Wright J.D., Alawneh J.I., Rabiee A.R. A systematic review of tests for the detection and diagnosis of foot lesions causing lameness in dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*. 2018; 149: 53–66.  
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.11.003>
20. Mudroň P., Rehage J., Qualmann K., Sallmann H.P., Scholz H. A Study of Lipid Peroxidation and Vitamin E in Dairy Cows with Hepatic Insufficiency. *Journal of Veterinary Medicine Series A*. 1999; 46(4): 219–224.  
<https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.1999.00206.x>
21. Rudenko P.A. Lipid peroxidation and antioxidant system activity in cats with inflammatory processes. *Veterinary medicine*. 2016; (10): 45–48 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/wzixjh>
22. Kapusta A., Kuczyńska B., Puppel K. Relationship between the degree of antioxidant protection and the level of malondialdehyde in high-performance Polish Holstein-Friesian cows in peak of lactation. *PLoS ONE*. 2018; 13(3): e0193512.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193512>
23. Al-Qudah K.M. Oxidant and antioxidant profile of hyperketonemic ewes affected by pregnancy toxemia. *Veterinary Clinical Pathology*. 2011; 40(1): 60–65.  
<https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2011.00284.x>
24. Esmailinejad B., Tavassoli M., Samiei A., Hajipour N., Imani-Baran A., Farhang-Pajuh F. Evaluation of oxidative stress and antioxidant status, serum trace mineral levels and cholinesterases activity in cattle infected with *Anaplasma marginale*. *Microbial Pathogenesis*. 2018; 123: 402–409.  
<https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.07.039>

## ОБ АВТОРАХ

**Владимир Иванович Луцай<sup>1</sup>**

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

**Владимир Дмитриевич Сибирцев<sup>1</sup>**

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

**Антон Максимович Нефедов<sup>1</sup>**

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

**Павел Анатольевич Руденко<sup>1, 2</sup>**

доктор ветеринарных наук, профессор Департамента  
ветеринарной медицины  
pavelrudenko76@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-0418-9918>

<sup>1</sup>Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),  
Волоколамское шоссе, 11, Москва, 125080, Россия

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

## ABOUT THE AUTHORS

**Vladimir Ivanovich Lutsay<sup>1</sup>**

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

**Vladimir Dmitriyevich Sibirtsev<sup>1</sup>**

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

**Anton Maksimovich Nefedov<sup>1</sup>**

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

**Pavel Anatolyevich Rudenko<sup>1, 2</sup>**

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

<sup>1</sup>Russian Biotechnological University,  
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russia

<sup>2</sup>Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice  
Lumumba,  
6 Miklukho-Maclay Str., Moscow, 117198, Russia

П.В. Бурков<sup>1</sup>  
М.А. Дерхо<sup>1</sup>  
М.Б. Ребезов<sup>2, 3</sup> ✉  
П.Н. Щербakov<sup>1</sup>  
А.О. Дерхо<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия  
<sup>2</sup>Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия  
<sup>3</sup>Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ rebezov@yandex.ru

Поступила в редакцию:	20.05.2024
Одобрена после рецензирования:	12.08.2024
Принята к публикации:	28.08.2024

© Бурков П.В., Дерхо М.А., Ребезов М.Б., Щербakov П.Н., Дерхо А.О.

Pavel V. Burkov<sup>1</sup>  
Marina A. Derkho<sup>1</sup>  
Maksim B. Rebezov<sup>2, 3</sup> ✉  
Pavel N. Shcherbakov<sup>1</sup>  
Arina O. Derkho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia  
<sup>2</sup>Gorbatov Research center for Food Systems, Moscow, Russia  
<sup>3</sup>Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

✉ rebezov@yandex.ru

Received by the editorial office:	20.05.2024
Accepted in revised:	12.08.2024
Accepted for publication:	28.08.2024

© Burkov P.V., Derkho M.A., Rebezov M.B., Shcherbakov P.N., Derkho A.O.

# Экспериментальное исследование острой токсичности внутримышечной формы специфического иммунобиостимулятора — трансфер-фактора

**РЕЗЮМЕ**

**Актуальность.** Представлены данные о токсикологической оценке безопасности специфического иммунобиостимулятора антигеннаправленного действия «Трансфер-фактора» в форме, готовой для внутримышечного применения, и полученного из крови гипериммунизированных доноров, на лабораторных животных в остром эксперименте.

**Методы.** Объектом исследования явилась готовая форма «Трансфер-фактора», острая токсичность которого определена в моделях на лабораторных животных (нелинейные мыши, нелинейные крысы).

**Результаты.** Установлено, что после введения препарата мышам внутримышечно (0,25 мл/гол) и внутривбрюшинно (0,5 мл/гол), крысам внутримышечно (2,5 мл/гол) и внутривбрюшинно (2,5 мл/гол) наблюдается тремор мышц, исчезающий через 15–20 мин. Внутривбрюшинное введение препарата мышам и крысам в дозировках 0,75 мл/гол и 3,75 мл/гол, соответственно, определяет наличие тремора длительностью 40 мин. В ходе 14-суточного периода наблюдений масса тела мышей и крыс увеличивается на 10,15–14,25% и 11,84–17,67%. При аутопсии животных не выявляются видимые изменения в расположении органов и жидкость в брюшной и плевральной полостях. Однако в легких, сердце, селезенке и печени обнаруживаются некоторые патологические изменения цвета, консистенции и размера при внутримышечном введении «Трансфер-фактора» мышам и крысам в дозировке 0,25 мл/гол и 2,5 мл/гол, внутривбрюшинном введении мышам в дозировке 0,5 мл/гол и 0,75 мл/гол и крысам 2,5 мл/гол и 3,75 мл/гол. По совокупности изменений жизненно важных признаков лабораторных животных, массы тела и макроскопических характеристик внутренних органов по ГОСТ 12.1.007-76 препарат «Трансфер-фактор» может быть отнесен к IV классу опасности «Вещества малоопасные».

**Ключевые слова:** трансфер-фактор, острая токсичность, мыши, крысы

**Для цитирования:** Бурков П.В., Дерхо М.А., Ребезов М.Б., Щербakov П.Н., Дерхо А.О. Экспериментальное исследование острой токсичности внутримышечной формы специфического иммунобиостимулятора — трансфер-фактора. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 40–47.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-40-47>

# Experimental study of acute toxicity of the intramuscular form of a specific immunobiostimulator — transfer factor

**ABSTRACT**

**Relevance.** The article presents data on the toxicological assessment of the safety of the specific immunobiostimulant of antigen-directed action “Transfer Factor” in a form ready for intramuscular administration and obtained from the blood of hyperimmunized donors on laboratory animals in an acute experiment.

**Methods.** The object of the study was the finished form of “Transfer Factor”, the acute toxicity of which was determined in models on laboratory animals (nonlinear mice, nonlinear rats).

**Results.** It was found that after administration of the drug to mice intramuscularly (0.25 ml/head) and intraperitoneally (0.5 ml/head), to rats intramuscularly (2.5 ml/head) and intraperitoneally (2.5 ml/head), muscle tremor is observed, disappearing after 15–20 minutes. Intraperitoneal administration of the drug to mice and rats in dosages of 0.75 ml/head and 3.75 ml/head, respectively, determines the presence of tremor lasting 40 minutes. During the 14-day observation period, the body weight of mice and rats increases by 10.15–14.25 and 11.84–17.67%. Autopsy of animals does not reveal visible changes in the location of organs and fluid in the abdominal and pleural cavities. However, some pathological changes in color, consistency and size are found in the lungs, heart, spleen and liver with intramuscular administration of Transfer Factor to mice and rats at a dose of 0.25 ml/head and 2.5 ml/head, intraperitoneal administration to mice at a dose of 0.5 ml/head and 0.75 ml/head and to rats 2.5 ml/head and 3.75 ml/head. Based on the totality of changes in the vital signs of laboratory animals, body weight and macroscopic characteristics of internal organs according to GOST 12.1.007-76, the drug “Transfer Factor” can be classified as hazard class IV “Low-hazard substances”.

**Key words:** transfer factor, acute toxicity, mice, rats

**For citation:** Burkov P.V., Derkho M.A., Rebezov M.B., Shcherbakov P.N., Derkho A.O. Experimental study of acute toxicity of the intramuscular form of a specific immunobiostimulator — transfer factor. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 40–47 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-40-47>



## Введение/Introduction

В последние годы активно внедряются схемы комплексной профилактики и лечения заболеваний различной этиологии, включающие использование иммуномодуляторов различного происхождения [1–3].

Многообещающим новым методом лечения и профилактики, хотя и недостаточно разработанным, является метод клеточной иммунотерапии, предусматривающий включение иммунокорректоров антигеннаправленного действия в используемые схемы, обладающих активностью фактора переноса («Трансфер-фактор») и цитотоксическими эффектами [4, 5].

«Трансфер-фактор» (TF), или диализируемый экстракт лейкоцитов (DLE), используется для запуска механизмов специфической иммунной реактивности в организме животных посредством инъекции лейкоцитарного препарата, полученного из крови иммунизированных доноров [6–8]. Он представляет собой гетерогенную смесь низкомолекулярных пептидов (< 10 кДа), которые высвобождаются при разрушении лейкоцитов периферической крови доноров [9, 10].

Способность «Трансфер-фактора» модулировать иммунные реакции сопряжена с его способностью, во-первых, выступать в роли иммунного активатора. Так, неиммунные популяции лейкоцитов, находящиеся под влиянием TF, приобретают улучшенную способность реагировать на специфические антигены за счет усиления выработки гамма-интерферона (IFN- $\gamma$ ), интерлейкина IL-2, IL-17 и фактора некроза опухоли-альфа (TNF- $\alpha$ ) CD4+ T-клетками [11, 12]. Поэтому против целевого антигена развивается улучшенный клеточно-опосредованный иммунный ответ. Кроме этого, «Трансфер-фактор» является усилителем каппа-легкой цепи активированных В-клеток (NF- $\kappa$ B) [11] и дифференциально регулирует продукцию TNF- $\alpha$ , IL-6 и IL-8 лейкоцитами, активированными бактериальными компонентами [13]. Во-вторых, «Трансфер-фактор», как иммунный супрессор, поддерживает баланс иммунной системы, предотвращая ее гиперактивность при отсутствии новых угроз.

Компоненты-супрессоры TF участвуют в регуляции иммунного ответа на антиген путем модуляции продукции IL-10 [14]. «Трансфер-фактор» в организме животных проявляет гемопоэтическую активность, бактерицидные и бактериостатические свойства [15, 16].

Совокупность биологических эффектов «Трансфер-фактора» определяет возможность его использования в качестве иммуномодулятора в схемах лечения широкого спектра заболеваний. По данным [9], специфический антиген «Трансфер-фактор» существует для большинства (если не для всех) антигенов. Он относится к числу механизмов, с помощью которых может быть достигнута передача иммунологической памяти от одного поколения к другому для усиления иммунного ответа [17].

Однако точная природа «Трансфер-фактора» до сих пор неизвестна, что определяет необходимость определения его фармакокинетики и дозировки в зависимости от способа введения в каждом конкретном случае (потенциальное клиническое применение при определенной патологии). Согласно данным [18], доклинические исследования позволяют выявить переменные, влияющие на биологию и функцию лимфоцитов и эффективность иммунного препарата. При этом доклиническое

тестирование является необходимым условием для последующих клинических испытаний [19–22].

Эффективность и безопасность «Трансфер-фактора» (диализируемого экстракта лейкоцитов) зависит от выбора целевого антигена [23–26]. Данный аспект определяет необходимость получения информации о границах между его «защитными» и токсическими свойствами. Для оценки безопасности любых препаратов, в том числе и «Трансфер-фактора», предусмотрено проведение доклинических исследований, частью которых является определение специфических видов токсичности [27, 28]. Их характеристика позволяет найти баланс между эффективностью и безопасностью.

*Цель работы* — токсикологическая оценка безопасности специфического иммунобиостимулятора антигеннаправленного действия («Трансфер-фактора») в форме, готовой для внутримышечного применения, полученного из крови гипериммунизированных доноров, на лабораторных животных в остром эксперименте.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Общая характеристика препарата «Трансфер-фактор». Комплексный иммунокорректирующий препарат, полученный современными биотехнологическими методами из крови крупного рогатого скота, вакцинированного против респираторно-репродуктивной и цирковиральной инфекции свиней [29–32]. В качестве действующего вещества содержит трансфер-факторные белки, полученные из лейкоцитов крови под влиянием специфического антигена [31].

Внешний вид препарата «Трансфер-фактор»: прозрачная, слегка опалесцирующая жидкость.

Характеристика экспериментальных животных. Протокол экспериментальных исследований был одобрен комитетом по биоэтике ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия), на базе которого выполнялись исследования по договору с ФГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ». Исследования выполнены в лаборатории иммунологии и патобиохимии Уральского научно-исследовательского ветеринарного института (г. Екатеринбург, Россия), являющегося структурным подразделением ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. При планировании и выполнении работы руководствовались рекомендациями, приведенными в учебном пособии «Лабораторные животные. Разведение, содержание, использование в эксперименте»<sup>1</sup> и Руководством по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ<sup>2</sup>.

Экспериментальная часть исследований, в ходе которой изучалась острая токсичность препарата «Трансфер-фактор», выполнена с использованием двух видов животных:

- 1) нелинейные белые мыши ( $n = 40$ );
- 2) нелинейные белые крысы ( $n = 40$ ).

Опытные группы формировались из условно здоровых половозрелых животных, которые ранее не были беременными, не рожали и не использовались в различных испытаниях.

Возраст и масса тела грызунов на момент формирования опытных групп составляли, соответственно, у:

<sup>1</sup> Западнюк И.П. и др. Разведение, содержание, использование в эксперименте: учебное пособие. Киев. 1974; 303.

<sup>2</sup> Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / Под общей редакцией члена-корреспондента РАН, профессора Р.У. Хабриева. 2-изд. (перераб. и доп.). 2005; 832.

мышей — 10–11 недель и 18–22 г; крыс — 8–10 недель и 150–160 г.

Все животные, включенные в состав опытных групп, были выдержаны в условиях 14-суточного карантина. Содержание грызунов в условиях вивария Уральского НИВИ осуществлялось в соответствии с Приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации<sup>3</sup>, ГОСТ 33216<sup>4</sup> и ГОСТ 33215<sup>5</sup>. Для кормления грызунов опытных групп использовали полнорационные гранулированные комбикорма. Они были изготовлены на АО «Богдановичский комбикормовый завод» по ГОСТ 34566<sup>6</sup>. Процесс поения организован с использованием стандартных поилок, в которые поступала водопроводная вода, качество ее соответствовало ГОСТ Р 51232<sup>7</sup>.

Помещения вивария, в которых содержались грызуны опытных групп, имели стандартные условия окружающей среды. Освещение было естественно-искусственное и предусматривало 12-часовой цикл света и темноты. Температурно-влажностные параметры микроклимата контролировались прибором гигрометр психрометрический ВИТ-2 (Россия). Средства измерения поверены. При этом температура воздуха колебалась от 20 до 22 °С, относительная влажность — от 50 до 60%, что соответствовало норме.

Формирование опытных групп грызунов было выполнено за 7 дней до начала эксперимента. В качестве критерия подбора животных в группу использовали массу тела, которая стандартизирована по возрасту [33, 34]. При этом колебания массы тела отдельных особей относительно среднего значения в группе варьировали в пределах 10%. Каждая особь в группе была маркирована.

Для контроля массы тела животных проводили индивидуальное взвешивание на весах CAS SW-10 (Южная Корея). Средства измерения поверены.

Ночь перед опытом лабораторные животные находились без корма, питьевая вода — в свободном доступе. Утром (непосредственно перед экспериментом) взвешивали животных. Препарат «Трансфер-фактор» вводили однократно в постоянной концентрации (табл. 1).

Для клинического наблюдения за лабораторными животными после введения препарата использовалась стандартная процедура, которая предусматривала регистрацию изменения в течение первых 30 мин. острого эксперимента, а далее каждый час в течение 4 часов.

По истечении данного периода наблюдений животным давали корм.

Общая длительность острого эксперимента составила 14 суток, в ходе которых один раз в сутки (в 10 ч. утра) проводили учет клинического состояния животных и регистрировали наличие случаев смертности. При этом особо обращали внимание на клинические признаки, соответствующие острому токсикозу. Их регистрация выполнялась у каждого животного опытной группы.

Особое внимание уделяли выраженности клинических признаков, времени их появления и обратимости. Учету подлежали общее состояние животных (особенно окраска слизистых оболочек) и поведенческие реакции,

Таблица 1. Дизайн эксперимента

Table 1. Experimental design

Вид лабораторных животных	Количество особей в группе	Способ введения препарата	Доза препарата «Трансфер-фактор»
Нелинейные мыши	n = 10	внутрибрюшинно	0,1 мл/гол
Нелинейные мыши	n = 10	внутрибрюшинно	0,25 мл/гол
Нелинейные мыши	n = 10	внутрибрюшинно	0,5 мл/гол
Нелинейные мыши	n = 10	внутрибрюшинно	0,75 мл/гол
Нелинейные крысы	n = 10	внутрибрюшинно	1,0 мл/гол
Нелинейные крысы	n = 10	внутрибрюшинно	2,5 мл/гол
Нелинейные крысы	n = 10	внутрибрюшинно	2,5 мл/гол
Нелинейные крысы	n = 10	внутрибрюшинно	3,75 мл/гол

наличие или отсутствие аппетита, выраженность мышечной активности и состояние скелетных мышц.

Кроме этого, регистрировали реакцию животных на различные раздражители (тактильные, болевые, звуковые, световые), количество дефекаций и консистенцию фекалий.

Взвешивание животных проводили на 7-й и 14-й день эксперимента. После окончания эксперимента проводили эвтаназию мышей и крыс с соблюдением принципов гуманного отношения к животным, их аутопсию и макроскопическую оценку внутренних органов. При этом особое внимание уделяли осмотру легких, сердца, почек, селезенки, печени, кишечника и месту инъекции исследуемого препарата.

Статистическую обработку эмпирических данных проводили с использованием программы IBM SPSS Statistics (США).

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Внедрение в ветеринарную практику современных фармакологических средств возможно лишь при наличии испытаний, в ходе которых выявлены специфика их активности и категория безопасности. Данный вид экспериментальных исследований предусматривает определение безопасности препарата для организма лабораторных животных с учетом валидации дозозависимых эффектов [35, 36]. При этом лабораторные грызуны относительно недороги в содержании, доступны для использования в экспериментальных моделях, и полученные данные можно экстраполировать на другие виды животных [37].

Определение острой токсичности предусматривает проведение токсикометрической оценки и изучение симптомокомплекса отравления при однократном поступлении специфического иммунобиостимулятора в организм лабораторных животных.

Характеристика жизненно важных признаков лабораторных животных. Тестирование на острую токсичность предусматривает определение уровня летальности животных при однократном применении препарата, что свидетельствует о категории его опасности [38].

При оценке острой токсичности препарата «Трансфер-фактор» не было выявлено случаев смертности среди лабораторных животных опытных групп (все животные дожили до конца 14-суточного экспериментального периода), ярких признаков острой токсичности,

<sup>3</sup> Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации

от 01.04.2016 № 199н «Об утверждении Правил надлежащей лабораторной практики».

<sup>4</sup> ГОСТ 33216-2014 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за лабораторными грызунами и кроликами.

<sup>5</sup> ГОСТ 33215-2014 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила оборудования помещений и организации процедур.

<sup>6</sup> ГОСТ 34566-2019 Комбикорма полнорационные для лабораторных животных. Технические условия.

<sup>7</sup> ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества.

что в целом свидетельствовало о высоком уровне безопасности испытуемого препарата.

Регистрация жизненно важных признаков у лабораторных животных в течение первых 30 мин. после внутримышечного введения препарата «Трансфер-фактор» мышам и крысам в дозировке 0,1 мл/гол и 1,0 мл/гол, соответственно, показала, что изменения в их общем физическом состоянии отсутствовали.

Все животные опытных групп были живы и активны, пили воду в обычном режиме, слизистые оболочки глаз и ротовой полости оставались бледно-розового цвета, частота и глубина дыхательных движений соответствовали физиологической норме, координация движений и тонус скелетных мышц не нарушены, угнетенного состояния не отмечали.

Цвет фекалий и консистенция соответствовали физиологической норме.

Однако после введения препарата «Трансфер-фактор» мышам внутримышечно (0,25 мл/гол) и внутрибрюшинно (0,5 мл/гол), крысам внутримышечно (2,5 мл/гол) и внутрибрюшинно (2,5 мл/гол) наблюдался тремор мышц, исчезающий через 15–20 мин. При внутрибрюшинном введении мышам и крысам в дозировках 0,75 мл/гол и 3,75 мл/гол, соответственно, продолжительность тремора достигала 40 мин. Следовательно, однократное введение препарата в относительно высокой дозе лабораторным животным характеризовалось острым нейротоксическим эффектом, что, по данным [39], является следствием физиологических и биохимических изменений в нервной системе. При этом введение препарата не сопровождалось формированием дегенеративных сдвигов в нейроцелюлярных элементах, так как нейротоксический эффект имел обратимый характер.

Кратковременное периферическое нейротоксическое действие «Трансфер-фактора», возможно, связано с нарушением проведения нервных импульсов по двигательным волокнам мышечной ткани, сопряженным со скоростью всасывания препарата.

Через час после введения препарата «Трансфер-фактор» во всех дозировках в опытных группах животных не было выявлено летальных случаев. Однако наблюдалось снижение двигательной активности в условиях сохранения нормального потребления корма и воды. Следовательно, «двигательная заторможенность» не сопровождалась дефицитом пространственной ориентации животных, позволяя сохранять жизненно важные поведенческие функции [37]. Это можно отнести к кратковременной реакции организма лабораторных животных на введенный препарат.

Через 2 ч. после введения «Трансфер-фактора» лабораторным животным (независимо от дозировки и способа введения) в опытных группах все особи были живы. При этом восстановилась их двигательная активность до физиологического состояния, цвет фекалий и консистенция соответствовали норме.

В контрольных точках наблюдения за грызунами (через 3 и 4 ч.) после введения исследуемого препарата не отмечалось отрицательной динамики в их состоянии, отсутствовали и случаи смертности особей в опытных группах.

В течение последующего 14-суточного периода клинического наблюдения у животных опытных групп не были зарегистрированы признаки токсикоза и гибели. При этом отсутствовали отклонения в поведенческой и двигательной активности.

Таким образом, внутримышечное и внутрибрюшинное однократное введение «Трансфер-фактора»

нелинейным мышам и крысам не привело к смерти животных и появлению существенных токсических симптомов, за исключением кратковременного нейротоксического эффекта. При этом все животные характеризовались нормальным поведением и выжили до конца 14-суточного периода наблюдений.

Изменение массы тела. Оценка острой токсичности «Трансфер-фактора» с использованием фиксированных доз предусматривала контроль за массой лабораторных животных, которая является интегральным показателем состояния их организма в соответствующем возрасте [18, 19]. Ее изменчивость напрямую сопряжена с уровнем потребления корма, являющимся «ключевым параметром» здорового организма [40].

Результаты наблюдения за живой массой лабораторных животных в течение эксперимента представлены в таблицах 2, 3.

При первичном взвешивании мышей перед введением исследуемого препарата особи опытных групп практически не имели различий по массе тела, которая варьировала в интервале  $17,82 \pm 1,32$  —  $18,22 \pm 1,15$  г. Взвешивание мышей в контрольные точки опыта «через 7 дней» и «через 14 дней» показало, что она планомерно увеличивалась на 10,15–14,25%, свидетельствуя о росте и развитии особей в стандартизированных условиях кормления. Следовательно, введение препарата «Трансфер-фактор» не оказало влияния на уровень здоровья экспериментальных животных, так как не отразилось на их пищевом поведении и количестве потребляемого корма.

Тестирование острой токсичности «Трансфер-фактора» по изменению массы тела крыс показало, что она планомерно увеличивалась в ходе 14-суточного периода наблюдений (табл. 3). При этом в контрольной точке опыта «через 14 дней» по сравнению с данными первичного взвешивания ее прирост составил 11,84–17,67%, что, по данным [41], свидетельствует об отсутствии неблагоприятного воздействия исследуемого препарата на организм животных.

Таким образом, изменчивость массы тела лабораторных животных после однократного внутримышечного (внутрибрюшинного) введения препарата «Трансфер-фактор» в различных дозировках указывает на то, что он не оказал негативного воздействия на рост животных.

Макроскопическое исследование внутренних органов. Макроскопическая оценка внутренних органов

**Таблица 2. Оценка изменчивости массы тела (г) мышей в ходе испытания острой токсичности препарата «Трансфер-фактор»**

**Table 2. Evaluation of body weight variability (g) of mice during acute toxicity testing of the drug «Transfer Factor»**

Контрольные точки опыта	Внутримышечный способ введения, мл/гол		Внутрибрюшинный способ введения, мл/гол	
	0,1	0,25	0,5	0,75
Перед опытом	$17,82 \pm 1,32$	$18,03 \pm 0,97$	$18,22 \pm 1,15$	$18,10 \pm 1,22$
Через 7 дней	$19,30 \pm 1,40$	$19,23 \pm 1,27$	$19,28 \pm 1,38$	$19,17 \pm 1,17$
Через 14 дней	$20,36 \pm 1,51$	$20,25 \pm 1,42$	$20,07 \pm 1,61$	$19,98 \pm 1,39$

**Таблица 3. Оценка изменчивости массы тела (г) крыс в ходе испытания острой токсичности препарата «Трансфер-фактор»**

**Table 3. Evaluation of body weight variability (g) of rats during acute toxicity testing of the drug «Transfer Factor»**

Контрольные точки опыта	Внутримышечный способ введения, мл/гол		Внутрибрюшинный способ введения, мл/гол	
	1,0	2,5	2,5	3,75
Перед опытом	$152,00 \pm 7,23$	$146,50 \pm 6,41$	$144,00 \pm 6,98$	$147,00 \pm 6,33$
Через 7 дней	$162,00 \pm 7,57$	$161,00 \pm 6,78$	$153,50 \pm 7,53$	$159,50 \pm 6,85$
Через 14 дней	$170,00 \pm 6,32$	$173,50 \pm 6,54$	$165,00 \pm 6,19$	$167,00 \pm 6,63$



лабораторных животных, подвергнутых эвтаназии через 14 дней наблюдения, показала, что видимые изменения в расположении органов, жидкость в брюшной и плевральной полостях отсутствовали. Однако установлены некоторые патологические изменения цвета, консистенции и размера внутренних органов (табл. 4).

Согласно данным [42], макроскопические изменения во внутренних органах животных отражают направленность и динамику обменных процессов в их организме. Поэтому изменения, выявленные во внутренних органах лабораторных мышей и крыс после однократного введения препарата «Трансфер-фактор» в высоких дозировках, являются следствием запуска адаптационно-компенсаторных сдвигов в их организме, сопровождающихся изменением метаболического статуса клеток легких, сердца, печени и селезенки, функционирование которых прямо или косвенно сопряжено с функционированием иммунной системы.

### Выводы/Conclusions

Таким образом, исследование острой токсичности препарата «Трансфер-фактор» показывает, что после его введения мышам внутримышечно (0,25 мл/гол) и внутрибрюшинно (0,5 мл/гол), крысам внутримышечно (2,5 мл/гол) и внутрибрюшинно (2,5 мл/гол) наблюдается тремор мышц, исчезающий через 15–20 минут.

При внутрибрюшинном введении препарата мышам и крысам в дозировках 0,75 мл/гол и 3,75 мл/гол, соответственно, продолжительность тремора достигает 40 мин. В ходе 14-суточного периода наблюдений масса тела мышей и крыс увеличивается на 10,15–14,25% и 11,84–17,67%, свидетельствуя об отсутствии негативного воздействия препарата на рост животных.

При аутопсии животных после 14-суточного наблюдения видимых изменений в расположении органов не выявлено, жидкость в брюшной и плевральной полостях отсутствует. Однако установлены некоторые патологические изменения цвета, консистенции и размера внутренних органов (легких, сердца, селезенки, печени): у мышей и крыс при внутримышечном введении «Трансфер-фактора» в дозировке 0,25 мл/гол и 2,5 мл/гол, внутрибрюшинном введении мышам в дозировке 0,5 мл/гол и 0,75 мл/гол, крысам — 2,5 мл/гол и 3,75 мл/гол.

Отсутствие гибели лабораторных животных при однократном введении препарата «Трансфер-фактор» в исследуемых дозировках позволяет сделать вывод о том, что он не обладает острой токсичностью и в соответствии с ГОСТ 12.1.007<sup>8</sup> может быть отнесен

<sup>8</sup> ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

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 выполнены в рамках регионального конкурса Российской государственной программы 2021 года «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами» (соглашение № 22-16-20007 от 25.03.2022).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Islamiati Yu. *et al.* The Potential of Antiviral Compounds in Gletang (*Tridax procumbens* Linn.) in Inhibiting 3CLpro Receptor of SARS-CoV-2 Virus by In Silico. *Pharmacognosy Journal*. 2022; 14(6): 796-805. <https://doi.org/10.5530/pj.2022.14.170>
- Kharisma V.D. *et al.* Garcinioxanthones from *Garcinia mangostana* L. against SARS-CoV-2 infection and cytokine storm pathway inhibition: A viroinformatics study. *Journal of Pharmacy and Pharmacognosy Research*. 2023; 11(5): 743–756. [https://doi.org/10.56499/jppres23.1650\\_11.5.743](https://doi.org/10.56499/jppres23.1650_11.5.743)

Таблица 4. Результаты аутопсии лабораторных животных после испытания острой токсичности препарата «Трансфер-фактор»  
Table 4. Autopsy results of laboratory animals after acute toxicity testing \ of the drug "Transfer Factor"

Группа	Данные аутопсии
Мыши (внутри-мышечное введение 0,1 мл/гол) Крысы (внутри-мышечное введение 1,0 мл/гол)	Размер легких не увеличен, легочная ткань бледно-розового цвета. Орган расположен симметрично, доли легкого не спавшиеся. Размер сердца не увеличен, орган умеренно кровенаполнен. У 60% животных консистенция миокарда слегка дряблая. Почки имеют гладкую поверхность. Форма органа бобовидная, цвет темно-коричневый. У 20% животных почки имеют светло-коричневый цвет. Селезенка не увеличена, цвет темно-вишневый, края органа острые, участки некроза отсутствуют. Печень не имеет видимых изменений, цвет органа темно-вишневый, края острые. Кишечник умеренно наполнен содержимым, имеет бледно-розовый цвет, участки гиперемии отсутствуют. Место инъекции без изменений.
Мыши (внутри-мышечное введение 0,25 мл/гол) Крысы (внутри-мышечное введение 2,5 мл/гол)	У 70% животных легкие имеют бледно-розовый цвет, небольшие спавшиеся участки саловидной консистенции с признаками некроза. Размер сердца не увеличен, орган умеренно кровенаполнен. У 50% животных консистенция миокарда дряблая. Поверхность почек гладкая, форма бобовидная, цвет темно-коричневый. Видимые изменения органа отсутствуют. Селезенка у 70% животных увеличена, бугристая, темно-вишневого цвета, с утолщенным краем, при разрезе края не смыкаются. Печень темно-вишневого цвета, край острый, но имеются очаги просветления, что соответствует признакам гепатоза. Кишечник бледно-розового цвета, без участков гиперемии, умеренно наполнен содержимым. Место инъекции без изменений.
Мыши (внутри-брюшинное введение 0,5 мл/гол) Крысы (внутри-брюшинное введение 2,5 мл/гол)	Легкие у 70% животных серо-розового цвета, с более выраженными спавшимися участками саловидной консистенции, имеющими признаки некроза площадью 10–15% в каждой доле. Сердце не увеличено, умеренно кровенаполнено, у 70% животных миокард дряблый. Поверхность почек гладкая, форма бобовидная, цвет темно-коричневый. Видимые изменения в органе отсутствуют. У 100% животных селезенка имеет темно-вишневый цвет и увеличена в размере. Орган выпуклый, бугристый, с утолщенным волнистым краем. При разрезе края селезенки не смыкаются. Цвет печени темно-вишневый, выявляются участки просветлений, площадь которых составляет до 40%. Орган увеличен в размере, края острые и на всем протяжении имеют светло-вишневую окраску. Кишечник умеренно наполнен содержимым, имеет бледно-розовый цвет, участки гиперемии отсутствуют, место инъекции без изменений.
Мыши (внутри-брюшинное введение 0,75 мл/гол) Крысы (внутри-брюшинное введение 3,75 мл/гол)	Легкие у 100% животных серо-розового цвета, с более выраженными спавшимися участками и точечными сквозными некрозами вишнево-черного цвета диаметром 1–2 мм. Сердце не увеличено, вишнево-коричневого цвета, умеренно кровенаполнено, дряблой консистенции. Поверхность почек гладкая, форма бобовидная, цвет темно-коричневый. Видимые изменения в органе отсутствуют. У 100% животных селезенка имеет темно-вишневый цвет, увеличена в размере. Орган выпуклый, бугристый, с утолщенным волнистым краем. При разрезе края селезенки не смыкаются. Цвет печени темно-вишневый, выявляются участки просветлений, площадь которых составляет до 60%. Орган увеличен в размере, края острые и на всем протяжении имеют светло-вишневую окраску. Кишечник умеренно наполнен содержимым, имеет бледно-розовый цвет, участки гиперемии отсутствуют. Место инъекции без изменений.

к IV классу опасности «Вещества малоопасные». В связи с этим «Трансфер-фактор» является перспективным препаратом в профилактике цирковиральных заболеваний свиней.

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 carried out within the framework of the regional competition of the Russian Science Foundation 2021 "Conducting fundamental scientific research and exploratory scientific research by individual scientific groups" (agreement No. 22-16-20007 dated March 25, 2022).

### REFERENCES

- Islamiati Yu. *et al.* The Potential of Antiviral Compounds in Gletang (*Tridax procumbens* Linn.) in Inhibiting 3CLpro Receptor of SARS-CoV-2 Virus by In Silico. *Pharmacognosy Journal*. 2022; 14(6): 796-805. <https://doi.org/10.5530/pj.2022.14.170>
- Kharisma V.D. *et al.* Garcinioxanthones from *Garcinia mangostana* L. against SARS-CoV-2 infection and cytokine storm pathway inhibition: A viroinformatics study. *Journal of Pharmacy and Pharmacognosy Research*. 2023; 11(5): 743–756. [https://doi.org/10.56499/jppres23.1650\\_11.5.743](https://doi.org/10.56499/jppres23.1650_11.5.743)

3. Rahman A.T. *et al.* In Silico Study of the Potential of Endemic Sumatra Wild Turmeric Rhizomes (*Curcuma Sumatrana*: *Zingiberaceae*) As Anti-Cancer. *Pharmacognosy Journal*. 2023; 14(6): 806–812. <https://doi.org/10.5530/pj.2022.14.171>
4. Кузьмин И.А., Бобкова Е.В., Алсынбаев М.М. Фактор переноса: свойства и механизмы действия. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2009; 4(3): 71–74. <https://elibrary.ru/kvtfng>
5. Fu W. *et al.* CAR exosomes derived from effector CAR-T cells have potent antitumour effects and low toxicity. *Nature Communications*. 2019; 10: 4355. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12321-3>
6. Malyuk M.O., Yehorov O.V., Kharkevych I.O., Klymchuk V.V., Savchuk T.L. The content of leukocytes in the blood of recipient rabbits after allogeneic transfusion of packed red blood cells. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2024; 15(1): 37–41. <https://doi.org/10.15421/022405>
7. Szczotka M., Kuźmak Ja. Cytokine secretion in stem cells of cattle infected with bovine leukaemia virus. *Journal of Veterinary Research (Poland)*. 2024; 68(1): 19–33. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2024-0012>
8. Burkat N.V., Popova N.Yu., Isaeva A.G., Krivonogova A.S. Leukocyte indexes for equine immune status assessment. *International Scientific and Practical Conference "From Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex" (IDSISA 2024)*. Les Ulis, 2024; 23005. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410823005>
9. Wang J.F., Park A.J., Rendini T., Lewis W.R. Lawrence Transfer Factor: Transference of Specific Immune Memory by Dialyzable Leukocyte Extract from a CD8+ T Cell Line. *Journal of Drugs in Dermatology*. 2017; 16(12): 1198–1206.
10. Castrejón Vázquez M.I. *et al.* Dialyzable Leukocyte Extract (Transferon™) Administration in Sepsis: Experience from a Single Referral Pediatric Intensive Care Unit. *BioMed Research International*. 2019: 8980506. <https://doi.org/10.1155/2019/8980506>
11. Macías A.E., Guani-Guerra E. "Transfer Factor": Myths and Facts. *Archives of Medical Research*. 2020; 51(7): 613–622. <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2020.06.016>
12. Zajícová A., Javorková E., Trošan P., Chudičková M., Krulová M., Holáň V. A Low-Molecular-Weight Dialysable Leukocyte Extract Selectively Enhances Development of CD4<sup>+</sup>ROrT<sup>+</sup> T Cells and IL-17 Production. *Folia Biologica*. 2014; 60(6): 253–260. <https://doi.org/10.14712/fb2014060060253>
13. Ojeda M.O., Veer C.v., Fernández Ortega C.B., Rosainz M.d.J. Araña, Buurman W.A. Dialyzable Leukocyte Extract differentially regulates the production of TNF $\alpha$ , IL-6, and IL-8 in bacterial component-activated leukocytes and endothelial cells. *Inflammation Research*. 2005; 54(2): 74–81. <https://doi.org/10.1007/s00011-004-1326-5>
14. Franco-Molina M.A. *et al.* Bovine dialyzable leukocyte extract modulates cytokines and nitric oxide production in lipopolysaccharide-stimulated human blood cells. *Cytotherapy*. 2007; 9(4): 379–385. <https://doi.org/10.1080/14653240701320262>
15. Hromas J., Vacek A., Hofer M., Lukšíková E., Svoboda J., Schneiderová H. Hemopoiesis-Stimulating Effects and Enhanced Survival of Irradiated Mice after Peroral or Intraperitoneal Administration of Ultrafiltered Pig Leukocyte Extract (UPL, IMUNOR®). *Immunopharmacology and Immunotoxicology*. 2002; 24(4): 651–664. <https://doi.org/10.1081/iph-120016049>
16. Vacek A., Hofer M., Schneiderová H., Svoboda J. Ultrafiltered Pig Leukocyte Extract (UPL, IMUNOR®) Potentiates Hematopoiesis–Stimulating Effects of G-CSF *In Vitro* and Improves the Outcome of Treatment of Hematopoietic Radiation Damage in Mice with G-CSF. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*. 2005; 27(4): 647–659. <https://doi.org/10.1080/08923970500494001>
17. Yimam M. *et al.* Discovery of Transfer Factors in Plant-Derived Proteins and an In Vitro Assessment of Their Immunological Activities. *Molecules*. 2023; 28(24): 7961. <https://doi.org/10.3390/molecules28247961>
18. Qin H. *et al.* Systematic preclinical evaluation of CD33-directed chimeric antigen receptor T cell immunotherapy for acute myeloid leukemia defines optimized construct design. *Journal for ImmunoTherapy of Cancer*. 2021; 9(9): e003149. <https://doi.org/10.1136/jitc-2021-003149>
19. Stosman K., Sivak K., Aleksandrov A., Buzitskaya Z., Rassokha T., Stukova M. Preclinical Safety Evaluation: Acute and Repeated-Dose Toxicity of a New Intranasal Recombinant Vector Vaccine TB/FLU-04L Against Tuberculosis. *Drug Research*. 2022; 72(4): 215–219. <https://doi.org/10.1055/a-1771-5985>
20. Badrick T., Bowling F. Clinical utility — information about the usefulness of tests. *Clinical Biochemistry*. 2023; 121–122: 110656. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2023.110656>
21. Hauser R.G., Quine D.B., Iscoe M., Arvisais-Anhalt S. Development and implementation of a standard format for clinical laboratory test results. *American Journal of Clinical Pathology*. 2022; 158(3): 409–415. <https://doi.org/10.1093/ajcp/aqac067>
22. Stanimirov B., Sekeruš V., Đanić M., Pavlović N., Mikov M., Stankov K., Katanić Ja. Drug interference with biochemical laboratory tests. *Biochemia Medica*. 2023; 33(2): 123–131. <https://doi.org/10.11613/bm.2023.020601>
23. Kalinina A. *et al.* Safety evaluation of the mouse TCR $\alpha$  — transduced T cell product in preclinical models in vivo and in vitro. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2022; 145: 112480. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112480>
3. Rahman A.T. *et al.* In Silico Study of the Potential of Endemic Sumatra Wild Turmeric Rhizomes (*Curcuma Sumatrana*: *Zingiberaceae*) As Anti-Cancer. *Pharmacognosy Journal*. 2023; 14(6): 806–812. <https://doi.org/10.5530/pj.2022.14.171>
4. Kuzmin I.A., Bobkova E.V., Alsynbayev M.M. Transfer factor: properties and mechanisms of action. *Bashkortostan medical journal*. 2009; 4(3): 71–74 (in Russian). <https://elibrary.ru/kvtfng>
5. Fu W. *et al.* CAR exosomes derived from effector CAR-T cells have potent antitumour effects and low toxicity. *Nature Communications*. 2019; 10: 4355. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12321-3>
6. Malyuk M.O., Yehorov O.V., Kharkevych I.O., Klymchuk V.V., Savchuk T.L. The content of leukocytes in the blood of recipient rabbits after allogeneic transfusion of packed red blood cells. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2024; 15(1): 37–41. <https://doi.org/10.15421/022405>
7. Szczotka M., Kuźmak Ja. Cytokine secretion in stem cells of cattle infected with bovine leukaemia virus. *Journal of Veterinary Research (Poland)*. 2024; 68(1): 19–33. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2024-0012>
8. Burkat N.V., Popova N.Yu., Isaeva A.G., Krivonogova A.S. Leukocyte indexes for equine immune status assessment. *International Scientific and Practical Conference "From Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex" (IDSISA 2024)*. Les Ulis, 2024; 23005. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410823005>
9. Wang J.F., Park A.J., Rendini T., Lewis W.R. Lawrence Transfer Factor: Transference of Specific Immune Memory by Dialyzable Leukocyte Extract from a CD8+ T Cell Line. *Journal of Drugs in Dermatology*. 2017; 16(12): 1198–1206.
10. Castrejón Vázquez M.I. *et al.* Dialyzable Leukocyte Extract (Transferon™) Administration in Sepsis: Experience from a Single Referral Pediatric Intensive Care Unit. *BioMed Research International*. 2019: 8980506. <https://doi.org/10.1155/2019/8980506>
11. Macías A.E., Guani-Guerra E. "Transfer Factor": Myths and Facts. *Archives of Medical Research*. 2020; 51(7): 613–622. <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2020.06.016>
12. Zajícová A., Javorková E., Trošan P., Chudičková M., Krulová M., Holáň V. A Low-Molecular-Weight Dialysable Leukocyte Extract Selectively Enhances Development of CD4<sup>+</sup>ROrT<sup>+</sup> T Cells and IL-17 Production. *Folia Biologica*. 2014; 60(6): 253–260. <https://doi.org/10.14712/fb2014060060253>
13. Ojeda M.O., Veer C.v., Fernández Ortega C.B., Rosainz M.d.J. Araña, Buurman W.A. Dialyzable Leukocyte Extract differentially regulates the production of TNF $\alpha$ , IL-6, and IL-8 in bacterial component-activated leukocytes and endothelial cells. *Inflammation Research*. 2005; 54(2): 74–81. <https://doi.org/10.1007/s00011-004-1326-5>
14. Franco-Molina M.A. *et al.* Bovine dialyzable leukocyte extract modulates cytokines and nitric oxide production in lipopolysaccharide-stimulated human blood cells. *Cytotherapy*. 2007; 9(4): 379–385. <https://doi.org/10.1080/14653240701320262>
15. Hromas J., Vacek A., Hofer M., Lukšíková E., Svoboda J., Schneiderová H. Hemopoiesis-Stimulating Effects and Enhanced Survival of Irradiated Mice after Peroral or Intraperitoneal Administration of Ultrafiltered Pig Leukocyte Extract (UPL, IMUNOR®). *Immunopharmacology and Immunotoxicology*. 2002; 24(4): 651–664. <https://doi.org/10.1081/iph-120016049>
16. Vacek A., Hofer M., Schneiderová H., Svoboda J. Ultrafiltered Pig Leukocyte Extract (UPL, IMUNOR®) Potentiates Hematopoiesis–Stimulating Effects of G-CSF *In Vitro* and Improves the Outcome of Treatment of Hematopoietic Radiation Damage in Mice with G-CSF. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*. 2005; 27(4): 647–659. <https://doi.org/10.1080/08923970500494001>
17. Yimam M. *et al.* Discovery of Transfer Factors in Plant-Derived Proteins and an In Vitro Assessment of Their Immunological Activities. *Molecules*. 2023; 28(24): 7961. <https://doi.org/10.3390/molecules28247961>
18. Qin H. *et al.* Systematic preclinical evaluation of CD33-directed chimeric antigen receptor T cell immunotherapy for acute myeloid leukemia defines optimized construct design. *Journal for ImmunoTherapy of Cancer*. 2021; 9(9): e003149. <https://doi.org/10.1136/jitc-2021-003149>
19. Stosman K., Sivak K., Aleksandrov A., Buzitskaya Z., Rassokha T., Stukova M. Preclinical Safety Evaluation: Acute and Repeated-Dose Toxicity of a New Intranasal Recombinant Vector Vaccine TB/FLU-04L Against Tuberculosis. *Drug Research*. 2022; 72(4): 215–219. <https://doi.org/10.1055/a-1771-5985>
20. Badrick T., Bowling F. Clinical utility — information about the usefulness of tests. *Clinical Biochemistry*. 2023; 121–122: 110656. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2023.110656>
21. Hauser R.G., Quine D.B., Iscoe M., Arvisais-Anhalt S. Development and implementation of a standard format for clinical laboratory test results. *American Journal of Clinical Pathology*. 2022; 158(3): 409–415. <https://doi.org/10.1093/ajcp/aqac067>
22. Stanimirov B., Sekeruš V., Đanić M., Pavlović N., Mikov M., Stankov K., Katanić Ja. Drug interference with biochemical laboratory tests. *Biochemia Medica*. 2023; 33(2): 123–131. <https://doi.org/10.11613/bm.2023.020601>
23. Kalinina A. *et al.* Safety evaluation of the mouse TCR $\alpha$  — transduced T cell product in preclinical models in vivo and in vitro. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2022; 145: 112480. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112480>

24. Бурков П.В., Щербаков П.Н., Ребезов М.Б. Вакцинопрофилактика нодулярного дерматита у коров черно-пестрой породы и повышение ее эффективности с использованием трансфер-фактора. *Аграрная наука*. 2022; (4): 11–15. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-358-4-11-15>
25. Ахмадиев П.А., Хисматуллина З.Р., Исхаков Э.Р. Ориентационные привычки крыс в новых условиях пространственной среды на фоне перорального введения «Трансфер-фактора». *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2023; 20(2): 153–156. <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2023-20-2-153-156>
26. Chizhov A.Y., Kirkutis A., Andruskiene J. Perspectives in the Application of Immunocorrector — “Transfer factor”™ in Immunoprophylaxis Programmes and Immunorehabilitation. *Reabilitacijos mokslai: slauga, kineziterapija, ergoterapija*. 2016; 15(2): 5–17. <https://doi.org/10.33607/rmske.v2i15.703>
27. Tretiakov A.V., Markov V.F., Yaroshuk S.B., Kovalev I.S. Study of the target efficiency and toxicity of the insecticide with new preparative form. *AIP Conference Proceedings. 4th International Conference on Modern Synthetic Methodologies for Creating Drugs and Functional Materials, MOSM 2020. American Institute of Physics Inc.* 2021; 030044. <https://doi.org/10.1063/5.0068399>
28. Vikhrova S.V., Rutenberg O.L., Smirnov A.V., Petukhov A.E., Barinskaya T.O. Improvement of methods and means of measuring the content of toxicants in biological objects. *Journal of Physics: Conference Series. V International Scientific and Technical Conference “Metrology of Physical and Chemical Measurements, MPM 2021”*. 2022; 012013. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2192/1/012013>
29. Бурков П.В., Дерхо М.А., Ребезов М.Б., Щербаков П.Н., Дерхо А.О., Степанова К.В. Иммунологический статус свиноматок в ходе репродуктивного цикла и коррекция его состояния биостимулятором антигеннаправленного действия. *Аграрная наука*. 2023; (12): 58–66. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-58-66>
30. Burkov P.V. *et al.* Pathological features of the lungs and liver of piglets under conditions of constant vaccination of livestock against circovirus infection. *Theory and practice of meat processing*. 2023; 8(1): 4–11. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2023-8-1-4-11>
31. Бурков П.В., Дерхо М.А., Ребезов М.Б., Щербаков П.Н. Цирковир как фактор, контролирующий эффективность беременности у свиноматок. *Аграрная наука*. 2023; (8): 27–35. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-373-8-27-35>
32. Бурков П.В., Ребезов М.Б., Дерхо М.А., Щербаков П.Н., Дерхо А.О. Иммунометаболические особенности формирования поствакцинального иммунитета против ЦВС-2 у свиноматок. *Аграрная наука*. 2024; (7): 38–48. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-38-48>
33. Titov E.A., Sosedova L.M., Novikov M.A., Zvereva M.V., Rukavishnikov V.S., Lakhman O.L. The Analysis of Acute and Subacute Toxicity of Silver Selenide Nanoparticles Encapsulated in Arabinogalactan Polymer Matrix. *Polymers*. 2022; 14(15): 3200. <https://doi.org/10.3390/polym14153200>
34. Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Зубенкова Э.С., Вайнсон А.А., Бирюков А.П., Самойлов А.С. Зависимость массы тела от возраста для беспородных белых и восьми линий лабораторных крыс: синтетические исследования данных из экспериментальных работ и питомников в аспекте связи с радиочувствительностью. Некоторые характеристики вида «крыса». *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2018; 63(2): 15–17. [https://doi.org/10.12737/article\\_5ac6190e95da25.42157674](https://doi.org/10.12737/article_5ac6190e95da25.42157674)
35. Ghiciuc C.M., Shlegelm M.R., Vasile C., Tantar G., Creteanu A., Ochiuz L. Study on Acute Toxicity of Amiodarone New Complexes with Cyclodextrin. *Frontiers in Pharmacology*. 2021; 12: 640705. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.640705>
36. Сысоев Ю.И. и др. Фармакоэнцефалографическая оценка дозозависимости эффектов антипсихотических средств у крыс. *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. 2023; 109(11): 1665–1683. <https://doi.org/10.31857/S0869813923110110>
37. Combs M.D., Hamlin A., Quinn J.C. A single exposure to the tremorgenic mycotoxin lolitrem B inhibits voluntary motor activity and spatial orientation but not spatial learning or memory in mice. *Toxicol.* 2019; 168: 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.toxicol.2019.06.228>
38. Hamm J. *et al.* Performance of the GHS Mixtures Equation for Predicting Acute Oral Toxicity. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2021; 125: 105007. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2021.105007>
39. Зобнин Ю.В. Острые токсические нейропатии. *Сибирский медицинский журнал*. 2008; 79(4): 106–110. <https://elibrary.ru/jwqkqb>
40. Ahloy-Dallaire J., Klein J.D., Davis J.K., Garner J.P. Automated monitoring of mouse feeding and body weight for continuous health assessment. *Laboratory Animals*. 2019; 53(4): 342–351. <https://doi.org/10.1177/0023677218797974>
41. Ong Y.S. *et al.* Acute and subacute toxicity profiles of thymoquinone-loaded nanostructured lipid carrier in BALB/c mice. *International Journal of Nanomedicine*. 2016; 11: 5905–5915. <https://doi.org/10.2147/IJN.S114205>
42. Базиков И.А. и др. Макроскопические изменения органов при применении нисомальной формы противоопухолевого вещества в эксперименте. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2022; 17(1): 60–63. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2022.17016>
24. Burkov P.V., Shcherbakov P.N., Rebezov M.B. Vaccinal prevention of lumpy skin disease in Black-and-White cows and increasing its effectiveness using a transfer factor. *Agrarian science*. 2022; (4): 11–15 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-358-4-11-15>
25. Akhmadiev P.A., Khismatullina Z.R., Iskhakov E.R. Orientational habits in new spatial environmental conditions during oral administration of the “Transfer factor” in rats. *Journal of Volgograd state medical university*. 2023; 20(2): 153–156 (in Russian). <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2023-20-2-153-156>
26. Chizhov A.Y., Kirkutis A., Andruskiene J. Perspectives in the Application of Immunocorrector — “Transfer factor”™ in Immunoprophylaxis Programmes and Immunorehabilitation. *Reabilitacijos mokslai: slauga, kineziterapija, ergoterapija*. 2016; 15(2): 5–17. <https://doi.org/10.33607/rmske.v2i15.703>
27. Tretiakov A.V., Markov V.F., Yaroshuk S.B., Kovalev I.S. Study of the target efficiency and toxicity of the insecticide with new preparative form. *AIP Conference Proceedings. 4th International Conference on Modern Synthetic Methodologies for Creating Drugs and Functional Materials, MOSM 2020. American Institute of Physics Inc.* 2021; 030044. <https://doi.org/10.1063/5.0068399>
28. Vikhrova S.V., Rutenberg O.L., Smirnov A.V., Petukhov A.E., Barinskaya T.O. Improvement of methods and means of measuring the content of toxicants in biological objects. *Journal of Physics: Conference Series. V International Scientific and Technical Conference “Metrology of Physical and Chemical Measurements, MPM 2021”*. 2022; 012013. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2192/1/012013>
29. Burkov P.V., Derkho M.A., Rebezov M.B., Shcherbakov P.N., Derkho A.O., Stepanova K.V. Immunological status of sows during the reproductive cycle and correction of its condition with an antigen-directed biostimulator. *Agrarian science*. 2023; (12): 58–66 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-58-66>
30. Burkov P.V. *et al.* Pathological features of the lungs and liver of piglets under conditions of constant vaccination of livestock against circovirus infection. *Theory and practice of meat processing*. 2023; 8(1): 4–11. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2023-8-1-4-11>
31. Burkov P.V., Derkho M.A., Rebezov M.B., Shcherbakov P.N. Circovirus as a factor controlling the effectiveness of pregnancy in sows. *Agrarian science*. 2023; (8): 27–35 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-373-8-27-35>
32. Burkov P.V., Rebezov M.B., Derkho M.A., Shcherbakov P.N., Derkho A.O. Immunometabolic features of the formation of post-vaccination immunity against porcine circovirus type 2 in sows. *Agrarian science*. 2024; (7): 38–48 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-38-48>
33. Titov E.A., Sosedova L.M., Novikov M.A., Zvereva M.V., Rukavishnikov V.S., Lakhman O.L. The Analysis of Acute and Subacute Toxicity of Silver Selenide Nanoparticles Encapsulated in Arabinogalactan Polymer Matrix. *Polymers*. 2022; 14(15): 3200. <https://doi.org/10.3390/polym14153200>
34. Koterov A.N., Ushenkova L.N., Zubenkov E.S., Vaynson A.A., Biryukov A.P., Samoylov A.S. Dependence of Body Weight on Age for Random-Bred Albino Rat and for Eight Lines of Laboratory Rat: Synthetic Studies of Data from Experimental Works and Nurseries in Aspect of the Relationship with Radiosensitivity. Some Characteristics of Rat Species. *Medical Radiology and radiation safety*. 2018; 63(2): 15–17 (in Russian). [https://doi.org/10.12737/article\\_5ac6190e95da25.42157674](https://doi.org/10.12737/article_5ac6190e95da25.42157674)
35. Ghiciuc C.M., Shlegelm M.R., Vasile C., Tantar G., Creteanu A., Ochiuz L. Study on Acute Toxicity of Amiodarone New Complexes with Cyclodextrin. *Frontiers in Pharmacology*. 2021; 12: 640705. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.640705>
36. Sysoev Yu.I. *et al.* Pharmacoenkephalographic assessment of the dose dependence of antipsychotic drug effects in rats. *I.M. Sechenov Russian Journal of Physiology*. 2023; 109(11): 1665–1683 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0869813923110110>
37. Combs M.D., Hamlin A., Quinn J.C. A single exposure to the tremorgenic mycotoxin lolitrem B inhibits voluntary motor activity and spatial orientation but not spatial learning or memory in mice. *Toxicol.* 2019; 168: 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.toxicol.2019.06.228>
38. Hamm J. *et al.* Performance of the GHS Mixtures Equation for Predicting Acute Oral Toxicity. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2021; 125: 105007. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2021.105007>
39. Zobnin Yu.V. Acute toxic neuropathies. *Siberian Medical Journal*. 2008; 79(4): 106–110 (in Russian). <https://elibrary.ru/jwqkqb>
40. Ahloy-Dallaire J., Klein J.D., Davis J.K., Garner J.P. Automated monitoring of mouse feeding and body weight for continuous health assessment. *Laboratory Animals*. 2019; 53(4): 342–351. <https://doi.org/10.1177/0023677218797974>
41. Ong Y.S. *et al.* Acute and subacute toxicity profiles of thymoquinone-loaded nanostructured lipid carrier in BALB/c mice. *International Journal of Nanomedicine*. 2016; 11: 5905–5915. <https://doi.org/10.2147/IJN.S114205>
42. Bazikov I.A. *et al.* Macroscopic changes of the organs with the application of a niosomal form of antitumor medicine in experiment. *Medical news of the North Caucasus*. 2022; 17(1): 60–63 (in Russian). <https://doi.org/10.14300/mnnc.2022.17016>



## ОБ АВТОРАХ

**Павел Валерьевич Бурков<sup>1</sup>**

кандидат ветеринарных наук, руководитель научно-исследовательского центра биотехнологии репродукции животных  
burcovpavel@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7515-5670>

**Марина Аркадьевна Дерхо<sup>1</sup>**

доктор биологических наук, заведующая кафедрой естественно-научных дисциплин  
derkho2010@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3818-0556>

**Максим Борисович Ребезов<sup>2, 3</sup>**

доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник<sup>2</sup>;  
доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов<sup>3</sup>  
rebezov@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

**Павел Николаевич Щербakov<sup>1</sup>**

доктор ветеринарных наук, профессор кафедры инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы  
scherbakov\_pavel@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8685-4645>

**Арина Олеговна Дерхо<sup>1</sup>**

аспирант  
arina\_avrora@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1914-8721>

<sup>1</sup>Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул. им. Гагарина, 13, Троицк, Челябинская обл., 457100, Россия

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

<sup>3</sup>Уральский государственный аграрный университет, ул. им. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Pavel Valerievich Burkov<sup>1</sup>**

Candidate of Veterinary Sciences, Head of the Research Center for Animal Reproduction Biotechnology  
burcovpavel@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7515-5670>

**Marina Arkadyevna Derkho<sup>1</sup>**

Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Natural Sciences  
derkho2010@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3818-0556>

**Maksim Borisovich Rebezov<sup>2, 3</sup>**

Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher<sup>2</sup>;  
Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products<sup>3</sup>  
rebezov@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

**Pavel Nikolaevich Shcherbakov<sup>1</sup>**

Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Infectious Diseases and Veterinary and Sanitary Expertise  
scherbakov\_pavel@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8685-4645>

**Arina Olegovna Derkho<sup>1</sup>**

Graduate student  
arina\_avrora@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1914-8721>

<sup>1</sup>South Ural State Agrarian University, 13 Gagarina Str., Troitsk, Chelyabinsk region, 457100, Russia

<sup>2</sup>Gorbatov Research center for Food Systems, 26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

<sup>3</sup>Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia

# AGRO|20 CON|24 19 ОКТЯБРЯ

В главном корпусе РУДН  
г.Москва, ул. Миклухо - Маклая, д. 6

Первая межуниверситетская карьерная выставка-форум компаний АПК для студентов всех специальностей

Свыше 600 студентов востребованных специальностей

Возможности для компаний:

- Участие в стендовой выставке
- Выступление перед аудиторией по тематическим направлениям
- Организация сателлитного мероприятия компании
- Информационная рассылка по всем участникам
- Проведение тестов и экспресс собеседований прямо на площадке Agroscon
- Участие в Агрофоруме - площадке для обсуждения совместной работы университетов и бизнеса



<https://agrocon.pro/> ✉ Mail: [hello@agrocon.pro](mailto:hello@agrocon.pro)





**А.В. Гусарова<sup>1</sup>**  
**Ю.О. Лящук<sup>2</sup>** ✉  
**А.Ю. Овчинников<sup>2</sup>**  
**Г.Н. Самарин<sup>2, 3</sup>**  
**К.А. Иванищев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Рязанский государственный  
агротехнологический университет  
им. П.А. Костычева, Рязань, Россия

<sup>2</sup>Федеральный научный агроинженерный  
центр ВИМ, Москва, Россия

<sup>3</sup>Государственный аграрный университет  
Северного Зауралья, Тюмень, Россия

✉ ularzn@mail.ru

Поступила в редакцию: 03.05.2024  
Одобрена после рецензирования: 12.08.2024  
Принята к публикации: 28.08.2024

© Гусарова А.В., Лящук Ю.О., Овчинников А.Ю.,  
Самарин Г.Н., Иванищев К.А.



**Angelina V. Gusarova<sup>1</sup>**  
**Julia O. Lyashchuk<sup>2</sup>** ✉  
**Alexey Yu. Ovchinnikov<sup>2</sup>**  
**Gennady N. Samarin<sup>2, 3</sup>**  
**Konstantin A. Ivanishchev<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ryazan State Agrotechnological University  
Named after P.A. Kostycheva, Ryazan, Russia

<sup>2</sup>Federal Scientific Agroengineering Center  
VIM, Moscow, Russia

<sup>3</sup>State Agrarian University of the Northern  
Trans-Urals, Tyumen, Russia

✉ ularzn@mail.ru

Received by the editorial office: 03.05.2024  
Accepted in revised: 12.08.2024  
Accepted for publication: 28.08.2024

© Gusarova A.V., Lyashchuk Yu.O., Ovchinnikov  
A.Yu., Samarin G.N., Ivanishchev K.A.

# Влияние препаратов, содержащих глюконолактон, на морфологические показатели крови кроликов

## РЕЗЮМЕ

Работа посвящена вопросам применения полигидроксикислот в кролиководстве. Антиоксиданты являются крайне важными соединениями для живых организмов. Авторами рассмотрено влияние глюконолактона, используемого в рационе питания животных, на обменные процессы и физиологические показатели жизнедеятельности кроликов. На основании проведенных исследований (на примере глюконолактона) показана целесообразность включения в рацион кроликов подкормок, содержащих полигидроксикислоты. Полигидроксикислоты, являющиеся антиоксидантами, при регулярном введении с кормом способствуют повышению общей резистентности организма, стимулируют рост и здоровое развитие животных, что в свою очередь ведет к получению качественной продукции сельского хозяйства. Кролики, как и другие животные, могут получать антиоксиданты из растительной пищи, но их концентрация может быть недостаточной для полноценной защиты от окислительного стресса. Для стабилизации кормовых рационов применяются различные биологически активные добавки, позволяющие повысить эффективность выращивания животных и улучшить показатели продуктивности. Таким образом, полигидроксикислоты, в частности глюконолактон, хорошо подходят для чувствительных животных, которые требуют максимально заботливого и бережного выращивания.

**Ключевые слова:** антиоксиданты, полигидроксикислоты, глюконолактон, гематология, иммунология, кролиководство

**Для цитирования:** Гусарова А.В., Лящук Ю.О., Овчинников А.Ю., Самарин Г.Н., Иванищев К.А. Влияние препаратов, содержащих глюконолактон, на морфологические показатели крови кроликов. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 48–53.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-48-53>

# The influence of drugs containing gluconolactone on the morphological parameters of the blood of rabbits

## ABSTRACT

The work is devoted to the issues of using polyhydroxy acids in rabbit breeding. Antioxidants are extremely important compounds for living organisms. The authors considered the effect of gluconolactone used in the animal diet on the metabolic processes and physiological indicators of life activity of rabbits. Based on the studies (using gluconolactone as an example), the advisability of including supplements containing polyhydroxy acids in the rabbit diet is shown. Polyhydroxy acids, which are antioxidants, when regularly introduced with feed, help to increase the overall resistance of the body, stimulate the growth and healthy development of animals, which in turn leads to obtaining high-quality agricultural products. Rabbits, like other animals, can obtain antioxidants from plant foods, but their concentration may be insufficient for full protection against oxidative stress. To stabilize feed rations, various biologically active additives are used, which make it possible to increase the efficiency of animal rearing and improve productivity indicators. Thus, polyhydroxy acids, in particular gluconolactone, are well suited for sensitive animals that require the utmost care and gentle rearing.

**Key words:** antioxidants, polyhydroxy acids, gluconolactone, hematology, immunology, rabbit breeding

**For citation:** Gusarova A.V., Lyashchuk Yu.O., Ovchinnikov A.Yu., Samarin G.N., Ivanishchev K.A. The influence of drugs containing gluconolactone on the morphological parameters of the blood of rabbits. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 48–53 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-48-53>

## Введение/Introduction

Разведение кроликов в современном сельском хозяйстве — довольно перспективное направление животноводства. Кроличье мясо обладает множеством полезных свойств и считается продуктом диетического питания, рекомендованного в том числе и для детского меню, благодаря гипоаллергенности и легкому усвоению организмом [1, 2], ввиду чего занимает важное место в структуре сельскохозяйственного производства и имеет довольно высокий спрос на продукцию.

Как известно, качественные и количественные показатели продуктивности кроликов зависят от полноценного и сбалансированного кормления [3, 4]. При этом важным фактором является не только правильное сочетание питательных компонентов, но и режим кормления [5].

Помимо правильно подобранных рационов, на состояние животных влияют условия микроклимата, созданного в местах выращивания кроликов, которые во многом зависят от современного технического оснащения и автоматизации процессов [6, 7].

Содержание животных, предполагающее минимальную двигательную активность, положительным образом сказывается лишь на привесе живой массы, на состоянии же иммунной системы такое содержание сказывается весьма негативно [8, 9].

Кролики достаточно активные животные, и уследить за ними крайне сложно, в связи с чем в настоящее время довольно распространенным типом содержания кроликов является шедовое [10]. Такой подход к содержанию кроликов обусловлен еще и тем, что шедовое содержание позволяет улучшить условия естественного освещения и воздухообмена [11].

Ультрафиолет, который является частью естественного для солнечного света спектра излучения, оказывает легкое обеззараживающее воздействие, что благоприятно сказывается на условиях содержания животных [12].

Кролики, как и другие животные, могут получать антиоксиданты из растительной пищи, но их концентрация может быть недостаточной для полноценной защиты от окислительного стресса [13]. Для стабилизации кормовых рационов применяются различные биологически активные добавки, позволяющие повысить эффективность выращивания животных и улучшить показатели продуктивности [14–18].

Существует ряд исследований [19–24], подтверждающих эффективность применения полигидроксилов в кормовых рационах животных, в том числе и кроликов. Однако необходимо учитывать, что выбор и дозировка антиоксидантов должны быть оптимальными, чтобы укрепить организм животных и улучшить качество получаемой мясной продукции.

Ввиду этого применение полигидроксилов в качестве биологически активных добавок к рациону — это перспективное направление исследований [5].

Полигидроксиловы, являющиеся антиоксидантами, при регулярном введении с пищей способствуют повышению общей резистентности организма, стимулируют рост и здоровое развитие животных, что в свою очередь ведет к получению качественной продукции сельского хозяйства [25].

Полигидроксиловы, являющиеся антиоксидантами, при регулярном введении с пищей способствуют повышению общей резистентности организма животных, стимулируют их рост и здоровое развитие животных [21]. Глюконолактон хорошо растворим в воде, как и молочная кислота, но при этом имеет больший размер молекулы, что позволяет ему обеспечить куда более мягкое и гипоаллергенное воздействие на организм.

Таким образом, полигидроксиловы, в частности глюконолактон, хорошо подходят для чувствительных животных, которые требуют максимально заботливого выращивания [24]. Механизм действия полигидроксилов сходен с химической активностью альфа-гидроксилов (АНА) [14].

*Цель исследования* — оценка влияния препаратов, содержащих глюконолактон, на морфологические показатели крови кроликов.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования были проведены в условиях частной кролиководческой фермы (с. Зубенки, Рязанский р-н, Рязанская обл., Россия).

Период исследований — 2022 г.

Объект исследования — биологическая активная добавка «Глюконолактон E575 Рокетт SG» (Roquette® Glucono delta-Lactone SG-E575)<sup>1</sup> производства ООО «Рокетт Рус» (г. Москва, Россия). Эмпирическая формула препарата: C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>6</sub>. В состав препарата входят глюконо-δ-лактон (не менее 99%), свободная глюконовая кислота и остальные сахара (до 1%).

Для экспериментальных исследований были отобраны самцы кроликов методом пар-аналогов в количестве 20 голов по следующим параметрам: порода — шиншилла, возраст — 30 суток, вес — 1 кг (+/- 100 г), лекарственный анамнез — не отягощенный приемом препаратов.

После ветеринарного осмотра и контрольного взвешивания кролики были разделены на две группы по 10 голов — контрольную и опытную.

Кролики опытной и контрольной групп содержались в одинаковых условиях, характерных для климатических условий Рязанской области в летний период: на свежем воздухе под навесом друг напротив друга были установлены двухъярусные шеды, каждому кролику была выделена индивидуальная клетка.

Выбор шедового содержания кроликов был обусловлен тем, что достаточно теплый климат и свежий воздух в летний период благоприятствуют росту и развитию животных.

Основа рациона животных обеих групп была составлена идентично на основании норм и рекомендаций, содержащихся в ГОСТ 34088<sup>2</sup>.

Рацион кроликов был составлен в соответствии с их возрастом, весом, состоянием здоровья и физиологическими потребностями.

Основу рациона составляли полнорационный гранулированный комбикорм, зерно и высокобелковые травы (люцерна и клевер)<sup>3</sup>.

Различия в питании состояли лишь в том, что кроликам опытной группы вносили в корм биологически активную добавку два раза в день (во время утреннего и

<sup>1</sup> Документ № RU.77.99.26.009 E.002250.01.12 от 30 января 2012 года. Свидетельство о государственной регистрации. Режим доступа: <https://34.rospotrebnadzor.ru/content/175/3747>

<sup>2</sup> ГОСТ 34088-2017 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за сельскохозяйственными животными. Режим доступа: <https://bioethics.msu.ru/knowledge/standarts>

<sup>3</sup> ГОСТ 32897-2014 Комбикорма для пушных зверей, кроликов и нутрий. Общие технические условия. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293768/4293768687.pdf>



вечернего кормления) в дозировке 250 мг/кг, в отличие от кроликов контрольной группы.

Животные содержались в максимально аналогичных условиях, получая соответствующий уход. Контроль динамики веса осуществлялся путем взвешивания каждое первое число месяца (весы напольные ветеринарные Wikivet, ООО «Виквет», Россия).

Мониторинг гематологических показателей, представленных в работе (лимфоцитов (LYMP), моноцитов (MON), гранулоцитов (GRAN), гематокрита (HCT), относительной ширины распределения эритроцитов (RDW) и тромбоцитов (PDW) по объему крови), осуществлялся путем еженедельного забора проб<sup>4</sup> в пробирку «IMPROMINI с ЭДТА КЗ»<sup>5</sup> объемом 0,2–0,5 мл (Guangzhou Improve Medical Instruments Co., Китай, официальный импортер ООО Expomedical, Россия) и исследования показателей общего анализа крови при помощи гематологического анализатора крови класса 3-diff Mindray BC-2800vet<sup>6</sup> (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Company Limited, Китай, официальный импортер ООО «Зоомед», Россия) в условиях ветеринарной лаборатории «9 жизней» (ООО «Ветеринарная медицина», г. Рязань, Россия).

Авторы статьи заявляют о соблюдении положений ГОСТ 34088<sup>7</sup> и Федерального закона Российской Федерации от 27.12.2018 № 498-ФЗ<sup>8</sup>.

Цифровые данные, полученные в результате исследований, были статистически обработаны по методике Стьюдента<sup>9</sup> (достоверным отклонением считается разница при  $p < 0,05$ ). Вычисления были проведены при помощи информационных продуктов Statistica<sup>10</sup> (США) и Microsoft Office Excel 2003<sup>11</sup> (США).

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты экспериментальных исследований общего анализа крови, полученные в ходе проведения опыта, показали, что в контрольной группе уровень лейкоцитов повысился к концу опытного периода почти на  $10,2 \pm 0,3 \times 10^9/L$ , что говорит о вероятности воспалительных процессов в организме животных. Предположительно, негативные тенденции в динамике показателей крови контрольной группы пришлось на резкое снижение температуры окружающего воздуха (более  $10^\circ C$ ) в период проведения опытов<sup>12</sup>.

Опираясь на результаты анализов, был поставлен предварительный диагноз: бактериальная инфекция. Вскрытие показало, что смерть наступила в результате острой почечной недостаточности. Резкое падение температуры окружающей среды к концу опытного периода (более чем на  $10^\circ C$ ), возможно, оказало негативное влияние на состояние организма животных. По причине переохлаждения у животных произошло снижение уровня иммунной защиты, что могло привести к возникновению и развитию инфекционного заболевания

с последующими воспалительными процессами в организме кроликов контрольной группы.

Согласно ранее опубликованным данным, результаты, полученные в период применения в качестве биологически активной добавки препарата «Глюконолактон Е575 Рокетт SG» [26], позволили сделать вывод, что у кроликов опытной группы показатели крови на конец опытного периода претерпели минимальные изменения, связанные с нормальными возрастными изменениями животных, в то время как у кроликов контрольной группы наблюдалось повышение уровня лейкоцитов со сдвигом лейкоцитарной формулы влево.

В начале опытного периода было произведено контрольное взвешивание подопытных животных. Живая масса месячных кроликов при постановке на опыт варьировалась от 0,9 кг до 1,2 кг. Масса тела кроликов опытной группы в среднем составляла 0,9–1,0 кг, в то время как в контрольной группе масса варьировалась в пределах 0,9–1,2 кг.

Таким образом, разница масс составила не более 1%, что соответствует условиям опыта с животными-аналогами.

Введение в рацион препарата «Глюконолактон Е575 Рокетт SG» положительно отразилось на приросте живой массы кроликов экспериментальной группы (рис 1).

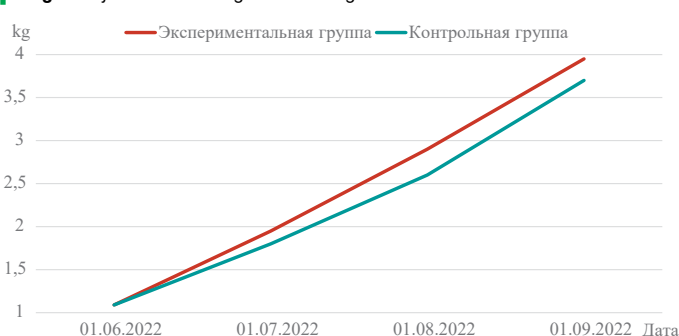
Как видно из рисунка 1, на протяжении экспериментального периода кролики опытной группы набирали живую массу активнее, чем кролики контрольной группы. При финальном взвешивании в конце эксперимента (01.09.2022) средняя масса кроликов опытной группы была выше и составляла 3,8–4,1 кг, в то время как в контрольной группе аналогичный показатель варьировался в пределах 3,6–3,8 кг.

Таким образом, обогащение кормов рациона глюконолактоном способствовало более активному набору массы тела у кроликов опытной группы относительно контрольной в условиях данного эксперимента.

Динамика изменения показателей крови подтверждает гипотезу о возможном положительном влиянии препарата «Глюконолактон Е575 Рокетт SG» на состояние организма кроликов.

Рис. 1. Динамика изменения живой массы кроликов

Fig. 1. Dynamics of changes in live weight of rabbits



<sup>4</sup> Техника взятия крови у лабораторных животных. Режим доступа: <https://petritest.ru/labinskaya-obshchaya-i-sanitarnaya-mikrobiologiya/12-4-tehnika-vzyatiya-krovi-u-laboratornykh-zhivotnykh>

<sup>5</sup> РЗН 2019/9215 13.11.2019 Пробирки для взятия крови Impromini с капилляром и без капилляра. ООО Expomedical. Режим доступа: <https://expomedical.ru/reestr/rc/27763/>

<sup>6</sup> Гематологический анализатор крови класса 3-diff Mindray BC-2800vet. ООО «Зоомед». Режим доступа: <https://www.zoomed.ru/products/gematologicheskii-analizator-mindray-bc-2800-vet/>

<sup>7</sup> ГОСТ 34088-2017 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за сельскохозяйственными животными.

<sup>8</sup> Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

<sup>9</sup> Медицинская статистика. Режим доступа: <https://medstatistic.ru/methods/methods.html>

<sup>10</sup> Официальный сайт StatSoft Russia. Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20131213145004/>

<sup>11</sup> Официальный сайт Rusoft.store». Режим доступа: <https://rusoft.store/?yclid=4968478111292981247>

<sup>12</sup> СНиП 2.10.03-84, РД-АПК 3.10.07.05-17.

На рисунке 2 представлена динамика изменения концентрации лимфоцитов, моноцитов и гранулоцитов крови кроликов.

Как видно из рисунка 2, у кроликов экспериментальной группы уровень лимфоцитов находился в пределах нормы на протяжении всего опытного периода, а у кроликов контрольной группы в период после 10 августа число лимфоцитов в крови стало резко снижаться (с  $2,5 \pm 0,2 \times 10^9/L$  до  $0,2 \pm 0,1 \times 10^9/L$ ), что может свидетельствовать о падении иммунной защиты в результате борьбы с бактериальной инфекцией (вероятность вирусной инфекции необходимо исключить, поскольку при вирусной инфекции количество лимфоцитов растет). При этом наблюдаются незначительный рост количества моноцитов (на  $0,2 \pm 0,1 \times 10^9/L$ ) и довольно резкий рост гранулоцитов (почти в 2,8 раза), что свидетельствует о быстром развитии инфекционного процесса.

Для прояснения клинической картины в условиях опыта были проанализированы другие показатели общего анализа крови, представленные на рисунках 3, 4.

Как показывает анализ, к концу опытного периода уровень гематокрита у кроликов контрольной группы снизился на 7,1%, а относительная ширина распределения эритроцитов по объему — на 2,8%, концентрация эритроцитов — на  $2,43 \pm 0,2 \times 10^{12}/L$ , а концентрация гемоглобина — на  $9 \pm 1 g/L$ .

Динамика тромбоцитов у кроликов опытной группы в целом находилась в пределах нормы. У кроликов контрольной группы динамика тромбоцитов имеет некоторые негативные отклонения (снижение относительной ширины распределения тромбоцитов по объему на 0,7%, концентрации — на  $106 \pm 2 \times 10^9/L$ ), что дополняет общую картину анализа крови животных, указывая на вероятность инфекционного заболевания (рис. 4).

Анализ полученных данных эксперимента заставил обратить внимание на то, что негативные тенденции в динамике показателей крови контрольной группы пришлось на резкое снижение температуры окружающего воздуха в период проведения исследований.

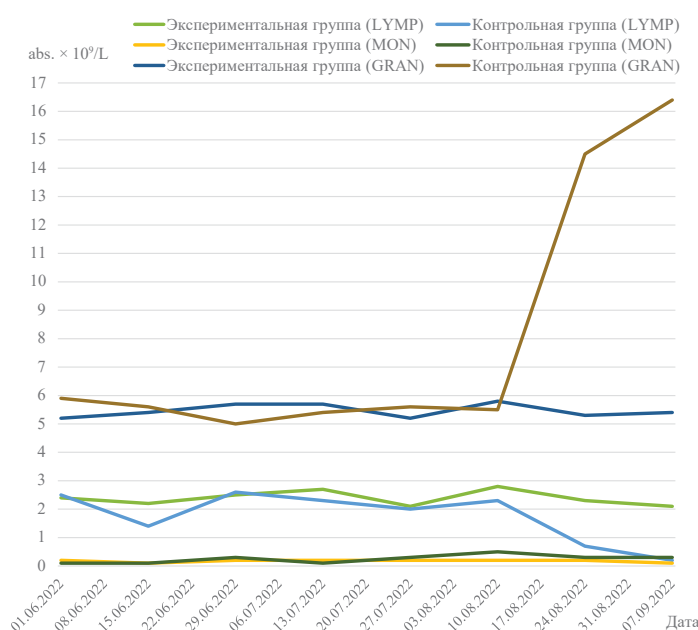
В результате переохлаждения негативные изменения коснулись таких показателей, как лейкоциты, эритроциты и тромбоциты, что напрямую было связано с протекающими воспалительными процессами в организме кроликов контрольной группы. У части животных в контрольной группе получила развитие бактериальная инфекция, давшая осложнение на мочевыделительную систему, что и привело к летальному исходу от почечной недостаточности.

Гематологические показатели кроликов в опытной группе оставались в пределах нормы на протяжении всего времени проведения эксперимента при аналогичных условиях содержания и составе базового рациона кормления у кроликов обеих групп.

Таким образом, обогащение кормового рациона кроликов экспериментальной группы глюконолактоном, который относится к группе полигидроксикислот, способствовало улучшению

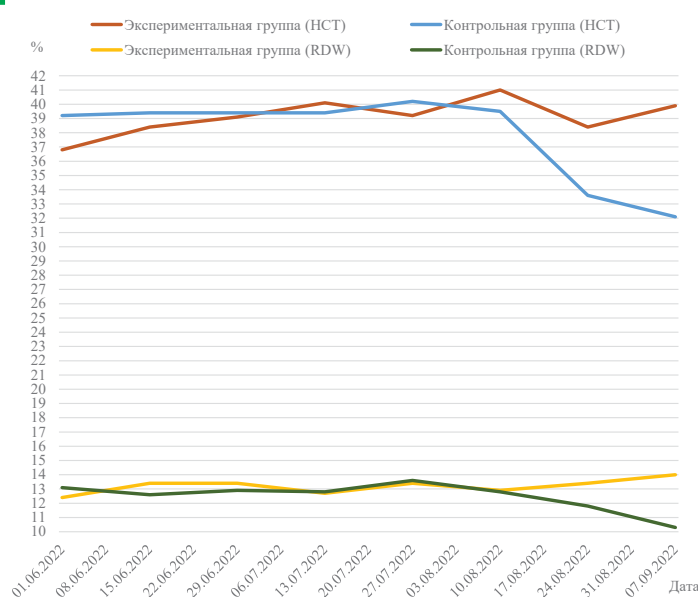
**Рис 2.** Динамика изменения концентрации лимфоцитов, моноцитов и гранулоцитов крови кроликов

**Fig. 2.** Dynamics of changes in the concentration of lymphocytes, monocytes and granulocytes



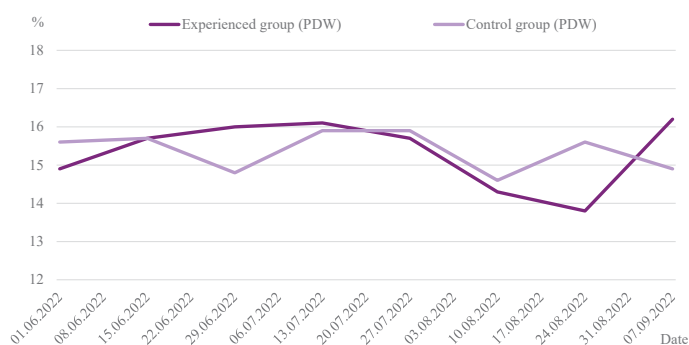
**Рис 3.** Динамика изменения гематокрита и относительной ширины распределения эритроцитов по объему

**Fig. 3.** Dynamics of changes in hematocrit and relative width of red blood cell distribution by volume



**Рис 4.** Динамика изменения относительной ширины распределения тромбоцитов по объему

**Fig. 4.** Dynamics of changes in the relative width of platelet distribution by volume



общего состояния организма животных (в условиях данного эксперимента).

### Выводы/Conclusions

Результаты, полученные на основании исследования динамики гематологических показателей крови в контрольной и опытной группах, позволили сделать вывод о возможном положительном влиянии препарата «Глюконолактон E575 Рокетт SG» на иммунную систему и общую резистентность организма кроликов даже в условиях воздействия неблагоприятных факторов внешней среды в виде снижения температуры окружающего воздуха. Это связано с тем, что глюконолактон является природным антиоксидантом и обладает свойством связывать и нейтрализовывать продукты окисления непосредственно в крови животных, что позволило повысить устойчивость организма кроликов и оказало положительный

общеукрепляющий эффект на иммунную систему. Обогащение кормового рациона глюконолактоном способствовало более активному набору массы тела у кроликов опытной группы относительно контрольной (средняя масса кроликов опытной группы была выше и составляла 3,8–4,1 кг, в то время как в контрольной группе аналогичный показатель варьировался в пределах 3,6–3,8 кг.). Необходимо отметить, что животные опытной группы охотнее поедали обогащенные корма.

Таким образом, включение в рацион кроликов биологически активной добавки «Глюконолактон E575 Рокетт SG», возможно, способствует укреплению иммунной системы, повышению интенсивности роста и увеличению живой массы кроликов, что, наиболее вероятно, связано с улучшением обменных процессов за счет возрастания активности антиоксидантной системы организма 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.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кравченко В.Н., Филонов Р.Ф., Буранов Р.В. Обоснование способа идентификации кроликов с использованием искусственного интеллекта. *Техника и технологии в животноводстве*. 2023; (4): 76–80. <https://doi.org/10.22314/27132064-2023-4-76>
2. Нургазезова А.Н., Спанова А.М., Ребезов М.Б., Жакупбекова Ш.К., Кабаева К.М. Төмен калориялы ет өнімін өндіруде қоян еті мен сүт ошаған құнжарасын қолдану. *Шәкәрім Университетінің хабаршысы. Техникалық ғылымдар сериясы*. 2024; 1(13): 208–216. [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1\(13\)-26](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1(13)-26)
3. Pokhodnya G.S., Obernikhina N.I., Khokhlova N.S., Kotlyarova S.N., Breslavets Y.P. Growth intensity of young rabbits on the background of use of complete mixed fodders. *International Scientific and Practical Conference "From Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex" (IDSISA 2024)*. Les Ulis. 2024; 108: 01009. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410801009>
4. Gusarova A., Lyashchuk Yu., Ovchinnikov A., Samarin G., Ivanishchev K. The influence of drugs containing polyhydroxy acids on metabolic processes and physiological vital signs of rabbits. *International Scientific and Practical Conference "From Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex" (IDSISA 2024)*. Les Ulis. 2024; 108: 01029. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410801029>
5. Соколов А.М., Сошнев Д.А., Трифанов А.В., Плаксин И.Е., Базыкин В.И. Математические модели расхода кормов и прироста живой массы молодняка кроликов. *АгроЭкоИнженерия*. 2023; (2): 123–140. <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2023-2115-123-139>
6. Кирсанов В.В., Дорохов А.С., Иванов Ю.А. Графоаналитическая оценка функционирования локальных биотехнических систем в животноводстве. *Агроинженерия*. 2023; 25(2): 4–9. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2023-2-4-9>
7. Довлатов И.М., Комков И.В., Алипичев А.Ю., Благоев Д.А., Юрочка С.С. Анализ предлагаемых технических решений для поддержания микроклимата животноводческих помещений. *Аграрная наука*. 2023; (9): 149–155. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-149-155>
8. Moiseeva T.A. The organization of feeding animals in aviaries. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies*. Institute of Physics and IOP Publishing Limited. 2020; 548: 72036. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/7/072036>
9. Cherkashina A.G., Stepanova S.V., Spiridonova A.V., Kalininsky R.G. Increase of animal products by means of complete feed provision. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series «International Science and Technology Conference "Earth Science"»*. IOP Publishing Ltd. 2021; 720: 012118. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/720/1/012118>
10. Дей Ш., Шилин Д.В. Сравнительный анализ трекинговых систем слежения за животными на ферме. *Техника и технологии в животноводстве*. 2023; (3): 39–44. <https://doi.org/10.22314/27132064-2023-3-39>
11. Сошнев Д.А., Соколов А.М., Трифанов А.В., Плаксин И.Е. Влияние инсоляции на температуру внутри технологических модулей для выращивания кроликов и птицы. *Техника и технологии в животноводстве*. 2022; (3): 97–101. <https://doi.org/10.51794/27132064-2022-3-97>
12. Ляцук Ю.О., Овчинников А.Ю., Иванисhev К.А., Щур А.В. Assessment of the resistance of alimentary-related risk factors to the effects of chemical disinfectants. *Аграрный вестник Урала*. 2022; (12): 54–61. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-12-54-61>
13. Заболоцкая Т.В., Штауфен А.В., Волков М.Ю. Применение инновационных технологий в управлении инфекциями в животноводстве. *Техника и технологии в животноводстве*. 2024; 14(1): 33–38. <https://doi.org/10.22314/27132064-2024-1-33>

### REFERENCES

1. Kravchenko V.N., Filonov R.F., Buranov R.V. Justification for the method of identifying rabbits using artificial intellect. *Machinery and technologies in livestock*. 2023; (4): 76–80 (in Russian). <https://doi.org/10.22314/27132064-2023-4-76>
2. Nurgazezova A.N., Spanova A.M., Rebezov M.B., Zhakupbekova Sh.K., Kabaeva K.M. The use of rabbit meat and milk thistle meal in a low-calorie meat product. *Bulletin of Shakarim University. Technical Sciences*. 2024; 1(13): 208–216 (in Kazakh). [https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1\(13\)-26](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2024-1(13)-26)
3. Pokhodnya G.S., Obernikhina N.I., Khokhlova N.S., Kotlyarova S.N., Breslavets Y.P. Growth intensity of young rabbits on the background of use of complete mixed fodders. *International Scientific and Practical Conference "From Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex" (IDSISA 2024)*. Les Ulis. 2024; 108: 01009. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410801009>
4. Gusarova A., Lyashchuk Yu., Ovchinnikov A., Samarin G., Ivanishchev K. The influence of drugs containing polyhydroxy acids on metabolic processes and physiological vital signs of rabbits. *International Scientific and Practical Conference "From Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex" (IDSISA 2024)*. Les Ulis. 2024; 108: 01029. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410801029>
5. Sokolov A.M., Soshnev D.A., Trifanov A.V., Plaksin I.E., Bazykin V.I. Mathematical models of feed consumption and live weight gain of young rabbits. *AgroEcoEngineering*. 2023; (2): 123–140 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2023-2115-123-139>
6. Kirsanov V.V., Dorokhov A.S., Ivanov Yu.A. Graph analytics of the performance of local biotechnical systems in animal husbandry. *Agricultural Engineering (Moscow)*. 2023; 25(2): 4–9 (in Russian). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2023-2-4-9>
7. Dovlatov I.M., Komkov I.V., Alipichev A.Yu., Blagov D.A., Yurochka S.S. Analysis of proposed technical solutions for maintaining the microclimate of livestock buildings. *Agribusiness. 2023; (9): 149–155 (in Russian)*. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-149-155>
8. Moiseeva T.A. The organization of feeding animals in aviaries. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies*. Institute of Physics and IOP Publishing Limited. 2020; 548: 72036. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/7/072036>
9. Cherkashina A.G., Stepanova S.V., Spiridonova A.V., Kalininsky R.G. Increase of animal products by means of complete feed provision. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series «International Science and Technology Conference "Earth Science"»*. IOP Publishing Ltd. 2021; 720: 012118. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/720/1/012118>
10. Day Sh., Shilin D.V. The comparative analysis of animals' tracking systems on a farm. *Machinery and technologies in livestock*. 2023; (3): 39–44 (in Russian). <https://doi.org/10.22314/27132064-2023-3-39>
11. Soshnev D.A., Sokolov A.M., Trifanov A.V., Plaksin I.E. The insolation effect on the technological modules inside temperature for rabbits and poultry growing. *Machinery and technologies in livestock*. 2022; (3): 97–101 (in Russian). <https://doi.org/10.51794/27132064-2022-3-97>
12. Lyashchuk Yu.O., Ovchinnikov A.Yu., Ivanishchev K.A., Shchur A.V. Assessment of the resistance of alimentary-related risk factors to the effects of chemical disinfectants. *Agribusiness Bulletin of the Ural*. 2022; (12): 54–61. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-12-54-61>
13. Zabolotskaya T.V., Staufen A.V., Volkov M.Yu. Application of innovative technologies at infection's management in livestock. *Machinery and technologies in livestock*. 2024; 14(1): 33–38 (in Russian). <https://doi.org/10.22314/27132064-2024-1-33>



14. Ruin V.A., Kistina A.A., Prytkov Yu.N., Panfilova A.S. Application of feed additive "Bioprimum dry" with probiotic effect in dairy farming. *BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources"*. EDP Sciences 2022; 52(52): 00048. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20225200048>
15. Куванов Т.К., Пименов Н.В., Кореньюга М.В., Найденев Д.А. Иммунотропное действие кормовых добавок на основе метапробиотики и фитобиотики в обеспечении специфического иммунитета цыплят-бройлеров. *Аграрная наука*. 2024; (7): 49–54. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-49-54>
16. Kuznetsova E. *et al.* Determination of antioxidants in herbal supplements by HPLC and X-ray electromagnetic field detector in a scanning electron microscope system. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2023; e10248. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.10248>
17. Aini N.S. *et al.* Bioactive compounds screening of *Rafflesia* sp. and *Sapria* sp. (Family: Rafflesiaceae) as anti-SARS-CoV-2 via tetra inhibitors: An in silico research. *Journal of Pharmacy and Pharmacognosy Research*. 2023; 11(4): 611–624. [https://doi.org/10.56499/jppres23.1620\\_11.4.611](https://doi.org/10.56499/jppres23.1620_11.4.611)
18. Баеринас М.Н. и др. Динамика вариации молочных признаков у коров при применении кормовой добавки «ВивАктив». *Аграрная наука*. 2024; (5): 63–68. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-63-68>
19. Shiomi M. *et al.* Identification of novel serum markers for the progression of coronary atherosclerosis in WHHLM rabbits, an animal model of familial hypercholesterolemia. *Atherosclerosis*. 2019; 284: 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2019.02.020>
20. Abdul Ameer H.A., Hassan N.F. Investigation of Hematological and Biochemical Effects of Feeding Date in the Early Morning on Empty Stomach vs. after Nutrition on Rabbits. *Archives of Razi Institute*. 2022; 77(1): 235–239. <https://doi.org/10.22092/ARI.2021.356570.1872>
21. Ansari A.S., Badar A., Lohiya N.K. Safety evaluation through genotoxicity and apoptotic markers following RISUG® induced contraception and its reversal in male rabbits. *Reproductive Toxicology*. 2018; 81: 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2018.07.083>
22. Hassan F.A. *et al.* Rice gluten meal as a substitute for soybean meal in the diets for growing rabbits. *Archives of Animal Nutrition*. 2023; 77(6): 497–511. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2023.2284529>
23. Niedźwiedzka-Rystwej P., Tokarz-Deptuła B., Deptuła W. Reactivity of selected markers of innate and adaptive immunity in rabbits experimentally infected with antigenic variants of RHD (*Lagovirus europaeus*/Gl.1a). *Veterinary Research Communications*. 2022; 46(1): 233–242. <https://doi.org/10.1007/s11259-021-09851-x>
24. Palazzo M., Schiavitto M., Cinone M., Vizzarri F. Rabbit metabolic response and selected meat quality traits: Evaluation of dietary PLX®23 and Lycopodium® feed supplement. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2018; 103(1): 383–394. <https://doi.org/10.1111/jpn.13014>
25. Saadia M., Sher M., Bashir S., Murtaza M.A., Shah A., Khan M.A. Comparative hepatoprotective effect of *Nigella sativa* pre- and post-treatment to rabbits. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2019; 32(1): 205–212.
26. Гусарова А.В., Сайтханов Э.О. Влияние пищевой добавки «Глюконолактон Е575 рокетт SG» на общеклинические показатели крови кроликов. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*. 2023; 15(3): 13–22. <https://doi.org/10.36508/RSATU.2023.59.43.003>
14. Ruin V.A., Kistina A.A., Prytkov Yu.N., Panfilova A.S. Application of feed additive "Bioprimum dry" with probiotic effect in dairy farming. *BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources"*. EDP Sciences 2022; 52(52): 00048. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20225200048>
15. Kuvanov T.K., Pimenov N.V., Korenyuga M.V., Naydenov D.A. Immunotropic effect of feed additives based on metaprobiotics and phyto-biotics in providing specific immunity in broiler chickens. *Agrarian science*. 2024; (7): 49–54 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-49-54>
16. Kuznetsova E. *et al.* Determination of antioxidants in herbal supplements by HPLC and X-ray electromagnetic field detector in a scanning electron microscope system. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2023; e10248. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.10248>
17. Aini N.S. *et al.* Bioactive compounds screening of *Rafflesia* sp. and *Sapria* sp. (Family: Rafflesiaceae) as anti-SARS-CoV-2 via tetra inhibitors: An in silico research. *Journal of Pharmacy and Pharmacognosy Research*. 2023; 11(4): 611–624. [https://doi.org/10.56499/jppres23.1620\\_11.4.611](https://doi.org/10.56499/jppres23.1620_11.4.611)
18. Baerinas M.N. *et al.* Dynamics of variation of dairy characteristics in cows when using the feed additive "VivAktiv". *Agrarian science*. 2024; (5): 63–68 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-63-68>
19. Shiomi M. *et al.* Identification of novel serum markers for the progression of coronary atherosclerosis in WHHLM rabbits, an animal model of familial hypercholesterolemia. *Atherosclerosis*. 2019; 284: 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2019.02.020>
20. Abdul Ameer H.A., Hassan N.F. Investigation of Hematological and Biochemical Effects of Feeding Date in the Early Morning on Empty Stomach vs. after Nutrition on Rabbits. *Archives of Razi Institute*. 2022; 77(1): 235–239. <https://doi.org/10.22092/ARI.2021.356570.1872>
21. Ansari A.S., Badar A., Lohiya N.K. Safety evaluation through genotoxicity and apoptotic markers following RISUG® induced contraception and its reversal in male rabbits. *Reproductive Toxicology*. 2018; 81: 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2018.07.083>
22. Hassan F.A. *et al.* Rice gluten meal as a substitute for soybean meal in the diets for growing rabbits. *Archives of Animal Nutrition*. 2023; 77(6): 497–511. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2023.2284529>
23. Niedźwiedzka-Rystwej P., Tokarz-Deptuła B., Deptuła W. Reactivity of selected markers of innate and adaptive immunity in rabbits experimentally infected with antigenic variants of RHD (*Lagovirus europaeus*/Gl.1a). *Veterinary Research Communications*. 2022; 46(1): 233–242. <https://doi.org/10.1007/s11259-021-09851-x>
24. Palazzo M., Schiavitto M., Cinone M., Vizzarri F. Rabbit metabolic response and selected meat quality traits: Evaluation of dietary PLX®23 and Lycopodium® feed supplement. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2018; 103(1): 383–394. <https://doi.org/10.1111/jpn.13014>
25. Saadia M., Sher M., Bashir S., Murtaza M.A., Shah A., Khan M.A. Comparative hepatoprotective effect of *Nigella sativa* pre- and post-treatment to rabbits. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2019; 32(1): 205–212.
26. Gusarova A.V., Saytkhanov E.O. Influence of the preparation "Gluconolactone E575 Roquette SG" on general clinical indicators of the blood of rabbit's products. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev*. 2023; 15(3): 13–22 (in Russian). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2023.59.43.003>

## ОБ АВТОРАХ

**Ангелина Владимировна Гусарова<sup>1</sup>**

аспирант  
linoshca@yandex.ru

**Константин Александрович Иванищев<sup>1</sup>**

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

**Юлия Олеговна Ляшук<sup>2</sup>**

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

**Алексей Юрьевич Овчинников<sup>2</sup>**

научный сотрудник  
alekssovchinn@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-2188-1527>

**Геннадий Николаевич Самарин<sup>2,3</sup>**

доктор технических наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией инновационных технологий и технических средств кормления в животноводстве<sup>2</sup>; доктор технических наук, профессор кафедры энергообеспечения сельского хозяйства<sup>3</sup>  
samaringn@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4972-8647>

<sup>1</sup>Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, ул. им. Костычева, 1, Рязань, 390044, Россия

<sup>2</sup>Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Россия

<sup>3</sup>Государственный аграрный университет Северного Зауралья, ул. Республики, 7, Тюмень, 625003, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Angelina Vladimirovna Gusarova<sup>1</sup>**

Graduate Student  
linoshca@yandex.ru

**Konstantin Alexandrovich Ivanishchev<sup>1</sup>**

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

**Yulia Olegovna Lyashchuk<sup>2</sup>**

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

**Alexey Yurievich Ovchinnikov<sup>2</sup>**

Researcher  
alekssovchinn@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-2188-1527>

**Gennady Nikolayevich Samarina<sup>2,3</sup>**

Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher, Head of Laboratory Innovative Technologies and Technical Means of Feeding in Animal Husbandry<sup>2</sup>; Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Energy Supply of Agriculture<sup>3</sup>  
samaringn@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4972-8647>

<sup>1</sup>State Ryazan Agrotechnological University Named after P.A. Kostycheva, 1 Kostychev Str., Ryazan, 390044, Russia

<sup>2</sup>Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 5 1st Institute Passage, Moscow, 109428, Russia

<sup>3</sup>State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, 7 Republic Str., Tyumen, 625003, Russia

УДК 639.3.043. 636.085.55

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-54-59

**Hatem Saleh** ✉  
**Mohamad N. Hamwi**

*Russian Timiryazev State Agrarian University,  
Moscow, Russia*

✉ [hatemsaleh193@gmail.com](mailto:hatemsaleh193@gmail.com)

Received by the editorial office: 07.06.2024  
Accepted in revised: 12.08.2024  
Accepted for publication: 28.08.2024

© Saleh H., Nawar H. M.

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-54-59

**Х. Салех** ✉  
**М.Н. Хамви**

*Российский государственный аграрный  
университет — МСХА им. К.А. Тимирязева,  
Москва, Россия*

✉ [hatemsaleh193@gmail.com](mailto:hatemsaleh193@gmail.com)

Поступила в редакцию: 07.06.2024  
Одобрена после рецензирования: 12.08.2024  
Принята к публикации: 28.08.2024

© Салех Х., Хамви М.Н.

## The effect of different levels of L-isoleucine in compound feeds on the growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*)

### ABSTRACT

Four diets were developed, including the control (main diet), which actually contained 34.00% crude protein, while the other three contained protein close to this value, taking into account the measurement error, and isoleucine in groups 2, 3 and 4, 4.9%, 8.51% and 12.12%, respectively. The study of the effect of L-isoleucine additives in compound feeds on the growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*) showed that varying the concentration of this amino acid has a significant effect on fish growth rates. Adjusting dosages makes it possible to achieve more efficient use of feed in aquaculture conditions. It was found that when the amino acid isoleucine is introduced into the diet, feed conversion decreases by 0.64 points with an additional concentration of 1.42 g/kg of feed (4.9%), by 0.88 points with additional administration of isoleucine by 1.55 g/kg of feed (8.51%), by 0.76 points with an additional concentration of 1.68 g/kg of feed (12.12%). It was shown that the best group with the lowest feed conversion rate was the 3rd group, in which the amino acid isoleucine was introduced into the diet by 8.51% more than in other groups. The optimal level of isoleucine administration in tilapia feed is 1.55 g/kg of feed (8.51%). It was found that the ash content in the carcass of *O. niloticus* increased by 0.8%, fat — by 1% in muscles compared with the control.

**Key words:** L-isoleucine, Tilapia, influence, feed, aquaculture, growth

**For citation:** Saleh H., Hamwi M.N. The effect of different levels of L-isoleucine in compound feeds on the growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Agrarian science*. 2024; 386(9): 54–59.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-54-59>

## Влияние разных уровней L-изолейцина в комбикормах на рост тилпии (*Oreochromis niloticus*)

### РЕЗЮМЕ

Были разработаны четыре рациона, включающие контроль (основной рацион), который фактически содержал 34,00% сырого протеина, в то время как остальные три содержали белок, близкий к данному значению с учетом погрешности измерения, и изолейцин в 2-й, 3-й и 4-й группах 4,9%, 8,51% и 12,12% соответственно. Изучение влияния добавок L-изолейцина в комбикормах на рост тилпии (*Oreochromis niloticus*) показало, что варьирование концентрации этой аминокислоты оказывает значительное влияние на показатели роста рыбы. Корректировка дозирования позволяет достичь более эффективного использования кормов в условиях аквакультуры. Установлено, что при введении в рацион аминокислоты изолейцина конверсия корма снижается на 0,64 пункта при дополнительной концентрации на 1,42 г/кг корма (4,9%), на 0,88 пункта при дополнительной введении изолейцина на 1,55 г/кг корма (8,51%), на 0,76 пункта при дополнительной концентрации на 1,68 г/кг корма (12,12%). Показано, что лучшей группой с самым низким коэффициентом конверсией корма была 3-я группа, в которой аминокислота изолейцин введена в рацион на 8,51% больше, чем в других группах. Оптимальный уровень введения изолейцина в корм для тилпии — 1,55 г/кг корма (8,51%). Было обнаружено, что содержание золы в тушке *O. niloticus* увеличивается на 0,8%, жира — на 1% в мышцах по сравнению с контролем.

**Ключевые слова:** L-изолейцин, тилпия, влияние, корма, аквакультура, рост

**Для цитирования:** Салех Х., Хамви М.Н. Влияние разных уровней L-изолейцина в комбикормах на рост тилпии (*Oreochromis niloticus*). *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 54–59. (in English)  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-54-59>

## Introduction

Aquaculture is a key industry in a number of countries and its development will continue as demand for fish and seafood increases<sup>1</sup> [1].

It is important to many coastal communities along the coast of Gibraltar. It extends from the south coast of the UK to the Faroe Islands, Iceland, the Baltic Sea and to the Russian border in the north. With the growing demand for quality fish, the importance of aquaculture could become even more significant in the coming years [2, 3].

Fish consumption in developing countries is projected to increase by 57%, rising from 62.7 million metric tonnes in 1997 to 98.6 million tonnes by 2020 [4]. At the same time, according to projections by A. Tacon and M. Halwart (2007), fish consumption in developed countries will increase by about 4%, from 28.1 million metric tonnes in 1997 to 29.2 million tonnes by 2020 [5].

Similar to traditional forms of livestock production, fish feeding is a key factor in intensive aquaculture as it affects not only production costs but also the amount of waste generated [6]. It is important to know the nutrient requirements of specific fish species and fulfil them with balanced diets and appropriate feeding practices. Research over the last twenty years has greatly increased our understanding of the nutritional requirements of farmed fish [7, 8].

In aquaculture system, 40–60% of costs are associated with fish feed production. Therefore, it is necessary to continue to reduce feed costs in the future [9, 10]. To ensure high quality fish aquaculture products, it is important to focus on the development of technologies to control the amino acid composition of feeds according to the needs of specific fish species [11].

Recent studies allow to accurately determine the optimum level of crude protein addition, as exceeding this level leads to economic losses and environmental damage [12, 13]. Numerous studies have shown that the optimum protein percentage depends on various factors such as fish species, age and physiological condition.

For successful culturing, it is important that fish receive protein in a balanced and continuous manner throughout the rearing period. Water temperature, presence of contaminants and pathogens also significantly affect the ability of fish to digest protein from the feed mixture [14].

Recently, scientists have paid special attention to the study of the influence of branched side chain amino acids on the balancing of diets for different fish species. Of particular interest is the amino acid isoleucine, which has various systemic physiological effects that contribute to the productivity of fish at different stages of ontogenesis.

It is known that fish need twenty amino acids for protein synthesis. They can synthesise ten of them independently if they are not available in the feed, but the other ten amino acids must come from the feed mixture. Deficiency of one or more of these amino acids results in reduced protein synthesis, which in turn causes weight loss [15, 16]. Therefore, there is a need for balanced feed mixtures with high protein content [17–19].

The percentage of branched-chain amino acids (BCAAs) in fish feeds depends on many factors including fish species, growth stage, environmental conditions, protein level in the feed and target parameters such as growth rate and general health. BCAAs are typically found in natural protein

sources such as fish, grains, legumes and supplements. To determine the optimum ratio of these amino acids, a balance between fish needs, production requirements and the nutritional value of feeds must be considered [20–22].

For example, in the early stages of growth, fish may require a higher percentage of branched-chain amino acids to ensure rapid growth and development of healthy tissues. Whereas adult fish may need less of these amino acids, more geared towards maintaining overall health and productivity. The optimal proportions of branched-chain amino acids in the diet also vary among fish species, as different species have their specific protein and amino acid requirements [23].

Although many factors influence the optimal ratio of branched-chain amino acids (BCAAs) in tilapia feed, some studies indicate that it is usually between 20% and 30% of the total protein in the feed. However, other studies and dietary guidelines suggest that the optimal ratio of isoleucine in tilapia feed is often between 4 and 5% of the total protein in the feed. This ratio is considered common and may be suitable for most production conditions [24].

*The aim of the study was to investigate different levels of added branched amino acids, including isoleucine, in the diets of tilapia *O. niloticus* on productive parameters in ontogeny.* Today, industrial cultivation of tilapia implies exclusively cultivated Indian tilapia which show the most productive qualities.

## Materials and methods

The experimental work was carried out in 2024 on the basis of the Department of fish breeding of Volgograd State Agrarian University.

Before the beginning of the experiment the fish were acclimatised for a fortnight. 200 *O. niloticus* juveniles with an average body weight of  $12.0 \pm 0.63$  g and body length of  $9.0 \pm 0.37$  cm participated in the experiment.

The fish were divided into 4 groups with the same number of individuals. Fish weight was monitored from the time of stocking the tanks. Fish were reared in rectangular glass aquaria of 100 litres filled with dechlorinated water<sup>1</sup>. The daily feeding rate was determined according to fish body weight and water temperature in accordance with the rearing technology [25, 26]. Feeding of fish was carried out manually 4 times a day.

According to the experiment variants, the groups were reared with the same planting density.

The experimental conditions included maintaining the same level of cleanliness of the internal and external environment in all experimental groups. Individual lights were installed above each aquarium where Indian tilapia were grown. Water aeration was used throughout the experiment using Hidom AP-1200 pumps, 13 W and 800 l/h (China).

Feed residues accumulating on the filters were removed manually several times a day. The hydrochemical condition of the water was monitored daily. The water in the aquarium was changed daily at 10–20% manually. Water temperature was maintained at  $28 \pm 1$  °C using thermostatically controlled immersion heaters such as the 300 W adjustable glass heater SHANDA SDH-318, manufactured by SHANDA (China). Oxygen content, water temperature and pH were recorded daily using a professional digital dissolved oxygen meter (oximeter) AR8406 (Chanfong, China).

<sup>1</sup> Mobsby D., Steven H. A., Curtotti R. Australian fisheries and aquaculture outlook 2020. <https://doi.org/10.25814/5e4377eb3ee2>

<sup>2</sup> ГОСТ 34088-2017 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за сельскохозяйственными животными (GOST 34088-2017 Guidelines for the maintenance and care of laboratory animals. Rules for the maintenance and care of farm animals).



Water quality was monitored daily using VladOx screening tests from MEDOSA LLC in Russia to assess pH, ammonia, nitrite, nitrate and carbonate hardness levels. Water quality parameters were within the desired range for tilapia: pH 6.9–8.0, ammonia (NH<sub>3</sub>) 0.08–0.21 mg/l, nitrite (NO<sub>2</sub>) 0.17–0.36 mg/l, nitrate (NO<sub>3</sub>) 4.28–5.71 mg/l, and dissolved oxygen within 5.9–7.4 mg/l [27, 28].

The main tests were carried out at the collective use Centre: amino acid analysis according to GOST 32195<sup>3</sup>, chemical parameters of fodder were determined according to standardized methods: moisture according to GOST R 57059<sup>4</sup>, crude ash was determined according to GOST 26226<sup>5</sup>, crude protein GOST 13496.4<sup>6</sup>, crude fat according to GOST 7636<sup>7</sup>.

The scheme of the main parameters of the experiment is presented in Table 1.

### Results and discussion

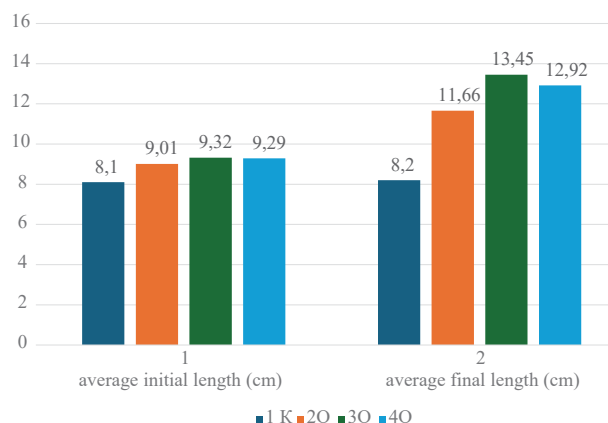
Four diets were formulated including a control diet (main diet) containing actually 34.00% crude protein, while the other three diets contained protein close to this value considering the measurement error.

Growth performance for *O. niloticus* fed according to the four diets is presented in Table 4.

No mortalities were recorded during the study period. A statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) was found in terms of final mean body weight and body length in fish that received diets 1 (control diet), 2, 3 and 4 compared to the control group.

The highest mean body weight was recorded in fish that were additionally fed isoleucine at 8.51% level, being 42.59 g.

**Figure 1.** Mean body length of fish



**Table 4.** Dynamics of body weight, feed conversion when using experimental diets of *O. niloticus* (M — mean value  $\pm$  SD standard deviation,  $n = 5$ )

Indicators	Diet options			
	1 (control)	2	3	4
Average initial weight (g)	12.94 $\pm$ 2.16	12.65 $\pm$ 1.12	12.56 $\pm$ 1.18	12.66 $\pm$ 0.93
Average final weight (g)	30.46 $\pm$ 3.98	35.64 $\pm$ 1.7 <sup>a</sup>	42.59 <sup>a</sup> $\pm$ 1.58 <sup>a, b</sup>	41.97 <sup>a</sup> $\pm$ 1.65 <sup>a, b, c</sup>
Increase in body weight (g)	17.52 $\pm$ 0.55	22.99 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	29.53 <sup>a</sup> $\pm$ 0.61 <sup>a, b</sup>	27.31 <sup>b</sup> $\pm$ 1.57 <sup>a, b, c</sup>

Note: Validity ( $p > 0.05$ ) here and below: a — to 1st control group; b — 3rd to 2nd group; c — 4th to 2nd group; d — 4th to 3rd group.

**Table 1.** Scheme of the main parameters of the experiment

Indicators	Water volume, l	Period studies, days	Initial juvenile weight, g	Density planting density of fish, pcs/m <sup>2</sup>	Feeding method
Option 1: con	100	14/30	12/18	300/250	Manually
Option 2: Ex	100	14/30	12/21	300/250	Manually
Option 3: Ex	100	14/30	12/27	300/250	Manually
Option 4: Ex	100	14/30	12/25	300/250	Manually

**Table 2.** Summaries the analysis of the main food ingredients carried out before the experimental diets were formulated. Composition of the basic ration by mass fraction, %

Nutritional parameters	Theoretically — Recipe	Fact — after analysis
Damp	13.80	12.60
Crude protein	33.10	34.00
Crude fat	8.00	9.65
Crude fibre	4.84	4.81

**Table 3.** Content and ratio of main amino acids with branched side chain of protein component of the basic diet and variants

Indicators	Isoleucine mass fraction, %	Mass fraction of valine, %	Mass fraction of leucine, %	Ratio Iso:Val:Leu
Option 1: con	1.29 = 1	1.51 = 1	2.31 = 1	1:1:2
Option 2: Ex	4.9 = 3.79	1.51 = 1	2.31 = 1	3:1:2
Option 3: Ex	8.51 = 6.59	1.51 = 1	2.31 = 1	6:1:2
Option 4: Ex	12.12 = 9.39	1.51 = 1	2.31 = 1	8:1:2

The fish supplemented with isoleucine at 12.12% and 4.9% levels had a mean body weight of 41.97 g and 35.64 g, respectively, while the control group with 1.29% isoleucine had a mean body weight of 30.46 g (Table 4).

As shown in the above figure, the final body length of the fishes ranged from 10.32 to 12.92 cm.

The highest length was recorded in group 3 and was 13.45 cm, while the lowest value was recorded in control groups 2 and 4 where the length was 10.32 cm and 11.66 cm respectively and in group 4 where the length was 12.92 cm.

The data presented in Table 4 explains that the highest weight gain among the experimental groups was recorded in group 3 which was 29.53 g which was slightly higher than the gain compared to the other two groups of group 2 and 4 where the gain was 22.99 g and 27.31 g respectively compared to the control group where the weight gain was 17.52 g.

The results for specific growth rate (SGR%) further confirmed this trend, reflecting the highest specific growth rate of SGR in group 3, which was 1.45%. In groups 4 and 2, the specific growth rate was slightly lower at 1.42% and 1.23%, respectively, while the control group had 1.05%.

The SGR values for groups 2 and 1 were 1.23% and 1.19%, respectively, and were statistically significantly different ( $p < 0.05$ ) from all other groups.

The increase in body weight was also significantly higher in groups 3 and 4 compared to the other groups. Fish fed experimental feeds (Groups 3 and 4) were well consumed except for fish fed diets from Groups 1 and 2 which contained 34.0% protein and isoleucine at 8.51%, respectively. With these diets, the total feed intake per fish was 47.76 g

<sup>3</sup> ГОСТ 32195-2013 Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот (GOST 32195-2013 Feed, compound feed. Method for determination of amino acid content).

<sup>4</sup> ГОСТ Р 57059-2016 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Экспресс-метод определения влаги (GOST R 57059-2016 Feed, compound feed, feed raw materials. Express method for determining moisture).

<sup>5</sup> ГОСТ 26226-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы (GOST 26226-95 Feed, compound feed, feed raw materials. Methods for the determination of crude ash).

<sup>6</sup> ГОСТ 13496.4-2019 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина (GOST 13496.4-2019 Feed, compound feed, feed raw materials. Methods for determining nitrogen and crude protein content).

<sup>7</sup> ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа (GOST 7636-85 Fish, marine mammals, marine invertebrates and products of their processing. Methods of analysis).

and 45.50 g, respectively, which was significantly lower ( $p < 0.05$ ) compared to that of groups 3 and 4, which were 48.341 g and 48.21 g, respectively (Table 5).

The best values of feed conversion ratio (FCR) to body weight were 1.65, 1.77 and 1.89 for groups 3, 4 and 2, respectively, compared to the control group where FCR was 2.53. Protein efficiency ratio (PER) also varied significantly among the diets used, following a similar trend. Fish receiving dietary option 3 had the best PER (1.81), followed by options 4 and 2 (1.80 and 1.73, respectively), with insignificant differences between groups.

Thus, the addition of the amino acid isoleucine in the diet resulted in a 0.64 point decrease in feed conversion at an additional concentration of 4.9% in feed, 0.88 points at an additional 8.51% isoleucine in feed, and 0.76 points at an additional 12.12% in feed. The best group with the lowest conversion was group 3 with the addition of isoleucine at 8.51% in feed.

Further increase in isoleucine content in the diet for fish of the 4th experimental group (12.12%) showed that the conversion rate remained in the same range as that of the 3rd experimental group or slightly exceeded it. Protein productivity indices also increased slightly when fish were fed this diet. They were 25.58% and 24.88% in group 3 and 4, respectively, and the difference between treatments was significantly significant ( $p < 0.05$ ) (Table 5).

The chemical composition of fish carcasses fed under the experimental diets is presented in Table 6.

The chemical composition of *O. niloticus* carcass also differed in different components for different experimental diets. Fish given diets with isoleucine concentration of 8.51% and 12.12% in groups 3 and 4, respectively, had significantly higher carcass protein content (16.40% and 15.49%, respectively). Body fat content varied significantly. Higher fat content was observed in fish of group 3 at 4.90% ( $p < 0.05$ ), while the diets of control and 2nd experimental groups had lower fat content. As shown in Table 6, the crude ash content of the body differed significantly among the diet variants. Significantly higher ash content was observed in fish of groups 3 and 4, 4.27% and 4.03%, respectively ( $p < 0.05$ ), while ash level was lower in diets of control and 2nd experimental groups by 3.92% and 3.46%, respectively.

**Table 5. Performance indices using experimental diets of *O. niloticus* (M — mean value  $\pm$  SD standard deviation at  $n = 5$ )**

Indicators	Diet options			
	1 (control)	2	3	4
SGR % <sup>1</sup>	1.05 $\pm$ 0.13	1.23 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>	1.45 $\pm$ 0.15 <sup>a, b</sup>	1.42 $\pm$ 0.14 <sup>a</sup>
Weight gain %	135.39 $\pm$ 2.85	183.76 $\pm$ 4.31	239.09 $\pm$ 4.29 <sup>a, b</sup>	231.52 $\pm$ 4.02 <sup>a, b</sup>
Total feed consumption, g/fish	45.50 $\pm$ 1.71	47.76 $\pm$ 1.73	48.34 $\pm$ 1.39 <sup>a, b</sup>	48.21 $\pm$ 1.68
FCR <sup>2</sup>	2.53 $\pm$ 0.18	1.89 $\pm$ 0.27 <sup>a</sup>	1.65 $\pm$ 0.27 <sup>a, b</sup>	1.77 $\pm$ 0.17 <sup>a, b</sup>
PER <sup>3</sup>	1.65 $\pm$ 0.35	1.73 $\pm$ 0.30	1.81 $\pm$ 0.35 <sup>a, b</sup>	1.80 $\pm$ 0.27 <sup>a, b</sup>
PPV (%) <sup>4</sup>	17.54 $\pm$ 1.53	20.81 $\pm$ 1.20 <sup>a</sup>	25.58 $\pm$ 1.00 <sup>a, b</sup>	24.88 $\pm$ 1.62 <sup>a</sup>

Note: Hereinafter: 1SGR: [Final body weight (g) — initial body weight (g)] / period of experiment (days)  $\times$  100; 2FCR: feed intake (g) / body weight gain (g); 3PER: body weight gain (g) / protein intake (g); 4PPV (%): protein content (g) / total protein intake (g) = 100.

**Table 6. Composition of *O. niloticus* carcasses in diets with added amino acids (M — mean value  $\pm$  SD standard deviation at  $n = 5$ ), %**

Indicators	Diet options			
	1 (control)	2	3	4
Damp	74.25 $\pm$ 0.45	74.57 $\pm$ 0.71	74.51 $\pm$ 0.63	75.23 $\pm$ 0.63
Dry matter	25.75 $\pm$ 0.46	25.43 $\pm$ 0.31	25.49 $\pm$ 0.33	24.77 $\pm$ 0.13
Organic matter	22.29 $\pm$ 0.33	21.51 $\pm$ 0.21	21.22 $\pm$ 0.20	20.74 $\pm$ 0.05
Crude protein	14.40 $\pm$ 0.20	15.12 $\pm$ 0.48	16.40 $\pm$ 0.55	15.49 $\pm$ 0.30
Crude fat	2.69 $\pm$ 0.52	2.85 $\pm$ 0.62 <sup>a</sup>	4.90 $\pm$ 0.65 <sup>a, b</sup>	3.61 $\pm$ 0.65 <sup>a, b</sup>
Crude ash	3.46 $\pm$ 0.13	3.92 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup>	4.27 $\pm$ 0.13 <sup>a, b</sup>	4.03 $\pm$ 0.08 <sup>a, b</sup>

## Conclusion

It was found that addition of amino acid isoleucine to the diet reduced feed conversion by 0.64 points when 1.42 g/kg feed was added (representing 4.9%), 0.88 points when 1.55 g/kg feed was added (representing 8.51%), and 0.76 points when 1.68 g/kg feed was added (representing 12.12%).

It was also revealed that group 3 in which isoleucine was added to the diet at 1.55 g/kg feed (8.51%) had the best feed conversion ratio compared to other groups.

The optimum level of isoleucine supplementation in tilapia feed is 1.55 g/kg feed (8.51%).

Isoleucine supplementation in tilapia feed was found to increase ash content by 0.8% and fat content by 1% in *O. niloticus* carcass muscle compared to control. It also increases the energy value of the meat and does not affect its biological value.

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

- Subasinghe R., Soto D., Jia J. Global aquaculture and its role in sustainable development. *Reviews in Aquaculture*. 2009; 1(1): 2–9. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2008.01002.x>
- Zamuz S. *et al.* Assessing the quality of octopus: from sea to table. *Food Frontiers*. 2023; 4(2): 733–749. <https://doi.org/10.1002/fft2.226>
- Yusoff F.M., Abdullah A.F., Aris A.Z., Umi W.A.D. Impacts of COVID-19 on the Aquatic Environment and Implications on Aquatic Food Production. *Sustainability*. 2021; 13(20): 11281. <https://doi.org/10.3390/su132011281>
- Munuera-Aleman J.L., Delgado-Ballester E., Yague-Guillen M.J. Development and Validation of a Brand Trust Scale. *International Journal of Market Research*. 2003; 45(1): 1–18. <https://doi.org/10.1177/147078530304500103>
- Tacon A.G.J., Halwart M. Cage aquaculture: a global overview. Halwart M., Soto D., Arthur J.R. (eds.). *Cage aquaculture — Regional reviews and global overview*. FAO Fisheries Technical Paper No. 498. Rome: FAO. 2007; 1–16.
- Boyd C.E. *et al.* Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. *Journal of the World Aquaculture Society*. 2020; 51(3): 578–633. <https://doi.org/10.1111/jwas.12714>
- Lall S.P., Dumas A. Nutritional requirements of cultured fish: formulating nutritionally adequate feeds. Allen Davis D. (ed.). *Feed and Feeding Practices in Aquaculture*. Second Edition. Woodhead Publishing; 2022; 65–132. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821598-2.00005-9>

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

- Subasinghe R., Soto D., Jia J. Global aquaculture and its role in sustainable development. *Reviews in Aquaculture*. 2009; 1(1): 2–9. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2008.01002.x>
- Zamuz S. *et al.* Assessing the quality of octopus: from sea to table. *Food Frontiers*. 2023; 4(2): 733–749. <https://doi.org/10.1002/fft2.226>
- Yusoff F.M., Abdullah A.F., Aris A.Z., Umi W.A.D. Impacts of COVID-19 on the Aquatic Environment and Implications on Aquatic Food Production. *Sustainability*. 2021; 13(20): 11281. <https://doi.org/10.3390/su132011281>
- Munuera-Aleman J.L., Delgado-Ballester E., Yague-Guillen M.J. Development and Validation of a Brand Trust Scale. *International Journal of Market Research*. 2003; 45(1): 1–18. <https://doi.org/10.1177/147078530304500103>
- Tacon A.G.J., Halwart M. Cage aquaculture: a global overview. Halwart M., Soto D., Arthur J.R. (eds.). *Cage aquaculture — Regional reviews and global overview*. FAO Fisheries Technical Paper No. 498. Rome: FAO. 2007; 1–16.
- Boyd C.E. *et al.* Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. *Journal of the World Aquaculture Society*. 2020; 51(3): 578–633. <https://doi.org/10.1111/jwas.12714>
- Lall S.P., Dumas A. Nutritional requirements of cultured fish: formulating nutritionally adequate feeds. Allen Davis D. (ed.). *Feed and Feeding Practices in Aquaculture*. Second Edition. Woodhead Publishing; 2022; 65–132. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821598-2.00005-9>

8. Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килиякова Ю.В., Сизентцов А.Н. Применение фитобиотиков в кормлении рыб в качестве альтернативы антибактериальным и пробиотическим препаратам (обзор). *Аграрная наука*. 2023; (7): 40–47. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-40-47>
9. Kader M.A. *et al.* Effect of replacing fishmeal with palm kernel meal supplemented with crude attractants on growth performance of *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*. 2018; 11(1): 158–166.
10. Kumar P., Jain K.K., Munil Kumar S., Sudhagar S.A. Alternate feeding strategies for optimum nutrient utilization and reducing feed cost for semi-intensive practices in aquaculture system-A review. *Agricultural Reviews*. 2017; 38(2): 145–151. <https://doi.org/10.18805/ag.v38i02.7946>
11. Колмаков В.И., Колмакова А.А. Аминокислоты в перспективных кормах для аквакультуры рыб: обзор экспериментальных данных. *Журнал Сибирского федерального университета. Биология*. 2020; 13(4): 424–442. <https://doi.org/10.17516/1997-1389-0332>
12. Hua K. *et al.* The Future of Aquatic Protein: Implications for Protein Sources in Aquaculture Diets. *One Earth*. 2019; 1(3): 316–329. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.018>
13. Simeanu D., Radu-Rusu R.M., Macri A.M., Mierliță D. Animal nutrition and productions: Series II. *Agriculture*. 2024; 14(3): 448. <https://doi.org/10.3390/agriculture14030448>
14. Marijani E., Kigadye E., Okoth S. Occurrence of Fungi and Mycotoxins in Fish Feeds and Their Impact on Fish Health. *International Journal of Microbiology*. 2019; 2019(1): 6743065. <https://doi.org/10.1155/2019/6743065>
15. Sharipova A. *et al.* The effects of a probiotic dietary supplementation on the amino acid and mineral composition of broilers meat. *Annual Research & Review in Biology*. 2017; 21(6): 1–7. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2017/38429>
16. Okuskuhanova E. *et al.* Study of morphology, chemical, and amino acid composition of red deer meat. *Veterinary World*. 2017; 10(6): 623–629. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.623-629>
17. Craig S.R., Helfrich L.A., Kuhn D., Schwarz M.H. Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding. Virginia Cooperative Extension Publication 420-256; *Communications and Marketing, College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Tech*. 2017.
18. Yang S.-D., Liu F.-G., Liou C.-H. Assessment of dietary lysine requirement for silver perch (*Bidyanus bidyanus*) juveniles. *Aquaculture*. 2011; 312(1–4): 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.12.011>
19. Chakraborty S.B., Hancz C. Application of phytochemicals as immunostimulant, antipathogenic and antistress agents in finfish culture. *Reviews in Aquaculture*. 2011; 3(3): 103–119. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2011.01048.x>
20. Shadyeva L.A., Romanova E.M., Lyubomirova V.N., Romanov V.V., Shlenkina T.M. Effect of feed composition on the nutritional value of meat of African catfish. *BIO web of conferences. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020)*. EDP Sciences. 2020; 00134. <https://www.elibrary.ru/asynna>
21. Dvoryaninova O.P., Sokolov A.V. Productive feeding of rainbow trout: properties, effects on physiological state and interior indicators. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming*. Institute of Physics Publishing. 2020; 422: 012038. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/422/1/012038>
22. Obvintseva O., Erimbetov K., Mikhailov V., Sofronova O., Polyakova L. The role and metabolic functions of the branched-chain amino acids: a review. *E3S web of conferences. XV International Scientific Conference on Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry "State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTERAGROMASH 2022"*. EDP Sciences. 2022; 363: 03054. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303054>
23. Ahmad I., Ahmed I., Fatma S., Peres H. Role of branched-chain amino acids on growth, physiology and metabolism of different fish species: A review. *Aquaculture Nutrition*. 2021. <https://doi.org/10.1111/anu.13267>
24. Furuya W.M., Cruz T.P.D., Gatlin D.M. III. Amino Acid Requirements for Nile Tilapia: An Update. *Animals*. 2023; 13(5): 900. <https://doi.org/10.3390/ani13050900>
25. Пономарев С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Индустриальное рыбководство. 2-е изд. СПб.: Лань. 2013; 416. ISBN 978-5-8114-1367-6 <https://www.elibrary.ru/ugrmcr>
26. Desai A.S., Singh R.K. The effects of water temperature and ration size on growth and body composition of fry of common carp, *Cyprinus carpio*. *Journal of Thermal Biology*. 2009; 34(6): 276–280. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2009.03.005>
27. Makori A.J., Abuom P.O., Kapiyo R., Anyona D.N., Dida G.O. Effects of water physico-chemical parameters on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth in earthen ponds in Teso North Sub-County, Busia County. *Fisheries and Aquatic Sciences*. 2017; 20: 30. <https://doi.org/10.1186/s41240-017-0075-7>
28. Osman A.G.M., Farrag M.M.S., Badrey A.E.A., Khedr Z.M.A., Kloas W. Water quality and health status of the monosex Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* cultured in aquaponics system (ASTAF-PRO). *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*. 2021; 25(2): 785–802.
8. Miroshnikova E.P., Arinzhonov A.E., Kilyakova Yu.V., Sizentsov A.N. The use of phytobiotics in fish feeding as an alternative to antibacterial and probiotic preparations (review). *Agrarian science*. 2023; (7): 40–47 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-40-47>
9. Kader M.A. *et al.* Effect of replacing fishmeal with palm kernel meal supplemented with crude attractants on growth performance of *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*. 2018; 11(1): 158–166.
10. Kumar P., Jain K.K., Munil Kumar S., Sudhagar S.A. Alternate feeding strategies for optimum nutrient utilization and reducing feed cost for semi-intensive practices in aquaculture system-A review. *Agricultural Reviews*. 2017; 38(2): 145–151. <https://doi.org/10.18805/ag.v38i02.7946>
11. Kolmakov V.I., Kolmakova A.A. Amino acids in prospective feeds for fish aquaculture: a review of experimental data. *Journal of Siberian Federal University. Biology*. 2020; 13(4): 424–442 (in Russian). <https://doi.org/10.17516/1997-1389-0332>
12. Hua K. *et al.* The Future of Aquatic Protein: Implications for Protein Sources in Aquaculture Diets. *One Earth*. 2019; 1(3): 316–329. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.018>
13. Simeanu D., Radu-Rusu R.M., Macri A.M., Mierliță D. Animal nutrition and productions: Series II. *Agriculture*. 2024; 14(3): 448. <https://doi.org/10.3390/agriculture14030448>
14. Marijani E., Kigadye E., Okoth S. Occurrence of Fungi and Mycotoxins in Fish Feeds and Their Impact on Fish Health. *International Journal of Microbiology*. 2019; 2019(1): 6743065. <https://doi.org/10.1155/2019/6743065>
15. Sharipova A. *et al.* The effects of a probiotic dietary supplementation on the amino acid and mineral composition of broilers meat. *Annual Research & Review in Biology*. 2017; 21(6): 1–7. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2017/38429>
16. Okuskuhanova E. *et al.* Study of morphology, chemical, and amino acid composition of red deer meat. *Veterinary World*. 2017; 10(6): 623–629. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.623-629>
17. Craig S.R., Helfrich L.A., Kuhn D., Schwarz M.H. Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding. Virginia Cooperative Extension Publication 420-256; *Communications and Marketing, College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Tech*. 2017.
18. Yang S.-D., Liu F.-G., Liou C.-H. Assessment of dietary lysine requirement for silver perch (*Bidyanus bidyanus*) juveniles. *Aquaculture*. 2011; 312(1–4): 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.12.011>
19. Chakraborty S.B., Hancz C. Application of phytochemicals as immunostimulant, antipathogenic and antistress agents in finfish culture. *Reviews in Aquaculture*. 2011; 3(3): 103–119. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2011.01048.x>
20. Shadyeva L.A., Romanova E.M., Lyubomirova V.N., Romanov V.V., Shlenkina T.M. Effect of feed composition on the nutritional value of meat of African catfish. *BIO web of conferences. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020)*. EDP Sciences. 2020; 00134. <https://www.elibrary.ru/asynna>
21. Dvoryaninova O.P., Sokolov A.V. Productive feeding of rainbow trout: properties, effects on physiological state and interior indicators. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming*. Institute of Physics Publishing. 2020; 422: 012038. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/422/1/012038>
22. Obvintseva O., Erimbetov K., Mikhailov V., Sofronova O., Polyakova L. The role and metabolic functions of the branched-chain amino acids: a review. *E3S web of conferences. XV International Scientific Conference on Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry "State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTERAGROMASH 2022"*. EDP Sciences. 2022; 363: 03054. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303054>
23. Ahmad I., Ahmed I., Fatma S., Peres H. Role of branched-chain amino acids on growth, physiology and metabolism of different fish species: A review. *Aquaculture Nutrition*. 2021. <https://doi.org/10.1111/anu.13267>
24. Furuya W.M., Cruz T.P.D., Gatlin D.M. III. Amino Acid Requirements for Nile Tilapia: An Update. *Animals*. 2023; 13(5): 900. <https://doi.org/10.3390/ani13050900>
25. Ponomarev S.V., Grozesku Yu.N., Bakhareva A.A. Industrial fish farming. 2nd edition. St. Petersburg: Lan; 2013; 416 (in Russian). ISBN 978-5-8114-1367-6 <https://www.elibrary.ru/ugrmcr>
26. Desai A.S., Singh R.K. The effects of water temperature and ration size on growth and body composition of fry of common carp, *Cyprinus carpio*. *Journal of Thermal Biology*. 2009; 34(6): 276–280. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2009.03.005>
27. Makori A.J., Abuom P.O., Kapiyo R., Anyona D.N., Dida G.O. Effects of water physico-chemical parameters on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth in earthen ponds in Teso North Sub-County, Busia County. *Fisheries and Aquatic Sciences*. 2017; 20: 30. <https://doi.org/10.1186/s41240-017-0075-7>
28. Osman A.G.M., Farrag M.M.S., Badrey A.E.A., Khedr Z.M.A., Kloas W. Water quality and health status of the monosex Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* cultured in aquaponics system (ASTAF-PRO). *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*. 2021; 25(2): 785–802.



## ОБ АВТОРАХ

**Хатем Салех**

аспирант  
 hatemsaleh193@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0007-1930-808X>

**Мохамад Навар Хамви**

аспирант  
 nawarhamwi@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0001-1786-0862>

Российский государственный аграрный университет — МСХА  
 им. К.А. Тимирязева,  
 ул. Тимирязевская, 54, Москва, 127434, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Hatem Saleh**

Graduate Student  
 hatemsaleh193@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0007-1930-808X>

**Mohamad Nawar Hamwi**

Graduate Student  
 nawarhamwi@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0001-1786-0862>

Russian Timiryazev State Agrarian University,  
 54 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russia

РЕКЛАМА



Международная выставка  
 сельскохозяйственной техники,  
 материалов и оборудования  
 для животноводства и растениеводства

**30 октября – 01 ноября 2024**

г. Екатеринбург,  
 МВЦ «Екатеринбург-Экспо»

**Получите билет**  
 по промокоду Agro-science  
[www.agroprom-ural.ru](http://www.agroprom-ural.ru)



Организаторы



Международная  
 Выставочная  
 Компания




ЕКАТЕРИНБУРГ  
 ЭКСПО

Международный  
 выставочный центр



УДК 636.22/28.087.29

Научная статья

Creative Commons  
Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-60-64

В.И. Косилов<sup>1</sup>  
Ю.А. Юлдашбаев<sup>2</sup>  
Е.А. Никонova<sup>1</sup> ✉  
И.А. Рахимжанова<sup>1</sup>  
Т.А. Седыx<sup>3, 4</sup>  
Р.Г. Калякина<sup>1</sup>  
М.Н. Долгая<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия  
<sup>2</sup>Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия  
<sup>3</sup>Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, Уфа, Россия  
<sup>4</sup>Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия  
<sup>5</sup>ООО «Группа компаний ВИК», Островцы, г. о. Раменский, Московская обл., Россия

✉ nikonovaea84@mail.ru

Поступила в редакцию: 24.06.2024  
Одобрена после рецензирования: 12.08.2024  
Принята к публикации: 28.08.2024

© Косилов В.И., Юлдашбаев Ю.А., Никонova Е.А., Рахимжанова И.А., Седыx Т.А., Калякина Р.Г., Долгая М.Н.

Research article

Creative Commons  
Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-60-64

Vladimir I. Kosilov<sup>1</sup>  
Yusupzhan A. Yuldashbaev<sup>2</sup>  
Elena A. Nikonova<sup>1</sup> ✉  
Ilmira A. Rakhimzhanova<sup>1</sup>  
Tatiana A. Sedykh<sup>3, 4</sup>  
Raila G. Kalyakina<sup>1</sup>  
Marina N. Dolgaya<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia  
<sup>2</sup>Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia  
<sup>3</sup>Akmulla Bashkir State Pedagogical University, Ufa, Russia  
<sup>4</sup>Bashkir Research Institute of Agriculture — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation  
<sup>5</sup>«VIC Group of Companies» LLC, Ostrovtsy, Ramenskoye, Moscow region, Russia

✉ nikonovaea84@mail.ru

Received by the editorial office: 24.06.2024  
Accepted in revised: 12.08.2024  
Accepted for publication: 28.08.2024

© Kosilov V.I., Yuldashbaev Yu.A., Nikonova E.A., Rakhimzhanova I.A., Sedykh T.A., Kalyakina R.G., Dolgaya M.N.

# Развитие костной системы молодняка бестужевской породы и ее помесей с симменталами

**РЕЗЮМЕ**

**Актуальность.** В результате морфологических исследований получены материалы, характеризующие влияние генотипа и кастрации молодняка крупного рогатого скота и развитие костной системы в постнатальный период онтогенеза.

**Методика.** С целью проведения эксперимента были подобраны группы подопытного молодняка: I группа — бестужевская порода (бычки); II группа — помеси ½ симментал × ½ бестужевская (бычки); III группа — бестужевская порода (бычки-кастраты); IV группа — ½ симментал × ½ бестужевская (бычки-кастраты).

**Результаты.** Установлено влияние генотипа и кастрации молодняка крупного рогатого скота на абсолютную массу и длину отдельных частей и всего скелета бычков и бычков-кастратов бестужевской породы и ее помесей первого поколения с симменталами. Установлено преимущество помесных бычков ½ бестужевская × ½ симментал II группы по абсолютной массе как осевого, так и периферического скелета над чистопородными и помесными бычками и бычками-кастратами бестужевской породы, помесными бычками-кастратами. По всей массе скелета туши это превосходство составляло, соответственно, 1212 г (2,4%), 6616 г (14,7%) и 5553 (12,0%). Аналогичные межгрупповые различия установлены и по длине отдельных частей и всего скелета туши.

**Ключевые слова:** скотоводство, бестужевская порода, помеси с симменталами, бычки, бычки-кастраты, скелет туши, масса, длина

**Для цитирования:** Косилов В.И. и др. Развитие костной системы молодняка бестужевской породы и ее помесей с симменталами. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 60–64.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-60-64>

# The development of the bone system of young Bestuzhev breed and its crossbreeds with simmentals

**ABSTRACT**

**Relevance.** As a result of morphological studies, materials were obtained characterizing the effect of genotype and castration of young cattle and the development of the bone system in the postnatal period of ontogenesis.

**Methodology.** For the purpose of conducting the experiment, groups of experimental young animals were selected:

**Results.** The influence of the genotype and castration of young cattle on the absolute weight and length of individual parts and the entire skeleton of gobies and castrated gobies of the Bestuzhev breed and its first-generation crossbreeds with simmentals was established. The advantage of crossbred bulls of the ½ Bestuzhevskaya × ½ simmental group II in terms of the absolute weight of both the axial and peripheral skeleton over purebred and crossbred bulls and castrated bulls of the Bestuzhevskaya breed, crossbred castrated bulls has been established. For the entire mass of the carcass skeleton, this superiority was, respectively, 12 g (2.4%), 6616 g (14.7%) and 5553 (12.0%). Similar intergroup differences were found in the length of individual parts and the entire skeleton of the carcass..

**Key words:** cattle breeding, Bestuzhev breed, crossbreeds with simmentals, steers, castrated steers, carcass skeleton, weight, length

**For citation:** Kosilov V.I. et al. Development of the bone system of young Bestuzhev breed and its crossbreeds with simmentals. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 60–64 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-60-64>

## Введение/Introduction

Увеличение производства говядины — важная задача агропромышленного комплекса [1–4]. Для ее решения необходимо задействовать все имеющиеся ресурсы отрасли. При этом необходимо широко использовать такой эффективный прием, как межпородное промышленное скрещивание [5–9].

Помеси вследствие обогащенной наследственности отличаются потенциальными возможностями и при интенсивном выращивании способны проявить высокий уровень мясной продуктивности [10–13]. При этом следует иметь в виду, что большое значение при формировании мясных качеств животного играет развитие костной системы [14–17].

В связи с этим знание закономерностей роста и развития скелета в постнатальный период онтогенеза позволяет дать более объективную характеристику особенностям формирования конституционального типа и мясной продуктивности животных при интенсивном выращивании [18–22].

Кроме того, знание закономерностей роста и развития костей скелета позволит разработать приемы и методы направленного выращивания молодняка сельскохозяйственных животных и птицы с целью более полной реализации генетического потенциала мясной продуктивности [23–26].

Известно, что при комплексной оценке мясных качеств животного предпочтение отдается животным, туши которых при убое отличаются меньшим удельным весом костей [27–29]. В то же время следует иметь в виду, что развитие костной системы играет существенную роль при формировании мясных качеств растущего молодняка [30–32].

Цель работы — оценка костной системы молодняка бестужевской породы и ее помесей с симменталами.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования были проведены в СПК «Алга» (Республика Башкортостан, Россия) в 2020–2021 гг.

С целью изучения мясных качеств молодняка, особенностей развития костяка туши был проведен контрольный убой в 19-месячном возрасте по три животных из каждой группы: I группа — бестужевская порода (бычки); II группа — помеси  $\frac{1}{2}$  симментал  $\times \frac{1}{2}$  бестужевская (бычки); III группа — бестужевская порода (бычки-кастраты); IV группа —  $\frac{1}{2}$  симментал  $\times \frac{1}{2}$  бестужевская (бычки-кастраты).

При проведении контрольного убоя чистопородных и помесных бычков и бычков-кастратов в возрасте 19 мес. после распиловки туши правую полутушу подвергали обвалке с отбором от нее костей для взвешивания и измерения. Массу этих костей суммировали с одноименными костями левой полутуши.

Кости взвешивали в сыром виде на весах с точностью до 1 см. Измерение костей проводили по схеме В.Я. Бровара (1944 г.) циркулем и лентой.

Согласно этой схеме скелет делится на осевой и периферический отделы. Осевой отдел скелета включает в себя череп, позвоночник

и придатки (ребра и грудину), периферический — грудную и тазовую конечности.

Производилось изучение только той части скелета, которая находилась непосредственно в туше после обработки в обвалочном цехе. Кости конечностей брали правые, а позвоночник объединяли с двух полутуш.

Эксперименты проводили в соответствии с основами и принципами надлежащего содержания и ухода за животными<sup>1</sup>. Авторы статьи заявляют о соблюдении положений Федерального закона Российской Федерации от 27.12.2018 № 498-ФЗ<sup>2</sup>.

Для статистического анализа использовали программное обеспечение Microsoft Excel (США). Вычисляли средние арифметические ( $\bar{X}$ ) и ошибку средней арифметической ( $\pm Sx$ ).

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Анализ уровня развития костной системы подопытного молодняка в возрасте 19 мес. по результатам сравнительной оценки массы всего скелета свидетельствует, что наибольшими показателями характеризовались помесные бычки (II группа) (табл. 1).

Второе место было на стороне чистопородных бычков бестужевской породы (I группа). Третье место по уровню развития костной ткани сохранилось за помесными бычками-кастрами (IV группа), четвертое место — у чистопородных бычков-кастратов бестужевской породы (III группа).

Аналогичная закономерность проявилась и по массе отдельных частей скелета туши. Так, преимущество животных II группы над сверстниками I, II, IV групп по массе позвоночника составляло 452 г (3,4%), 2137 г (18,2%) и 1754 г (14,5%) соответственно, по массе ребер и грудной кости — 141 г (3,4%), 1537 г (13,7%), 997 (8,5%), по массе осевого скелета всего — 866 г (3,4%), 3674 г (16,0%), 2751 г (11,5%).

Аналогичная картина наблюдалась и по массе всей грудной конечности с соответствующими параметрами различий — 70 г (1,4%), 572 г (12,9%) и 544 г (12,2%) в пользу помесных бычков II группы, в том числе по абсолютной массе лопатки — 17 г (1,4%), 140 г (12,5%) и 30 г (2,4%), массе плечевой кости — 28 г (1,4%), 244 г

Таблица 1. Масса отдельных частей и всего скелета туши подопытного молодняка в возрасте 19 мес., г

Table 1. Weight of individual parts and the entire skeleton of the carcass of experimental young animals aged 19 months, g

Части скелета	Группа			
	I	II	III	IV
Позвоночник	13 440 ± 92,1	13 892 ± 96,8	11 775 ± 90,1	12 138 ± 98,4
Ребра и грудная кость	12 356 ± 90,3	12 777 ± 91,5	11 233 ± 88,4	11 773 ± 94,3
Весь осевой скелет	25 796 ± 100,8	26 662 ± 110,4	22 988 ± 112,5	23 911 ± 108,8
Лопатка	1242 ± 23,8	1259 ± 28,5	1119 ± 30,1	1229 ± 31,4
Плечевая кость	1946 ± 28,3	1974 ± 30,3	1730 ± 27,4	1732 ± 28,7
Кости предплечья	1751 ± 25,8	1776 ± 28,9	1588 ± 30,3	1504 ± 27,5
Вся грудная конечность	4939 ± 40,5	5009 ± 45,8	4437 ± 42,2	4465 ± 43,7
Безымянная кость	1984 ± 28,7	2012 ± 27,5	1777 ± 30,3	1754 ± 33,0
Бедренная кость и коленная чашечка	2601 ± 31,1	2637 ± 33,5	2251 ± 32,8	2340 ± 32,9
Кости голени и скакательного сустава	2794 ± 33,6	2833 ± 32,8	2555 ± 35,1	25,31 ± 34,0
Вся тазовая конечность	7379 ± 21,1	7482 ± 70,3	6583 ± 69,8	6625 ± 72,5
Весь периферический скелет	24 636 ± 110,3	24 982 ± 109,2	22 040 ± 100,1	22 180 ± 112,4
Весь скелет туши	50 432 ± 180,5	54 644 ± 188,4	45 028 ± 172,5	46 091 ± 190,4

<sup>1</sup> Директива Европейского парламента и Совета ЕС от 22 сентября 2010 года № 2010/63/ЕС по защите и охране животных, используемых в научных целях. [https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive\\_201063\\_rus.pdf](https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf)

<sup>2</sup> Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».



(14,1%) и 242 г (14,0%), по массе костей предплечья различия составили 25 г (1,4%), 188 г (11,8%) и 272 г (18,0%).

Схожая с предыдущими показателями закономерность проявилась как в отдельных частях, так и во всей тазовой конечности с соответствующими характеристиками особенностями различий между группами, составили разницу в пользу животных II группы всего 103 г (1,4%), 899 г (13,7%) и 857 г (12,9%), в том числе по массе безымянной кости 28 г (1,4%), 235 г (13,2%) и 258 г (14,7%), массе бедренной кости с коленной чашечкой 36 г (1,4%), 386 г (17,1%) и 297 г (12,7%) и массе костей голени и скакательного сустава, соответственно, 39 г (1,4%), 278 г (10,9%), 302 г (11,9%).

В целом по абсолютной массе периферического отдела скелета различия между группами составляли 346 г (1,4%), 2942 г (13,3%), 2802 г (12,6%), а по всей массе скелета туши, соответственно, 1212 г (2,4%), 6616 г (14,7%) и 5553 г (12,0%) в пользу помесных бычков II группы.

Сравнивая степень развития осевого и периферического отделов скелета туши, следует отметить, что у молодняка всех групп независимо от генотипа и физиологического состояния осевой скелет растет интенсивнее, нежели периферический. При этом, несмотря на одинаковые условия выращивания животных, кастрация привела к снижению скорости роста скелета туши, что, несомненно, обусловлено изменением гормонального статуса. Причем даже организация нагула в период с 12- до 16-месячного возраста, сопровождаемая достаточным уровнем подвижности животных в пастбищный период и полноценным кормлением, не способствовала оптимизировать скорость роста костной системы туши бычков-кастратов наравне со сверстниками I и III групп (бычки).

В целом, как видно из показателей уровня развития как отделов, так и всего скелета туши, у животных каждого генотипа с учетом физиологического состояния в достаточной степени проявились характерные биологические особенности данного признака, выделяя каждого из них из общего плана.

Очевидно, что полученные результаты наиболее полно характеризуют биологическую дифференциацию роста скелета животных, особенности которого у каждого отдела скелета животных изучаемых генотипов в зависимости от физиологического состояния своеобразны.

Сравнительный анализ уровня развития костной системы подопытного молодняка (по результатам оценки длины отдельных частей и всего скелета) свидетельствует, что наибольшими параметрами отличались помесные бычки (II группа) (табл. 2).

Следующими по величине показателей линейных размеров скелета туши характеризовались чистопородные бычки бестужевской породы (I группа). Третье место по линейным размерам скелета туши было на стороне помесных бычков-кастратов IV группы, последнее место по уровню показателей линейного роста осталось

Таблица 2. Абсолютная длина отдельных частей и всего скелета туши подопытного молодняка в возрасте 19 мес., см

Table 2. The absolute length of the individual parts and the entire skeleton of the carcass of the experimental young at the age of 19 months, cm

Скелет и его части	Группа			
	I	II	III	IV
Осевой (позвоночник)	223,0 ± 2,11	224 ± 2,34	220 ± 1,82	222 ± 2,04
Периферический скелет,	177 ± 2,04	180 ± 2,02	172 ± 1,94	174 ± 2,88
в том числе грудная конечность	96,0 ± 1,10	97,0 ± 1,14	94,0 ± 1,80	95,0 ± 1,33
Лопатка	33 ± 0,58	33 ± 0,60	32 ± 0,52	32 ± 0,54
Плечевая кость	31 ± 0,54	32 ± 0,33	31 ± 0,34	31 ± 0,48
Лучевая кость	32 ± 0,47	32 ± 0,51	31 ± 0,50	32 ± 0,44
Локтевая кость,	38 ± 0,50	39 ± 0,47	37 ± 0,55	38 ± 0,51
в том числе тазовая конечность	81 ± 0,96	83 ± 1,01	78 ± 0,94	79 ± 0,98
Бедренная кость	38 ± 0,58	39 ± 0,55	37 ± 0,61	37 ± 0,60
Большая берцовая кость	43 ± 0,57	44 ± 0,58	41 ± 0,56	42 ± 0,55
Общая длина	400 ± 3,54	404 ± 3,88	392 ± 2,90	396 ± 3,02

на стороне чистопородных сверстников III группы. При этом преимущество помесных бычков II группы над сверстниками I, III и IV групп по длине позвоночника составляло 1 см (0,5%), 4 см (1,8%) и 2 см (0,9%) соответственно.

При рассмотрении в более общем плане межгрупповые различия представляются на первый взгляд незначительными. Тем не менее при оценке размеров осевого скелета даже эти незначительные различия являются существенными и в полной мере характеризуют их генотипические особенности в отдельности.

Аналогичная с осевым отделом скелета туши картина установлена и по размерам периферического отдела. При этом преимущество помесных бычков II группы над сверстниками I, II и IV групп составляло, соответственно, 3 см (1,7%), 8 см (4,7%) и 6 см (3,4%), в том числе по общей длине грудной конечности 1 см (1,0%), 3 см (3,25%) и 2 см (2,1%) и, соответственно, тазовой конечности 2 см (2,5%), 5 см (6,4%) и 4 см (5,1%).

По длине отдельных костей внутри грудной и тазовой конечности различия между группами были незначительными и находились в пределах 1–2 см.

В целом межгрупповые различия по размерам общей длины скелета туши в пользу помесных бычков II группы составляли 4 см (1,0%), 12 м (3,1%) и 8 см (2,0%), что в свою очередь свидетельствует о проявлении эффекта скрещивания в пределах ожидаемого уровня.

## Выводы/Conclusios

Учитывая то обстоятельство, что симментальская и бестужевская породы по своим продуктивным характеристикам входят в группу комбинированных пород, в связи с этим их представители, за исключением некоторых особенностей, отличаются схожими параметрами продуктивности. Этим и обусловлены, на взгляд автора, сложившиеся межгрупповые различия размеров показателей уровня развития костной системы молодняка изучаемых генотипов.

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. Никонова Е.А., Юлдашбаев Ю.А., Косилов В.И., Савчук С.В. Особенности обмена питательных веществ в организме чистопородного и помесного молодняка крупного рогатого скота. *Аграрная наука*. 2022; (5): 40–44. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-40-44>

## REFERENCES

1. Nikonova E.A., Yuldashbaev Yu.A., Kosilov V.I., Savchuk S.V. Peculiarities of nutrient metabolism in the body of a purebred and mixed young cattle. *Agrarian science*. 2022; (5): 40–44 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-40-44>

2. Никонова Е.А., Юлдашбаев Ю.А., Косилов В.И. Влияние двух-трехпородного скрещивания молодняка разного пола и направления продуктивности на потребление и использование питательных веществ рационах. *Аграрная наука*. 2022; (9): 59–64. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-59-64>
3. Kubatbekov T.S. et al. The genotypic peculiarities of the consumption and the use of nutrients and energy from the fodder by the purebred and crossbred heifers. *Journal of Biochemical Technology*. 2020; 11(4): 36–41. <https://www.elibrary.ru/qsqqvg>
4. Zhaimysheva S.S., Kosilov V.I., Gerasimova T.G., Nikonova E.A., Tyulebaev S.D. Analysis of the efficiency of the use of biological nutrients and feed energy in animal husbandry. *AIP Conference Proceedings*. 2022; 2467(1): 070041. <https://doi.org/10.1063/5.0093737>
5. Dosmukhamedova M., Mamatkulov O. Prospects of modernization of cattle breeding processes. *BIO Web of Conferences*. 2023; 65: 02006. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236502006>
6. Gorlov I.F. et al. Efficiency of industrial crossing of meat, dairy and combined cattle. *E3S Web of Conferences*. 2023; 390: 02046. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339002046>
7. Zabashta N., Golovko E., Sinelshchikova I., Izhevskaya N. Research on the productivity and interior of fattening bulls. *E3S Web of Conferences*. 2023; 376: 02028. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337602028>
8. Giloyan G.A., Kasumyan N.A. Technology of raising breeding replacement stock of the Fleckvieh breed. *BIO Web of Conferences*. 2023; 66: 10001. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236610001>
9. Косилов В.И., Ребезов М.Б., Ермолова Е.М., Кадралиева Б.Т. Эффективность скрещивания красного степного и черно-пестрого скота с симменталами. *Наука и образование*. 2020; (4–1): 54–59. <https://www.elibrary.ru/kxoqvt>
10. Ulmbashev M., Tletseruk I., Krasnova O., Pskhatsieva Z., Konik N. The first results of the use of the gene pool of the Kalmyk breed on the brown stock of Brown Swiss cattle. *BIO Web of Conferences*. 2024; 108: 01012. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410801012>
11. Sinelshchikova I., Golovko E., Zabashta N., Arakcheeva E. The results of growing meat bulls. *E3S Web of Conferences*. 2023; 376: 02027. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337602027>
12. Madrakhimov Sh., Roziboev N. Growth and development of F<sub>1</sub> hybrid progenies of Schwitz cows using beef breeds. *E3S Web of Conferences*. 2023; 371: 01003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337101003>
13. Prystupa V., Krotova O., Ubushaev B., Savenkov K., Moroz N., Savenkova M. Formation of meat productivity in descendants of Kalmyk breed improver bulls. *BIO Web of Conferences*. 2024; 113: 02022. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411302022>
14. Косилов В.И., Никонова Е.А., Вильвер Д.С., Губайдуллин Н.М. Влияние пробиотической кормовой добавки «Биогумител 2Г» на рост и развитие бычков симментальской породы. *АПК России*. 2017; 24(1): 197–205. <https://www.elibrary.ru/ykdpccz>
15. Мироненко С.И., Косилов В.И., Никонова Е.А., Андриенко Д.А. Влияния двух-трехпородного скрещивания красного степного скота с англерами, симменталами и герефордами на убойные показатели молодняка. *Вестник мясного скотоводства*. 2012; (2): 39–43. <https://www.elibrary.ru/paiwgn>
16. Zhaimysheva S.S., Kosilov V.I., Miroshnikov S.A., Duskaev G.K., Nurzhanov B.S. Genetic and physiological aspects of bulls of dual-purpose and beef breeds and their crossbreeds. *IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 421(2): 022028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/2/022028>
17. Косилов В.И. и др. Влияние генотипа бычков на особенности весового роста при интенсивном выращивании. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020; (3): 304–307. <https://www.elibrary.ru/bbhn0i>
18. Dzhulamanov K.M., Gerasimov N.P., Ruchay A.N., Kolpakov V.I., Dzhulamanov E.B. The assessment of morphological features in Hereford cattle. *IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 341: 012062. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012062>
19. Basonov O., Petrov D., Karynbaev A., Aisanov Z., Kagermazov T. Exterior and constitutional features of first-calf cows of black-and-white cattle of different genotypes. *E3S Web of Conferences*. 2021; 262: 02017. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126202017>
20. Fenchenko N., Hairullina N., Aminova A., Sabitov M., Shagaliev F. Ecogenesis of organs and tissues formation of in cattle in the embryonic period. *E3S Web of Conferences*. 2020; 175: 03016. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017503016>
21. Горелик О.В., Ребезов М.Б., Журавлева Р.Д. Взаимосвязь показателей весового роста ремонтных телок по периодам. *Современные технологии культивирования, переработки и хранения продукции АПК. Сборник тезисов конференции*. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет. 2022; 2: 73–74. <https://www.elibrary.ru/ojyfwx>
22. Грибко А.В., Ребезов М.Б., Горелик О.В. Весовой рост ремонтного молодняка голштинской породы в зависимости от происхождения. *Молодежь и наука*. 2023; (12): 15. <https://www.elibrary.ru/wkoelg>
23. Шевчук Е.В., Ребезов М.Б. Оценка бычков по качеству потомства. *Молодежь и наука*. 2018; (5): 83. <https://www.elibrary.ru/xubkqp>
24. Гриценко С.А., Ребезов М.Б. Оценка прямолинейности связей между показателями онтогенеза и продуктивными качествами головы товарного стада птицы мясного кросса. *Все о мясе*. 2024; (3): 54–60. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2024-3-54-60>
25. Гриценко С.А., Белоокова О.В., Ребезов М.Б., Видякин Ю.Ю. Показатели уоя и химического состава мяса товарного молодняка мясной птицы в зависимости от живой массы в суточном возрасте. *Аграрная наука*. 2023; (11): 82–87. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-82-87>
2. Nikonova E.A., Yuldashbaev Yu.A., Kosilov V.I. The influence of two- or three-breed crossing of young animals of different sexes and directions of productivity on the intake and use of dietary nutrients. *Agrarian science*. 2022; (9): 59–64 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-59-64>
3. Kubatbekov T.S. et al. The genotypic peculiarities of the consumption and the use of nutrients and energy from the fodder by the purebred and crossbred heifers. *Journal of Biochemical Technology*. 2020; 11(4): 36–41. <https://www.elibrary.ru/qsqqvg>
4. Zhaimysheva S.S., Kosilov V.I., Gerasimova T.G., Nikonova E.A., Tyulebaev S.D. Analysis of the efficiency of the use of biological nutrients and feed energy in animal husbandry. *AIP Conference Proceedings*. 2022; 2467(1): 070041. <https://doi.org/10.1063/5.0093737>
5. Dosmukhamedova M., Mamatkulov O. Prospects of modernization of cattle breeding processes. *BIO Web of Conferences*. 2023; 65: 02006. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236502006>
6. Gorlov I.F. et al. Efficiency of industrial crossing of meat, dairy and combined cattle. *E3S Web of Conferences*. 2023; 390: 02046. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339002046>
7. Zabashta N., Golovko E., Sinelshchikova I., Izhevskaya N. Research on the productivity and interior of fattening bulls. *E3S Web of Conferences*. 2023; 376: 02028. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337602028>
8. Giloyan G.A., Kasumyan N.A. Technology of raising breeding replacement stock of the Fleckvieh breed. *BIO Web of Conferences*. 2023; 66: 10001. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236610001>
9. Kosilov V.I., Rebezov M.B., Ermolova E.M., Kadralieva B.T. Efficiency of crossing red steppe and black-and-white cattle with Simmentals. *Science and education*. 2020; (4–1): 54–59 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/kxoqvt>
10. Ulmbashev M., Tletseruk I., Krasnova O., Pskhatsieva Z., Konik N. The first results of the use of the gene pool of the Kalmyk breed on the brown stock of Brown Swiss cattle. *BIO Web of Conferences*. 2024; 108: 01012. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410801012>
11. Sinelshchikova I., Golovko E., Zabashta N., Arakcheeva E. The results of growing meat bulls. *E3S Web of Conferences*. 2023; 376: 02027. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337602027>
12. Madrakhimov Sh., Roziboev N. Growth and development of F<sub>1</sub> hybrid progenies of Schwitz cows using beef breeds. *E3S Web of Conferences*. 2023; 371: 01003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337101003>
13. Prystupa V., Krotova O., Ubushaev B., Savenkov K., Moroz N., Savenkova M. Formation of meat productivity in descendants of Kalmyk breed improver bulls. *BIO Web of Conferences*. 2024; 113: 02022. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411302022>
14. Kosilov V.I., Nikonova E.A., Vilver D.S., Gubaidullin N.M. The effect of probiotic feed additive "Biogumitel 2G" on the growth and development of simmental bull-calves. *AGRO-industrial complex of Russia*. 2017; 24(1): 197–205 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ykdpccz>
15. Mironenko S.I., Kosilov V.I., Nikonova E.A., Andrienko D.A. The influence of two- or three-breed crossing of red steppe cattle with Anglers, Simmentals and Herefords on the slaughter performance of young animals. *Herald of beef cattle breeding*. 2012; (2): 39–43 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/paiwgn>
16. Zhaimysheva S.S., Kosilov V.I., Miroshnikov S.A., Duskaev G.K., Nurzhanov B.S. Genetic and physiological aspects of bulls of dual-purpose and beef breeds and their crossbreeds. *IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 421(2): 022028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/2/022028>
17. Kosilov V.I. et al. The influence of steers: genotype on their growth weight characteristics under conditions of intensive breeding. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2020; (3): 304–307 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/bbhn0i>
18. Dzhulamanov K.M., Gerasimov N.P., Ruchay A.N., Kolpakov V.I., Dzhulamanov E.B. The assessment of morphological features in Hereford cattle. *IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 341: 012062. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012062>
19. Basonov O., Petrov D., Karynbaev A., Aisanov Z., Kagermazov T. Exterior and constitutional features of first-calf cows of black-and-white cattle of different genotypes. *E3S Web of Conferences*. 2021; 262: 02017. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126202017>
20. Fenchenko N., Hairullina N., Aminova A., Sabitov M., Shagaliev F. Ecogenesis of organs and tissues formation of in cattle in the embryonic period. *E3S Web of Conferences*. 2020; 175: 03016. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017503016>
21. Gorelik O.V., Rebezov M.B., Zhuravleva R.D. Interrelation of weight growth indicators of replacement heifers by periods. *Modern technologies of cultivation, processing and storage of agricultural products. Collection of abstracts of a scientific conference*. Yekaterinburg: Urals State Agricultural Academy. 2022; 2: 73–74 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ojyfwx>
22. Gribo A.V., Rebezov M.B., Gorelik O.V. Weight growth of repair young Holstein breed depending on origin. *Youth and science*. 2023; (12): 15 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/wkoelg>
23. Shevchuk E.V., Rebezov M.B. Evaluation of bulls by the quality of offspring. *Youth and science*. 2018; (5): 83 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xubkqp>
24. Gritsenko S.A., Rebezov M.B. Assessing the linearity of the relationships between ontogenesis indicators and the productive qualities of a commercial flock of meat cross poultry. *Vsyo o myase*. 2024; (3): 54–60 (in Russian). <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2024-3-54-60>
25. Gritsenko S.A., Belookova O.V., Rebezov M.B., Vidyakin Yu.Yu. Indicators of slaughter and chemical composition of meat of commercial young meat poultry depending on live weight at daily age. *Agrarian science*. 2023; (11): 82–87 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-82-87>

26. Белооков А.А., Белоокова О.В., Столов С.С., Гриценко С.А., Ребезов М.Б., Зяблищева М.А. Оценка мясных качеств помесного молодняка свиней разной селекции. *Аграрная наука*. 2023; (4): 70–74. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-70-74>

27. Sedykh T., Subhankulov N., Presnyakova A., Gizatullin R., Kosilov V. Slaughter qualities and by-product yield in Limousin bull calves of different genotypes. *E3S Web of Conferences*. 2023; 462: 01005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346201005>

28. Slozhenkina M.I., Spivak M.E., Mosolov A.A., Andreev-Chadaev P.S., Bondarkova E.Yu., Semenova I.A. Research of quality characteristics of beef obtained by using a non-traditional protein additive in the diet. *AIP Conference Proceedings*. 2022; 2467(1): 070019. <https://doi.org/10.1063/5.0093719>

29. Golovko E., Zabashta N., Sinelshchikova I., Arakcheeva E. Relationship of Productivity and Interior Characteristics of Range-Fattened Bulls. Muratov A., Ignateva S. (eds.). *Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2021)*. Lecture Notes in Networks and Systems; vol. 354. Cham: Springer. 2022; 201–211. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9_22)

30. Салихов А.А., Косилов В.И. Динамика абсолютной и относительной массы костей скелета молодняка казахской белоголовой породы по возрастным периодам. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2013; (5): 224–228. <https://www.elibrary.ru/rhabbx>

31. Харламов А.В., Завьялов О.А., Фролов А.Н., Курилкина М.Я., Королёв В.Л. Эффективность производства говядины при различных технологиях доращивания и откорма. *Вестник мясного скотоводства*. 2017; (2): 93–99. <https://www.elibrary.ru/ytocpp>

32. Мирошников С.А., Харламов А.В., Маркова И.В. Качественные показатели говядины бычков различных пород и направлений продуктивности. *Теория и практика переработки мяса*. 2017; 2(2): 14–22. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2017-2-2-14-22>

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### Владимир Иванович Косилов<sup>1</sup>

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства  
kosilov\_vi@bk.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4754-1771>

### Юсупжан Артыкович Юлдашбаев<sup>2</sup>

доктор сельскохозяйственных наук, академик Российской академии наук, профессор  
zoo@rgau-msha.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-7150-1131>

### Елена Анатольевна Никонova<sup>1</sup>

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства  
nikonovaea84@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0906-8362>

### Ильмира Агзамовна Рахимжанова<sup>1</sup>

доктор сельскохозяйственных наук  
kaf36@orensau.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-7771-7291>

### Татьяна Александровна Седых<sup>3, 4</sup>

доктор биологических наук  
nio\_bsau@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5401-3179>

### Райля Губайдулловна Калыкина<sup>1</sup>

кандидат биологических наук  
kalyakina\_railya@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-8892-0669>

### Марина Николаевна Долгая<sup>5</sup>

кандидат биологических наук, научный консультант  
dolgaya@vicgroup.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3123-6641>

<sup>1</sup>Оренбургский государственный аграрный университет, ул. Челюскинцев, 18, Оренбург, 460014, Россия

<sup>2</sup>Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127434, Россия

<sup>3</sup>Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, ул. Октябрьской революции, 3А, Уфа, 450077, Россия

<sup>4</sup>Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, ул. им. Рихарда Зорге, 19, Уфа, 450059, Россия

<sup>5</sup>ООО «ГК ВИК»

дер. Островцы, квартал 30137, стр. 681, г. о. Раменский, Московская обл., 140125, Россия

26. Belookov A.A., Belookova O.V., Stvolov S.S., Gritsenko S.A., Rebezov M.B., Zyblyitseva M.A. Evaluation of meat qualities of crossbred young pigs of different breeding. *Agrarian science*. 2023; (4): 70–74 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-70-74>

27. Sedykh T., Subhankulov N., Presnyakova A., Gizatullin R., Kosilov V. Slaughter qualities and by-product yield in Limousin bull calves of different genotypes. *E3S Web of Conferences*. 2023; 462: 01005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346201005>

28. Slozhenkina M.I., Spivak M.E., Mosolov A.A., Andreev-Chadaev P.S., Bondarkova E.Yu., Semenova I.A. Research of quality characteristics of beef obtained by using a non-traditional protein additive in the diet. *AIP Conference Proceedings*. 2022; 2467(1): 070019. <https://doi.org/10.1063/5.0093719>

29. Golovko E., Zabashta N., Sinelshchikova I., Arakcheeva E. Relationship of Productivity and Interior Characteristics of Range-Fattened Bulls. Muratov A., Ignateva S. (eds.). *Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2021)*. Lecture Notes in Networks and Systems; vol. 354. Cham: Springer. 2022; 201–211. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9_22)

30. Salikhov A.A., Kosilov V.I. Dynamics of absolute and relative skeleton bones of Kazakh White-Head young cattle as related to age periods. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2013; (5): 224–228 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rhabbx>

31. Kharlamov A.V., Zavyalov O.A., Frolov A.N., Kurilkina M.Ya., Korolev V.L. Efficiency of beef production with different technologies of nursery and fattening. *Herald of beef cattle breeding*. 2017; (2): 93–99 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ytocpp>

32. Miroshnikov S.A., Kharlamov A.V., Markova I.V. Quality indicators of beef from young bulls of various dairy and beef breeds. *Theory and practice of meat processing*. 2017; 2(2): 14–22. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2017-2-2-14-22>

## REFERENCES

### Vladimir Ivanovich Kosilov<sup>1</sup>

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Production and processing of Livestock Products  
kosilov\_vi@bk.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4754-1771>

### Yusupzhan Artykovich Yuldashbaev<sup>2</sup>

Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor  
zoo@rgau-msha.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-7150-1131>

### Elena Anatolyevna Nikonova<sup>1</sup>

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products  
nikonovaea84@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0906-8362>

### Ilmira Agzamovna Rakhimzhanova<sup>1</sup>

Doctor of Agricultural Sciences  
kaf36@orensau.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-7771-7291>

### Tatyana Alexandrovna Sedykh<sup>3, 4</sup>

Doctor of Biological Sciences  
nio\_bsau@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5401-3179>

### Rilya Gubaidullovna Kalyakina<sup>1</sup>

Candidate of Biological Sciences  
kalyakina\_railya@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-8892-0669>

### Marina Nikolaevna Dolgaya<sup>5</sup>

Candidate of Biological Sciences, Scientific Editor  
dolgaya@vicgroup.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3123-6641>

<sup>1</sup>Orenburg State Agrarian University, 18 Chelyuskintsev Str., Orenburg, 460014, Russia

<sup>2</sup>Russian Timiryazev State Agrarian University, 49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russia

<sup>3</sup>Akmulla Bashkir State Pedagogical University, 3A Oktyabrskaya revolyutsii Str., Ufa, 450077, Russia

<sup>4</sup>Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture is a separate structural unit of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 19 Richard Sorge Str., Ufa, 450059, Russia

<sup>5</sup>“VIC Group of Companies” LLC

30137 block, 681 building, Ostrovtsy village, Ramenskoye City District, Moscow region, 140125, Russia



УДК 636.082

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-65-70

Р.Ю. Чинаров ✉

В.А. Луканина

Г.Н. Сингина

Е.Н. Шедова

Федеральный исследовательский центр  
животноводства — ВИЖ им. академика  
Л.К. Эрнста, Подольск, Московская обл.,  
Россия

✉ roman\_chinarov@mail.ru

Поступила в редакцию: 26.05.2024

Одобрена после рецензирования: 12.08.2024

Принята к публикации: 28.08.2024

© Чинаров Р.Ю., Луканина В.А., Сингина Г.Н.,  
Шедова Е.Н.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-65-70

Roman Yu. Chinarov ✉

Viktoria A. Lukanina

Galina N. Singina

Ekaterina N. Shedova

L.K. Ernst Federal Research Center for Animal  
Husbandry, Podolsk, Moscow region, Russia

✉ roman\_chinarov@mail.ru

Received by the editorial office: 26.05.2024

Accepted in revised: 12.08.2024

Accepted for publication: 28.08.2024

© Chinarov R.Yu., Lukanina V.A., Singina G.N.,  
Shedova E.N.

# Результативность получения ооцитов при проведении повторной серии трансвагинальной УЗИ-ассистированной пункции фолликулов у телок симментальской породы

## РЕЗЮМЕ

В статье представлены данные о результативности повторной серии трансвагинального УЗИ-ассистированного получения ооцитов (OPU) у телок-доноров симментальской породы. Были выполнены две серии — по пять сеансов OPU с интенсивностью один раз в неделю и двухнедельным периодом отдыха между сериями. При проведении повторной серии OPU у телок-доноров в среднем за сеанс были визуализированы на 1,7 фолликулов меньше по сравнению со значением данного показателя, установленным в первой серии (7,0 против 5,3 фолликулов,  $p < 0,05$ ). Снижение числа УЗИ-видимых фолликулов при проведении повторной серии на уровне тенденции отмечалось во всех пяти сеансах OPU. При проведении повторной серии от одного донора в среднем за сеанс были получены на 0,4 ооцит-кумулюсных комплексов (ОКК) меньше (3,1 против 2,7 ОКК). Различий в качестве ОКК между двумя сериями OPU выявлено не было: доля ОКК, пригодных для дальнейшего использования, составляла соответственно, 67,0% и 63,5%, при этом в отдельных сеансах OPU различия между сериями имели разнонаправленный характер. Оплодотворение ооцитов и дальнейшее культивирование *in vitro* показали достоверно более высокую степень первого деления — дробления при проведении 1-й серии OPU ( $p < 0,05$ ), однако данные различия нивелировались при дальнейшем культивировании: выход бластоцист составил, соответственно, 23,6% и 21,7%. Принимая во внимание отсутствие достоверных различий в количественных характеристиках получаемых ооцитов, а также их компетенций к дальнейшему развитию *in vitro*, проведение повторной серии OPU после двухнедельного перерыва может быть рекомендовано для получения ооцитов у телок-доноров симментальской породы.

**Ключевые слова:** вспомогательные репродуктивные технологии, OPU, ооцит-кумулюсные комплексы, получение эмбрионов *in vitro*, коровы

**Для цитирования:** Чинаров Р.Ю., Луканина В.А., Сингина Г.Н., Шедова Е.Н. Результативность получения ооцитов при проведении повторной серии трансвагинальной УЗИ-ассистированной пункции фолликулов у телок симментальской породы. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 65–70.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-65-70>

# Efficiency of oocytes retrieval during a repeated series of transvaginal ultrasound-guided puncture of follicles in Simmental heifers

## ABSTRACT

The article presents data on the efficiency of a repeated series of transvaginal ultrasound-guided recovery of oocytes (OPU) in donor heifers of the Simmental breed. Two series were performed — five OPU sessions with an intensity of once a week and a two-week rest period between series. During the repeated series of OPU, 1.7 fewer follicles were visualized in donor heifers on average per session compared to the value of this indicator established in the first series (7.0 versus 5.3 follicles,  $p < 0.05$ ). A decrease in the number of ultrasound-visible follicles during repeated series at the trend level was noted in all five OPU sessions. During the repeat series, 0.4 fewer oocyte-cumulus complexes (OCCs) were obtained from one donor on average per session (3.1 versus 2.7 OCCs). There were no differences in the quality of OCCs between the two OPU series: the proportion of OCCs suitable for further use was 67.0% and 63.5%, respectively, while in individual OPU sessions the differences between the series were multidirectional. Fertilization of oocytes and further *in vitro* cultivation showed a significantly higher degree of the first division — crushing during the 1st series of OPU ( $p < 0.05$ ), however, these differences were leveled with further cultivation: the yield of blastocysts was, respectively, 23.6% and 21.7%. Considering the absence of significant differences in the quantitative characteristics of the obtained oocytes, as well as their developmental competencies *in vitro*, conducting a repeat series of OPU after a two-week rest period may be recommended for obtaining oocytes in donor heifers of the Simmental breed.

**Key words:** assisted reproductive technologies, OPU, cumulus-oocyte complexes, *in vitro* embryo production, cows

**For citation:** Chinarov R.Yu., Lukanina V.A., Singina G.N., Shedova E.N. Efficiency of oocytes retrieval during a repeated series of transvaginal ultrasound-guided puncture of follicles in Simmental heifers. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 65–70 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-65-70>

## Введение/Introduction

Получение эмбрионов методом экстракорпорального оплодотворения (IVP-эмбрионы) является доминирующей технологией в коммерческом производстве эмбрионов крупного рогатого скота — начиная с 2015 года [1]. Основной метод получения ооцитов для производства IVP-эмбрионов — УЗИ-ассистированная трансвагинальная пункция фолликулов (OPU) [2, 3].

Повышение эффективности использования коров-доноров для получения OPU-ооцитов требует оптимизации режимов их использования в отношении количественных и качественных характеристик получаемых ооцит-кумулюсных комплексов (ОКК) и их компетенций к развитию. Временные режимы использования доноров, способные оказывать влияние на результативность OPU за определенный период и в расчете на один сеанс, включают кратность проведения сеансов OPU [4–6], продолжительность серии (число сеансов OPU в серии) [7, 8], период отдыха между сериями OPU [4], срок использования доноров [9, 10].

Так, проведение сеансов OPU в режиме дважды в неделю на пакистанской локальной породе коров Сахивал по сравнению с проведением OPU один раз в неделю или один раз в две недели способствовало увеличению числа фолликулов среднего размера, обуславливая повышение доли ооцитов хорошего качества, а также регулировало связанные с ооцитами паракринные факторы, приводя к более высокой степени ядерного созревания и улучшению развития эмбрионов *in vitro* [5].

В данных исследованиях, проведенных на телках-донорах симментальской породы, достоверно большее число визуализированных фолликулов наблюдалось при проведении аспирации фолликулов с интервалом 3 дня: 15,9 фолликулов за сеанс, что было, соответственно, на 5,4 и 5,1 фолликулов больше по сравнению с использованием интервала 4 и 7 дней, при этом различий в качестве ОКК между группами выявлено не было [6].

В исследованиях, проведенных на коровах породы Ханву, было установлено, что увеличение периода отдыха между сериями, каждая из которых включала 13 последовательных сеансов OPU, с 2 до 3 месяцев обуславливало тенденцию повышения степени извлечения ооцитов с 64,6 до 70,9%, а также достоверное снижение доли дегенерированных ооцитов с 36,5 до 27,3% [4]. На этой же породе коров была изучена результативность OPU при продолжительном использовании доноров в течение 3–4 месяцев в год с интенсивностью дважды в неделю в течение трех лет [9].

Были показаны поступательное увеличение числа визуализированных фолликулов и полученных ОКК, достоверное снижение доли дегенерированных ооцитов с 14,2% и 12,2% до 8,5% с 1-го по 3-й год использования

доноров. Оценка общей результативности показала достоверное снижение среднего числа полученных эмбрионов за сеанс во второй год использования доноров по сравнению с первым (3,29 против 3,89), однако на 3-й год достоверные различия не наблюдались (3,51 эмбриона) [9].

*Цель данной работы* — сравнительная оценка результативности трансвагинального УЗИ-ассистированного получения ооцитов при проведении двух последовательных серий OPU у телок-доноров симментальской породы.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Экспериментальные исследования проводили в ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (Московская обл., Россия.) на телках-донорах симментальской породы ( $n = 7$ ) в возрасте от 3 лет 4 мес. до 3 лет 5 мес. на дату начала проведения эксперимента (июль — сентябрь 2022 г.).

Эксперименты с животными проводились в соответствии с Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях<sup>1</sup>. Протоколы с использованием животных были одобрены Комиссией ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста по биоэтике, протокол от 18 января 2021 г. № 2.

В дневной период животные содержались на пастбище, в ночной — беспривязно одной группой под навесом. Дополнительно животные получали комбикорм в соответствии с нормами потребностей<sup>2</sup>.

Перед началом эксперимента и непосредственно перед проведением каждого сеанса OPU проводили клинический осмотр животных в соответствии с общепринятыми методами. Схема эксперимента представлена на рисунке 1.

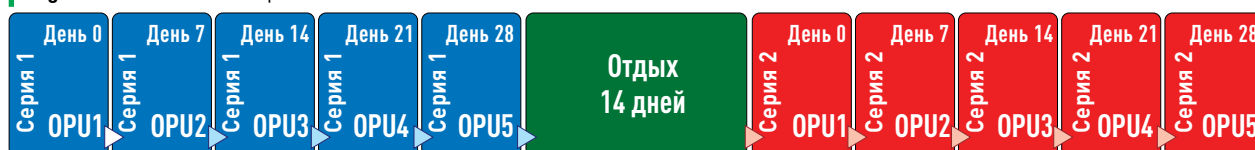
Как показано на рисунке 1, в ходе проведения эксперимента на каждом из доноров были выполнены две серии OPU, каждая из которых включала пять последовательных сеансов с периодичностью один раз в неделю. Период отдыха между сериями — 14 дней.

Аспирацию фолликулов выполняли с использованием системы для проведения OPU у крупного рогатого скота (Minitube, Германия), в комплект которой входят ультразвуковой сканер, секторный УЗИ-зонд Aloka UST-9111-5 (Fujifilm, Япония), 5 МГц/90/14 мм с держателем и вакуумный насос. Проведение OPU осуществляли по ранее описанной методике<sup>3</sup>.

Аспирации подвергали все УЗИ-видимые фолликулы с диаметром более 2 мм. Оценка качества полученных ооцит-кумулюсных комплексов (ОКК) проводили по морфологическим критериям на основании числа и целостности слоев кумулюса, прозрачности и гомогенности цитоплазмы.

Рис. 1. Схема проведения эксперимента

Fig. 1. The scheme of the experiment



<sup>1</sup> Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях ETS № 123, Страсбург, 18 марта 1986 г.

<sup>2</sup> Некрасов Р.В. и др. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах: Монография. Под ред. Р.В. Некрасова, А.В. Головина, Е.А. Махаева. Москва. 2018; 290.

<sup>3</sup> Чинаров Р.Ю. и др. Методическое руководство по прижизненному получению ооцитов методом трансвагинальной сонографически ассистированной пункции фолликулов у телок-доноров симментальской породы. Московская обл.: ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. 2022. ISBN 978-5-902483-66-3

Ооциты с гомогенной цитоплазмой и наличием одного и более слоев компактного кумулюса относили к ОКК хорошего качества, с гомогенной цитоплазмой и неполным слоем или отсутствием кумулюса — к ОКК удовлетворительного качества (условно нормальным), с неоднородной цитоплазмой с признаками грануляции или лизиса — к дегенерированным ОКК.

Статистическую обработку полученных цифровых данных выполняли на персональном компьютере с использованием MS Excel (США). Оценку степени достоверности различий между группами проводили на основании непараметрического критерия Манна — Уитни<sup>4</sup> (U-критерий) для двух независимых выборок. В качестве нижнего порога значимости выявленных различий был выбран уровень достоверности  $p < 0,05$ . Для лучшей интерпретации полученных результатов наряду со средними значениями рассчитывали значения стандартных ошибок.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Ультразвуковые исследования яичников показали, что у шести из семи опытных животных суммарное число УЗИ-видимых фолликулов за пять последовательных сеансов проведения OPU в 1-й серии превышало значения показателя, наблюдаемые при проведении повторной серии. Значения данного показателя у отдельных доноров в 1-й серии варьировали от 24 до 49, во 2-й серии — от 21 до 32. В среднем от каждого донора за серию было получено, соответственно,  $35,1 \pm 0,5$  и  $26,7 \pm 0,4$  фолликулов (рис. 2).

При проведении повторной серии у телок-доноров в среднем за сеанс были визуализированы на 1,7 фолликулов меньше по сравнению со значением данного показателя, установленным в первой серии (7,0 против 5,3 фолликулов,  $p < 0,05$ ).

Различия между сериями у отдельных доноров имели характер тенденции, что может быть вызвано высокой вариабельностью показателя между отдельными сеансами OPU у одних и тех же доноров:  $Cv = 15,1\text{--}64,9\%$  и  $23,9\text{--}60,9\%$  в 1-й и 2-й сериях соответственно (табл. 1).

В повторной серии OPU наблюдалась тенденция более высокой степени извлечения ооцитов по сравнению с первой серией (49,4% против 43,9%). Следует отметить, что выявленные различия были обусловлены главным образом заметно меньшими значениями данного показателя при проведении первого сеанса OPU в 1-й серии: 23,8% против 45,5–55,8% при проведении четырех последующих сеансов в этой серии.

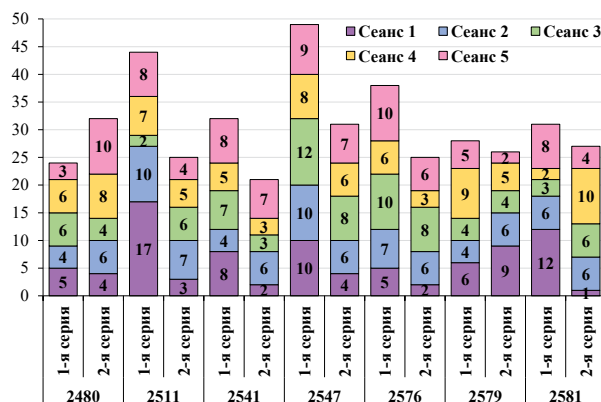
Такие различия в показателях могут быть обусловлены тем, что при проведении первого сеанса OPU животные находились на случайных стадиях полового цикла, в результате чего у некоторых из них процедура OPU проводилась на менее оптимальных стадиях для извлечения ОКК. Во 2-й серии различия в степени извлечения ооцитов между сеансами имели менее выраженный характер — 40,0–64,0%.

Не наблюдалась однонаправленная зависимость в числе полученных ОКК у отдельных животных-доноров между сериями OPU: у трех животных большее число ОКК было получено в 1-й серии, у трех — во 2-й, а у одного животного различий по данному показателю между сериями выявлено не было.

Суммарное число ОКК, полученных от одного донора, в 1-й серии варьировало от 7 до 22 и в среднем составило  $15,4 \pm 0,4$  ОКК, в то время как во 2-й серии — от 8 до 21 со средним значением показателя  $13,7 \pm 0,3$  ОКК (рис. 3).

**Рис. 2.** Число УЗИ-видимых фолликулов у телок-доноров симментальской породы при проведении двух серий OPU с периодом отдыха 14 дней: ось X — номер животного (номер серии OPU); ось Y — число УЗИ-видимых фолликулов (с нарастающим итогом с 1-го по 5-й сеанс OPU)

**Fig. 2.** The number of ultrasound-visible follicles in donor heifers of the Simmental breed in two series of OPU with a rest period of 14 days: the axis X — Animal ID (the number of OPU series); axis Y — the number of ultrasound-visible follicles (with an increasing total from the 1st to the 5th OPU session)



**Таблица 1.** Число УЗИ-видимых фолликулов у телок-доноров симментальской породы при проведении двух последовательных серий OPU

**Table 1.** The number of ultrasound-visible follicles in donor heifers of the Simmental breed in two consecutive series of OPU with a rest period of 14 days

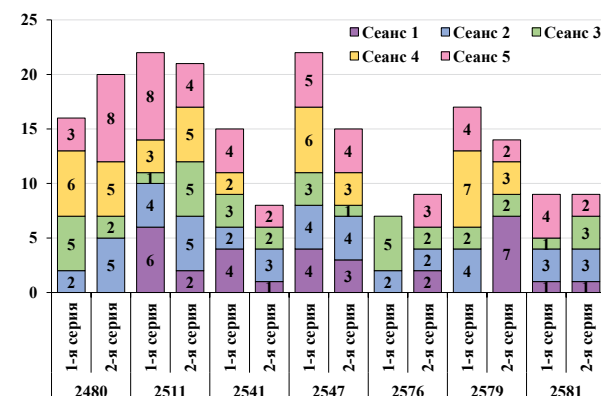
№ донора	1-я серия (5 сеансов)				2-я серия (5 сеансов)			
	$M \pm m$	Max	Min	Cv	$M \pm m$	Max	Min	Cv
№ 2480	$4,8 \pm 0,6$	6	3	27,2	$6,4 \pm 1,2$	10	4	40,7
№ 2511	$8,8 \pm 2,4$	17	2	61,9	$5,0 \pm 0,7$	7	3	31,6
№ 2541	$6,4 \pm 0,8$	8	4	28,4	$4,2 \pm 1,0$	7	2	51,6
№ 2547	$9,8 \pm 0,7$	12	8	15,1	$6,2 \pm 0,7$	8	4	23,9
№ 2576	$7,6 \pm 1,0$	10	5	30,3	$5,0 \pm 1,1$	8	2	49,0
№ 2579	$5,6 \pm 0,9$	9	4	37,0	$5,2 \pm 1,2$	9	2	49,8
№ 2581	$6,2 \pm 1,8$	12	2	64,9	$5,4 \pm 1,5$	10	1	60,9
<b>Итого</b>	$7,0 \pm 0,5^*$	17	2	16,9	$5,3 \pm 0,4^*$	10	1	42,6

Примечание:  $M$  — среднее значение;  $m$  — стандартная ошибка;  $Max$  — максимальное значение;  $Min$  — минимальное значение;  $Cv$  — коэффициент вариации; \* различия между группами достоверны при  $p < 0,05$  (по результатам оценки U-критерия Манна — Уитни).

Note:  $M$  — average value;  $m$  — standard error;  $Max$  — maximum value;  $Min$  — minimum value;  $Cv$  — coefficient of variation; \* differences between groups are significant at  $p < 0.05$  (based on the results of the Mann — Whitney U-test).

**Рис. 3.** Число полученных ооцит-кумулюсных комплексов у телок-доноров симментальской породы при проведении двух серий OPU с периодом отдыха 14 дней: ось X — номер животного (номер серии OPU); ось Y — число полученных ОКК (с нарастающим итогом с 1-го по 5-й сеанс OPU); ОКК — ооцит-кумулюсные комплексы

**Fig. 3.** The number of oocyte-cumulus complexes obtained in donor heifers of the Simmental breed during two OPU series with a rest period of 14 days: X-axis — animal number (OPU series number); Y-axis — the number of OCCs obtained (with an increasing total from the 1st to the 5th OPU session); OCC — oocyte-cumulus complexes



<sup>4</sup> <https://medstatistic.ru/methods/methods2.html>



При проведении повторной серии от одного донора в среднем за сеанс были получены на 0,4 ОКК меньше (3,1 против 2,7 ОКК), однако выявленные различия носили характер тенденции (табл. 2).

Результаты сравнительного анализа паттерна яичников и числа полученных ОКК при проведении различных сеансов ОПУ между сериями показаны на рисунке 4.

Как показано на рисунке 3, была выявлена тенденция снижения числа УЗИ-видимых фолликулов при проведении повторной серии во всех пяти сеансах, при этом наибольшие различия между сериями отмечались в первом сеансе. Интересно, что при проведении первого сеанса ОПУ в 1-й серии наблюдалось заметно большее число фолликулов по сравнению со всеми последующими сеансами в этой серии (9,0 против 6,1–7,3 фолликулов).

Как уже отмечалось выше, такие различия могут быть обусловлены нахождением животных при проведении первого сеанса на различных стадиях полового цикла. В пользу данного предположения свидетельствуют наиболее высокие значения коэффициента вариации среднего числа фолликулов у отдельных животных в первом сеансе ОПУ:  $Cv = 68,1\%$  против  $50,0\%$ ,  $67,4\%$ ,  $49,7\%$  и  $40,1\%$  (во втором — пятом сеансах соответственно).

При проведении первого сеанса в повторной серии, напротив, было визуализировано существенно меньше УЗИ-видимых фолликулов по сравнению с последующими сеансами (3,6 против 5,6–6,1 фолликулов). Известно, что в процессе полового цикла у молочных коров в большинстве случаев наблюдается две или три волны роста фолликулов, при этом начало второй волны происходит, соответственно, на 10,7-й и 7-й день, а третьей волны — на 14-й день [11].

Таким образом, с учетом продолжительности периода отдыха между сериями 14 дней у части коров-доноров с трехволновым половым циклом при проведении повторной серии первый сеанс ОПУ мог приходиться на самое начало второй волны роста фолликулов, когда фолликулы новой когорты имеют маленький размер и плохо визуализируются посредством УЗИ, а часть фолликулов первой волны уже подверглась атрезии.

Заметных различий в числе полученных ОКК в отдельных сеансах между сериями ОПУ выявлено не было, за исключением четвертого сеанса, в котором в первом сеансе были получены на 1,1 ОКК больше по сравнению с значением показателя при проведении повторной серии (3,4 против 2,3 ОКК) (рис. 4).

Анализ распределения полученных ОКК по качеству не выявил заметного ухудшения качества ОКК, полученных при проведении повторной серии ОПУ по сравнению с 1-й серией: доля ОКК хорошего и удовлетворительного качества, пригодных для дальнейшего использования, между сериями практически не различалась:  $67,0\%$  против  $63,5\%$ , при этом в отдельных сеансах ОПУ различия между сериями имели разнонаправленный характер (рис. 5).

Оценка компетенций ооцитов к дальнейшему развитию в системе *in vitro* показала отсутствие достоверных различий в степени созревания ооцитов, полученных в двух сравниваемых сериях. Оплодотворение и дальнейшее культивирование показали достоверно более высокую степень первого деления — дробления при проведении 1-й серии ОПУ ( $p < 0,05$ ), однако данные различия нивелировались при дальнейшем культивировании. Достоверных различий в выходе бластоцист между сериями ОПУ выявлено не было:  $23,6\%$  против  $21,7\%$  (табл. 3).

Таблица 2. Число полученных ОКК у телок-доноров симментальской породы при проведении двух последовательных серий ОПУ

Table 2. The number of obtained COCs in donor heifers of Simmental breed in two consecutive series of OPU

№ донора	1-я серия (5 сеансов)				2-я серия (5 сеансов)			
	$M \pm m$	Max	Min	Cv	$M \pm m$	Max	Min	Cv
№ 2480	$3,2 \pm 1,1$	6	0	74,6	$4,0 \pm 1,4$	8	0	77,1
№ 2511	$4,4 \pm 1,2$	8	1	61,4	$4,2 \pm 0,6$	5	2	31,0
№ 2541	$3,0 \pm 0,4$	4	2	33,3	$1,6 \pm 0,5$	3	0	71,3
№ 2547	$4,4 \pm 0,5$	6	3	25,9	$3,0 \pm 0,5$	4	1	40,8
№ 2576	$1,4 \pm 1,0$	5	0	156,5	$1,8 \pm 0,5$	3	0	60,9
№ 2579	$3,4 \pm 1,2$	7	0	76,7	$2,8 \pm 1,2$	7	0	92,4
№ 2581	$1,8 \pm 0,7$	4	0	91,3	$1,8 \pm 0,6$	3	0	72,4
Итого	$3,1 \pm 0,4$	8	0	22,3	$2,7 \pm 0,3$	8	0	70,9

Примечание:  $M$  — среднее значение;  $m$  — стандартная ошибка;

Max — максимальное значение; Min — минимальное значение;

Cv — коэффициент вариации; ОКК — ооцит-кумуляные комплексы.

Note:  $M$  — average value;  $m$  — standard error; Max — maximum value;

Min — minimum value; Cv — coefficient of variation; COCs — cumulus-oocyte complexes.

Рис. 4. Динамика числа фолликулов и числа полученных ОКК в отдельных сеансах при проведении 1-й и 2-й серий ОПУ: ось X — номер сеанса ОПУ; ось Y — среднее число УЗИ-видимых фолликулов и среднее число полученных ОКК от одного донора за сеанс; ОКК — ооцит-кумуляные комплексы

Fig. 4. Dynamics of the number of follicles and the number of COCs obtained in individual sessions at the 1st and 2nd series of OPU: axis X — the number of OPU session; axis Y — the average number of ultrasound-visible follicles and the average number of COCs retrieved from one donor per session; COCs — cumulus-oocyte complexes

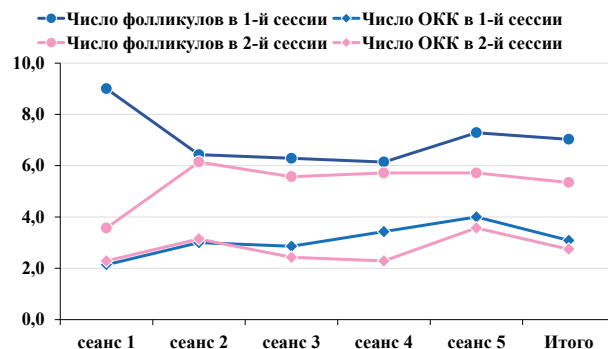


Рис. 5. Распределение ОКК, полученных при проведении различных сеансов ОПУ в 1-й и 2-й сериях, по качеству: ось X — номер сеанса ОПУ (номер серии ОПУ); ось Y — распределение ОКК по качеству: хорошие, удовлетворительные, дегенерированные (%); ОКК — ооцит-кумуляные комплексы

Fig. 5. Distribution of COCs obtained in various OPU sessions at the 1st and 2nd series, by quality: axis X — the number of OPU session (the number of OPU series); axis Y — distribution of COCs by quality: good, moderate, bad (%); COCs — cumulus-oocyte complexes

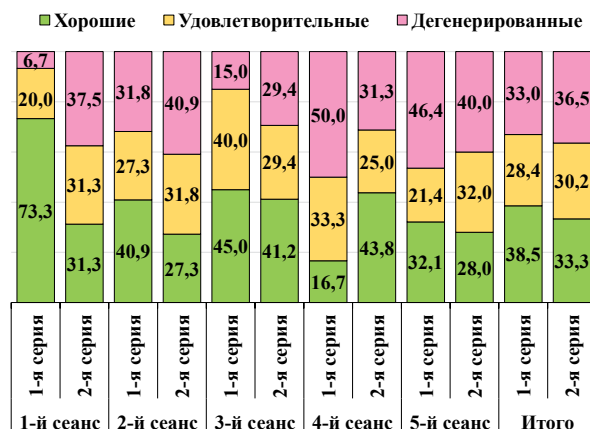


Таблица 3. Результаты сравнительного анализа компетенций ооцитов к развитию в системе *in vitro* у телок симментальской породы при проведении двух последовательных серий OPU

Table 3. Results of a comparative analysis of developmental competencies of oocyte *in vitro* in heifers of the Simmental breed in two consecutive OPU series

Показатель	Серия OPU	
	1-я	2-я
Степень созревания ооцитов, %	88,9 ± 3,9	93,5 ± 3,8
Степень дробления, %	55,6 ± 7,9	82,6 ± 6,1
Выход blastocист, %	23,6 ± 10,3	21,7 ± 13,0

Таким образом, проведение повторной серии, включающей пять сеансов трансвагинальной УЗИ-ассистированной пункции фолликулов, после двухнедельного периода покоя обеспечивает возможность получения ооцитов у телок-доноров симментальской породы без существенной потери результативности, на

что указывает отсутствие достоверных различий между сериями в количественных характеристиках получаемых ооцитов, их компетенциях к дальнейшему развитию в системе *in vitro*.

### Выводы/Conclusions

Проведенные сравнительные исследования результативности трансвагинального УЗИ-ассистированного получения ооцитов при проведении двух последовательных серий OPU у телок-доноров симментальской породы не выявили достоверных различий между сериями в количественных характеристиках ооцитов, компетенциях OPU-ооцитов к дальнейшему развитию в системе *in vitro*. В связи с этим проведение повторной серии OPU после двухнедельного перерыва может быть рекомендовано для получения ооцитов у телок-доноров симментальской породы.

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

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

### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России, тема № FGGN-2024-0014.

### FUNDING

This research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of Russia, theme No. FGGN-2024-0014.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Никитин Г.С. Современные подходы при получении и криоконсервации эмбрионов крупного рогатого скота *in vitro*. *Международный вестник ветеринарии*. 2021; (3): 192–205. <https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2021.3.192>
2. Ferré L.B., Kjelland M.E., Strøbech L.B., Hyttel P., Mermillod P., Ross P.J. Review: Recent advances in bovine *in vitro* embryo production: reproductive biotechnology history and methods. *Animal*. 2020; 14(5): 991–1004. <https://doi.org/10.1017/S1751731119002775>
3. Ferré L.B. *et al.* Transvaginal ultrasound-guided oocyte retrieval in cattle: State-of-the-art and its impact on the *in vitro* fertilization embryo production outcome. *Reproduction in Domestic Animals*. 2023; 58(3): 363–378. <https://doi.org/10.1111/rda.14303>
4. Kang S.-S., Kim U.-H., Lee S.-D., Lee M.-S., Han M.-H., Cho S.-R. Recovery Efficiency of Cumulus Oocyte Complexes (COCs) according to Collection Frequency for Ovum Pick-up (OPU) Method in Hanwoo Cow. *Journal of Animal Reproduction and Biotechnology*. 2019; 34(4): 300–304. <https://doi.org/10.12750/JARB.34.4.300>
5. Saleem M., Yousuf M.R., Ghafoor A., Riaz A. Effect of three schemes of ovum pick-up on the follicular dynamics, gene expression, and *in-vitro* developmental competence of oocytes in Sahiwal cattle. *Reproduction in Domestic Animals*. 2022; 57(10): 1230–1243. <https://doi.org/10.1111/rda.14198>
6. Чинаров Р.Ю., Луканина В.А., Сингина Г.Н. Влияние различной интенсивности сессий трансвагинальной пункции фолликулов яичников на прижизненное получение ооцитов у коров. *Молочное и мясное скотоводство*. 2023; (3): 33–37. <https://doi.org/10.33943/MMS.2023.15.29.006>
7. Monteiro F.M. *et al.* Beef donor cows with high number of retrieved COC produce more *in vitro* embryos compared with cows with low number of COC after repeated ovum pick-up sessions. *Theriogenology*. 2017; 90: 54–58. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.11.002>
8. Watanabe Y.F. *et al.* Number of oocytes retrieved per donor during OPU and its relationship with *in vitro* embryo production and field fertility following embryo transfer. *Animal Reproduction*. 2017; 14(3): 635–644. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR1008>
9. Choi B.-H. *et al.* Effect of OPU Session Periods on the Efficiency of *In Vitro* Embryo Production in Elite Korean Native Cow. *Journal of Embryo Transfer*. 2018; 33(4): 265–270. <https://doi.org/10.12750/JET.2018.33.4.265>
10. Petyim S., Båge R., Hallap T., Bergqvist A.-S., Rodríguez-Martínez H., Larsson B. Two different schemes of twice-weekly ovum pick-up in dairy heifers: effect on oocyte recovery and ovarian function. *Theriogenology*. 2003; 60(1): 175–188. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01363-8](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01363-8)
11. Гавриченко Н.И., Турчанова Л.Н. Особенности течения фолликулогенеза в период полового цикла в яичниках коров с различным уровнем плодовитости. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства*. 2014; 17(2): 193–198. <https://www.elibrary.ru/vtqwec>

### REFERENCES

1. Nikitin G.S. Modern approaches for obtaining and cryoconservation of cattle embryos *in vitro*. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2021; (3): 192–205 (in Russian). <https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2021.3.192>
2. Ferré L.B., Kjelland M.E., Strøbech L.B., Hyttel P., Mermillod P., Ross P.J. Review: Recent advances in bovine *in vitro* embryo production: reproductive biotechnology history and methods. *Animal*. 2020; 14(5): 991–1004. <https://doi.org/10.1017/S1751731119002775>
3. Ferré L.B. *et al.* Transvaginal ultrasound-guided oocyte retrieval in cattle: State-of-the-art and its impact on the *in vitro* fertilization embryo production outcome. *Reproduction in Domestic Animals*. 2023; 58(3): 363–378. <https://doi.org/10.1111/rda.14303>
4. Kang S.-S., Kim U.-H., Lee S.-D., Lee M.-S., Han M.-H., Cho S.-R. Recovery Efficiency of Cumulus Oocyte Complexes (COCs) according to Collection Frequency for Ovum Pick-up (OPU) Method in Hanwoo Cow. *Journal of Animal Reproduction and Biotechnology*. 2019; 34(4): 300–304. <https://doi.org/10.12750/JARB.34.4.300>
5. Saleem M., Yousuf M.R., Ghafoor A., Riaz A. Effect of three schemes of ovum pick-up on the follicular dynamics, gene expression, and *in-vitro* developmental competence of oocytes in Sahiwal cattle. *Reproduction in Domestic Animals*. 2022; 57(10): 1230–1243. <https://doi.org/10.1111/rda.14198>
6. Chinarov R.Yu., Lukanina V.A., Singina G.N. The effect of different intensity of sessions on the oocytes retrieval from lived cows. *Journal of Dairy and Beef Cattle Farming*. 2023; (3): 33–37 (in Russian). <https://doi.org/10.33943/MMS.2023.15.29.006>
7. Monteiro F.M. *et al.* Beef donor cows with high number of retrieved COC produce more *in vitro* embryos compared with cows with low number of COC after repeated ovum pick-up sessions. *Theriogenology*. 2017; 90: 54–58. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.11.002>
8. Watanabe Y.F. *et al.* Number of oocytes retrieved per donor during OPU and its relationship with *in vitro* embryo production and field fertility following embryo transfer. *Animal Reproduction*. 2017; 14(3): 635–644. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR1008>
9. Choi B.-H. *et al.* Effect of OPU Session Periods on the Efficiency of *In Vitro* Embryo Production in Elite Korean Native Cow. *Journal of Embryo Transfer*. 2018; 33(4): 265–270. <https://doi.org/10.12750/JET.2018.33.4.265>
10. Petyim S., Båge R., Hallap T., Bergqvist A.-S., Rodríguez-Martínez H., Larsson B. Two different schemes of twice-weekly ovum pick-up in dairy heifers: effect on oocyte recovery and ovarian function. *Theriogenology*. 2003; 60(1): 175–188. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01363-8](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01363-8)
11. Gavrichenko N.I., Turchanova L.M. Peculiarities of the course of follicle genesis in the period of the sexual cycle in the ovaries cows with different levels of fertility. *Aktualnyye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva*. 2014; 17(2): 193–198 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vtqwec>

## ОБ АВТОРАХ

### Роман Юрьевич Чинаров

кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории экспериментальной эмбриологии  
roman\_chinarov@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6511-5341>

### Виктория Александровна Луканина

кандидат биологических наук, младший научный сотрудник лаборатории экспериментальной эмбриологии  
kristybatle@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-4744-7873>

### Галина Николаевна Сингина

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экспериментальной эмбриологии  
g\_singina@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0198-9757>

### Екатерина Николаевна Шедова

научный сотрудник лаборатории экспериментальной эмбриологии  
shedvek@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9642-2384>

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, 60, Подольск, Московская обл., 142132, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

### Roman Yurievich Chinarov

Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Experimental Embryology  
roman\_chinarov@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6511-5341>

### Viktoria Alexandrovna Lukanina

Candidate of Biological Sciences, Junior Researcher at the Laboratory of Experimental Embryology  
kristybatle@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-4744-7873>

### Galina Nikolaevna Singina

Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Experimental Embryology  
g\_singina@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0198-9757>

### Ekaterina Nikolaevna Shedova

Researcher at the Laboratory of Experimental Embryology  
shedvek@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9642-2384>

L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60 Dubrovitsy settlement, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia

# АГРАРНАЯ НАУКА

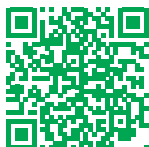
# AGRARIAN SCIENCE

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



Научно-теоретический и производственный журнал «Аграрная наука» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (K1, K2), в список Russian Science Citation Index (RSCI) в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), в ядро РИНЦ, Белый список ВАК РФ, в список периодических изданий Международной базы данных AGRIS (ГНУ ЦНСХБ Россельхозакадемии).

Ознакомиться с информацией о перечне специальностей ВАК и итоговом распределении журналов по категориям можно здесь:



Приравнивание научных журналов, входящих в наукометрические базы данных, к журналам Перечня ВАК с распределением по категориям:



**Согласно приведенным данным, журнал «Аграрная наука» относится к категории K1.**

Подобную информацию о журнале можно получить у научного редактора  
Долгой М.Н.  
+7 (495) 777 67 67 (доб. 1453)  
dolgaya@vicgroup.ru



УДК 636.3:576:591.8

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-71-76

Е.А. Требунских<sup>1</sup>А.А. Белоус<sup>2</sup> ✉П.И. Отраднов<sup>2</sup>А.Ф. Контэ<sup>2</sup>А.А. Решетникова<sup>2</sup>В.В. Волкова<sup>2</sup>Н.А. Зиновьева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО Селекционно-гибридный центр  
«Топ Ген», пос. Вишневка, Воронежская  
обл., Россия

<sup>2</sup>Федеральный исследовательский  
центр животноводства — ВИЖ  
им. академика Л.К. Эрнста,  
пос. Дубровицы, г. о. Подольск,  
Московская обл., Россия

✉ belousa663@gmail.com

Поступила в редакцию: 19.03.2024  
Одобрена после рецензирования: 12.08.2024  
Принята к публикации: 28.08.2024

© Требунских Е.А., Белоус А.А., Отраднов П.И.,  
Контэ А.Ф., Решетникова А.А., Волкова В.В.,  
Зиновьева Н.А.

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-71-76

Elena A. Trebunskih<sup>1</sup>Anna A. Belous<sup>2</sup> ✉Petr I. Otradnov<sup>2</sup>Alexander F. Conte<sup>2</sup>Anastasia A. Reshetnikova<sup>2</sup>Valeria V. Volkova<sup>2</sup>Natalia A. Zinovieva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LLC Breeding and Hybrid Center  
“Top Gene”, Verkhnyaya Khava,  
Voronezh region, Russia

<sup>2</sup>L.K. Ernst Federal Research Center  
for Animal Husbandry,  
Dubrovitsy, Podolsk Municipal District,  
Moscow Region, Russia

✉ belousa663@gmail.com

Received by the editorial office: 19.03.2024  
Accepted in revised: 12.08.2024  
Accepted for publication: 28.08.2024

© Trebunskih E.A., Belous A.A., Otradnov P.I.,  
Conte A.F., Reshetnikova A.A., Volkova V.V.,  
Zinovieva N.A.

## Генетическая архитектура мясных показателей свиноматок крупной белой породы

### РЕЗЮМЕ

В настоящее время полногеномный анализ ассоциаций является современным и достоверным методом анализа геномной информации о животных, а также определения взаимосвязи «генотип — фенотип». Данное исследование направлено на использование метода GWAS для выявления значимых SNP, находящихся внутри или сцепленных с генами по мясным показателям свиней крупной белой породы — толщине шпика над 6–7-м и 10–12-м позвонками, глубине «мышечного глазка». Проведенный GWA-анализ показал наличие 60 генов, из которых 17 имеют связь с биологическим функционалом, аннотация которых проведена в программе DAVID. Были обнаружены три гена, имеющие кодификацию в базе Pig QTL. Гены были разделены на 10 групп на основании генной онтологии (GO). Из всех генов наибольший интерес представляет ген *AUTS2*, расположенный на 3-й хромосоме и прогнозирующий количество желтых тел у свиноматок. Результаты данной научной работы будут способствовать разработке системы генетической оценки и улучшению мясных качеств свиней.

**Ключевые слова:** GWAS, мясные показатели, структурная аннотация генов, функциональная аннотация генов, QTL база, свиноматки крупной белой породы

**Для цитирования:** Требунских Е.А., Белоус А.А., Отраднов П.И., Контэ А.Ф., Решетникова А.А., Волкова В.В., Зиновьева Н.А. Генетическая архитектура мясных показателей свиноматок крупной белой породы. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 71–76.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-71-76>

## Genetic architecture of meat traits in Large White sows

### ABSTRACT

Currently, genome-wide association analysis is a modern and reliable method for analyzing genomic information about animals, as well as determining the “genotype — phenotype” relationship. This study aims to use the GWAS method to identify significant SNPs located within or linked to genes for meat traits in Large White pigs — backfat thickness over the 6–7th and 10–12th vertebrae, and loin muscle depth. The conducted GWA analysis revealed 60 genes, of which 17 are associated with biological functionality, annotated using the DAVID program. Three genes were found to have codification in the Pig QTL database. The genes were divided into 10 groups based on gene ontology (GO). Of all the genes, the *AUTS2* gene, located on chromosome 3 and predicting the number of corpora lutea in sows, is of greatest interest. The results of this scientific work will contribute to the development of a genetic evaluation system and improvement of meat qualities in pigs.

**Key words:** GWAS, meat characteristics, structural annotation of genes, functional annotation of genes, QTL database, large white sows

**For citation:** Trebunskih E.A., Belous A.A., Otradnov P.I., Conte A.F., Reshetnikova A.A., Volkova V.V., Zinovieva N.A. Genetic architecture of meat traits in Large White sows. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 71–76 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-71-76>

## Введение/Introduction

Порода свиней крупная белая занимает видное место в свиноводстве благодаря своим благоприятным качествам, таким как эффективная конверсия корма, быстрый рост, высокая убойная ценность, значительная доля постного мяса. Эти характеристики сделали его предпочтительным выбором для разведения и производства мяса. Селективное разведение с течением времени привело к значительному улучшению генетических характеристик, особенно с точки зрения быстрого роста и повышения худобы. Следовательно, свинья крупной белой породы за последние десятилетия завоевала значительную долю рынка в свиноводческой отрасли [1].

Возраст достижения живой массы в 100 кг (AGE100) является умеренно наследуемым признаком (коэффициент наследуемости варьирует в пределах от 0,3 до 0,5) и служит генетическим индикатором для оценки скорости роста [2]. Толщина шпика при массе 100 кг (BF100) является ключевым показателем для оценки содержания постного мяса у свиней [3], поскольку существует сильная отрицательная генетическая корреляция между толщиной шпика и содержанием постного мяса [4]. Признаки AGE100 и BF100 имеют важное экономическое значение для свиней крупной белой породы, следовательно, более глубокое понимание генетической архитектуры, лежащей в основе скорости роста и особенностей отложения жира, может способствовать прогрессу в разведении свиней и генетическом улучшении.

Полногеномный ассоциативный анализ (GWAS) — это комплексный подход, который исследует генетические вариации, в частности однонуклеотидные полиморфизмы (SNP), по всему геному для выявления вариантов, потенциально связанных с конкретными признаками. В животноводстве GWAS служит ценным инструментом для определения экономически важных признаков,

таких как рост, туша [5–7], воспроизводство [8, 9], иммунитет [10, 11] и качество мяса [12, 13], среди других изученных генов-кандидатов. Хотя GWAS обычно используется для идентификации генетических маркеров, связанных со сложными признаками у домашнего скота, он имеет некоторые ограничения, такие как низкая воспроизводимость [14] и высокая частота ложноположительных результатов [15].

**Цель исследования** — использовать метод GWAS для выявления генов, ассоциированных с мясными качествами свиноматок крупной белой породы, включая следующие признаки: толщину шпика над 6–7-м ребром, толщину шпика над 10–12-м грудными позвонками и глубину «мышечного глазка».

Результаты данной работы будут способствовать разработке тест-систем по полученным генам для улучшения отбора свиней по мясным качествам.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Материалом исследования являлись данные первичного учета с программы Herdsman (S&S Programming, США)<sup>1</sup> мясных признаков свиноматок крупной белой породы 2021–2022 гг. рождения в количестве 500 голов, находящихся в ООО СГЦ «Топ Ген».

Исследования проводились в 2023–2024 гг.

В статье встречаются сокращения: BF1 — толщина шпика над 6–7-м ребром; BF2 — толщина шпика над 10–12-м грудным позвонком; D — глубина «мышечного глазка».

Описательные статистические параметры выборки представлены в таблице 1.

Наблюдаемые параметры вариации демонстрируют, что наименьшим фенотипическим разнообразием характеризовалась глубина мышечного глазка ( $C_v = 8,74\%$ ),

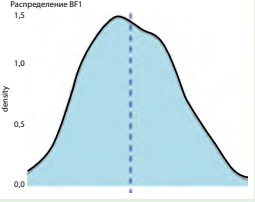
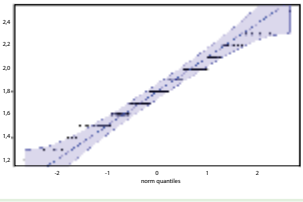
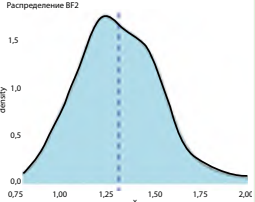
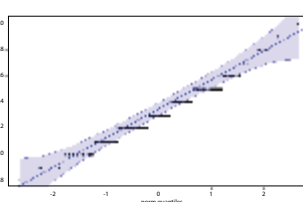
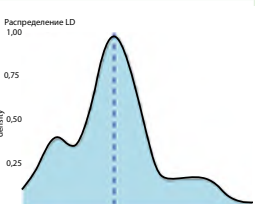
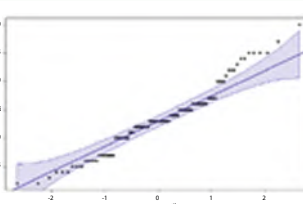
признаки толщины шпика варьировали примерно на одном уровне ( $C_v = 14,03–16,57\%$ ). Картины распределения свидетельствуют о том, что частоты встречаемости значений исследованных признаков в основном соответствовали доверительному интервалу нормального распределения.

Работа была выполнена в лаборатории генетических технологий в агро- и аквахозяйстве Федерального исследовательского центра Всероссийского института животноводства им. академика Л.К. Эрнста с использованием оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием «Биоресурсы и биоинженерия сельскохозяйственных животных» ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

В исследованиях были использованы образцы

Таблица 1. Описательная характеристика исследованных признаков в выборке

Table 1. Descriptive characteristics of the traits studied in the sample

Признак	Параметр			Картина распределения	Картина соответствия распределения нормальному
	M ± m	Min–Max	$C_v$ , %		
BF1, мм	1,80 ± 0,02	1,20–2,50	14,03		
BF2, мм	1,31 ± 0,02	0,80–2,00	16,57		
LD, мм	6,31 ± 0,05	5,20–8,00	8,74		

<sup>1</sup> <http://www.herdsmen.com/>

(фрагмент уха свиноматки,  $n = 500$ ) из коллекции ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

Выделение ДНК проводили с помощью наборов для выделения геномной ДНК серии «ДНК-Экстрен» (ЗАО «Синтол», Россия) в соответствии с протоколом фирмы-производителя.

Концентрацию двухцепочечной ДНК определяли с помощью флуориметра Qubit 2.0 (Invitrogen/Life Technologies, США).

Для определения качества ДНК измеряли соотношение OD260/OD280 (спектрофотометр NanoDrop8000, ThermoFisher Scientific, США). Для анализа использовали ДНК с OD260/OD280 = 1,6–1,8.

Кроме того, качество ДНК оценивали посредством гель-электрофореза в 1%-ном агарозном геле. Полногеномное генотипирование проводили с использованием высокоплотных ДНК-чипов PorcineHD Genotyping BeadChip (платформа GeneSeek Genomic Profiler, Neogene, США), содержащим 66 763 SNP.

Анализ полногеномных ассоциаций осуществлялся с помощью программного обеспечения Plink 1.90 (Shaun Purcell, Broad Institute of Harvard & MIT, США) с учётом популяционной стратификации. Контроль качества и фильтрацию данных генотипирования для каждого SNP и каждого образца выполняли, применяя фильтры: Call-rate — по всем исследуемым SNP для индивидуального образца не ниже 90% (-mind 0,10); Call-rate — для каждого из исследованных SNP по всем генотипированным образцам не ниже 90% (-geno 0,10); частота встречаемости минорных аллелей (MAF)  $\geq 0,05$ ; отклонение генотипов по SNP от распределения по Харди — Вайнбергу в совокупности протестированных образцов  $\leq 0,001$  (-hwe 1e-3).

Для поиска генов-кандидатов, локализованных в области идентифицированных SNP, использовали геномный ресурс Sscrofa11.1<sup>2</sup> базы данных NCBI.

Функциональные аннотации и выявление анализа обогащения генов выполняли с привлечением базы данных DAVID<sup>3</sup> и базы данных Animal QTL<sup>4</sup>.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Крупная белая порода свиней является одной из старейших пород (Англия, XIX в.), основные ценности которой — многоплодие (как известно, от одной свиноматки можно получить от 14 поросят), молочность, выражающаяся в скорости роста подсосного молодняка.

По значениям мясности данная порода имеет следующие характеристики: убойный выход — 82%, выход мяса — 63%. Толщина шпика над 6–7-м грудным позвонком в среднем по породе достигает 18,8 мм, площадь «мышечного глазка» — 26,3 см<sup>2</sup>. Мясо свиней характеризуется как «мраморное» — сочное, нежное, с тонкими прослойками жира.

Для отбора животных в раннем возрасте по мясным качествам необходимо

иметь представление о генах, отвечающих за данные признаки [4], в связи с чем метод GWA-анализа, представленный в статье, является наилучшим на сегодняшний день в вопросе обнаружения генов, прогнозируемо взаимосвязанных с количественными параметрами, а именно признаками мясной продуктивности у свиноматок крупной белой породы.

Для визуализации плотности SNP по хромосомам в среде разработки RStudio был использован пакет GWAS rMVP языка R (рис. 1).

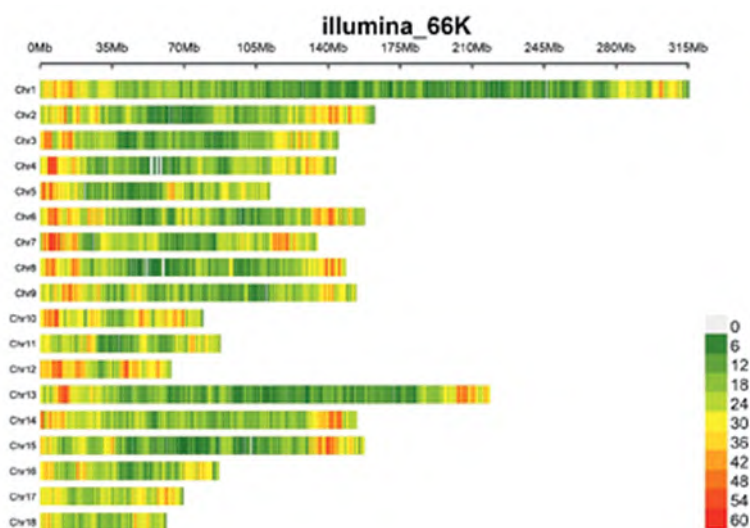
Выявление обусловленности проявления признака аллельным вариантом гена-кандидата необходимо для создания систем улучшения селекционного отбора по геномной селекции у чистопородных особей. После фильтрации данных осталось 51 454 SNP.

Полногеномный анализ по признаку «толщина шпика над 6–7-м ребром (BF1)» показал наличие 37 однонуклеотидных полиморфизмов, ассоциация которых с изменчивостью признака соответствовала высокому порогу достоверности, расположенных на 10 из 18 хромосом: 1-й, 3-й, 7-й, 8-й, 10-й, 11-й, 13–15-й и 17-й (рис. 2).

Наиболее достоверный уровень ассоциации был выявлен для SNP WU\_10.2\_1\_16021339 при  $p = 5,36 \times 10^{-6}$ .

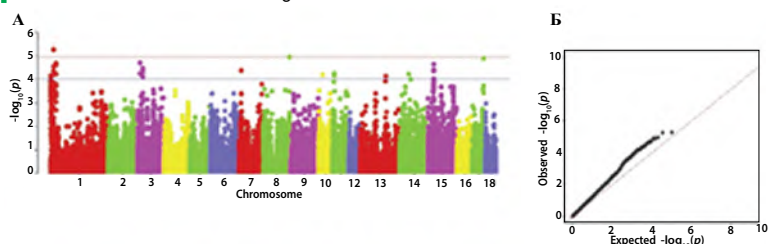
**Рис. 1.** График плотности SNP по мясным признакам свиноматок крупной белой породы. Автор рисунка А.А. Белоус

**Fig. 1.** Graph of SNP density by meat characteristics of large white breed sows. The author of the drawing is A.A. Belous



**Рис. 2:** А — распределение однонуклеотидных мутаций по хромосомам свиней крупной белой породы в связи с уровнем достоверности ( $-\log_{10}(p)$ ) по вероятностному суггестивному значению (синяя линия,  $p < 0,001$ ) и критерию Бонферрони (красная линия,  $p < 9,72 \times 10^{-5}$ ) для показателя «толщина шпика над 6–7-м ребром»; Б — квантиль вероятностного распределения ожидаемого и наблюдаемого отклонений от нормального распределения для значений достоверности. Автор рисунка А.А. Белоус

**Fig. 2:** А — the distribution of single-nucleotide mutations on the chromosomes of large white pigs in connection with the confidence level ( $-\log_{10}(p)$ ) according to the probabilistic suggestive value (blue line,  $p < 0.001$ ) and the Bonferroni criterion (red line,  $p < 9.72 \times 10^{-5}$ ) for the indicator "fat thickness over the 6–7th rib"; Б — the quartile of the probability distribution of expected and observed deviations from the normal distribution for confidence values. The author of the drawing is A.A. Belous



<sup>2</sup> [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/datasets/genome/GCF\\_000003025.6/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/datasets/genome/GCF_000003025.6/)

<sup>3</sup> <https://david.ncifcrf.gov/summary.jsp>

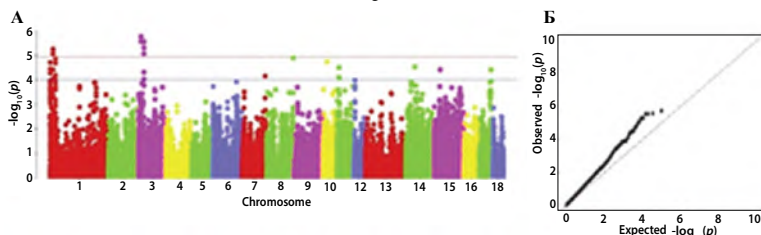
<sup>4</sup> <https://www.animalgenome.org/cgi-bin/QTLdb/index>



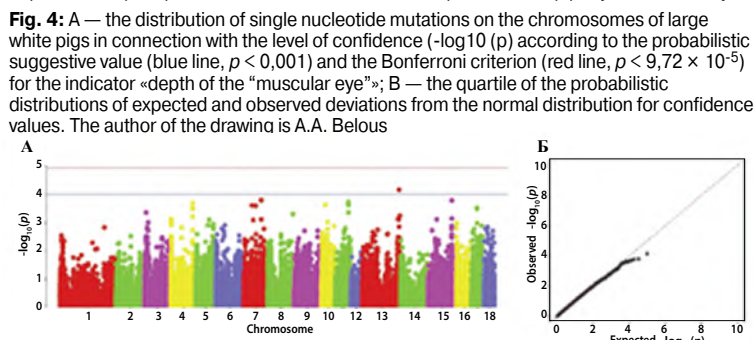
По признаку толщина шипика над 10–12-м грудным позвонком (BF2) обнаружены 34 SNP на 1-й, 3-й, 7-й, 8-й, 10-й, 11-й, 14-й, 15-й и 17-й хромосомах (рис. 3).

Наибольшее значение по достоверности было определено у SNP WU\_10\_2\_3\_13474115, расположенного на 3-й хромосоме при  $p = 1,80 \times 10^{-6}$ .

**Рис. 3:** А — распределение однонуклеотидных мутаций по хромосомам свиней крупной белой породы в связи с уровнем достоверности ( $-\log_{10}(p)$ ) по вероятностному суггестивному значению (синяя линия,  $p < 0,001$ ) и критерию Бонферрони (красная линия,  $p < 9,72 \times 10^{-5}$ ) для показателя «толщина шипика над 10–12-м грудным позвонком»; Б — квантиль вероятностного распределения ожидаемого и наблюдаемого отклонений от нормального распределения для значений достоверности. Автор рисунка А.А. Белоус



**Рис. 4:** А — распределение однонуклеотидных мутаций по хромосомам свиней крупной белой породы в связи с уровнем достоверности ( $-\log_{10}(p)$ ) по вероятностному суггестивному значению (синяя линия,  $p < 0,001$ ) и критерию Бонферрони (красная линия,  $p < 9,72 \times 10^{-5}$ ) для показателя «глубина «мышечного глазка»»; Б — квантиль вероятностного распределения ожидаемого и наблюдаемого отклонений от нормального распределения для значений достоверности. Автор рисунка А.А. Белоус



По показателю глубина «мышечного глазка» (LD) выявлены 37 SNP на 3–5-й, 7-й, 8-й, 10-й, 11-й, 13-й, 15-й и 17-й хромосомах, наибольшее по достоверности SNP MARC0058120 на 13-й хромосоме,  $p = 7,00 \times 10^{-5}$  (рис. 4).

По трем изучаемым признакам всего были выявлены 27 SNP на 8 хромосомах из 18 (табл. 2).

Структурная аннотация обнаруженных SNP установила наличие 62 генов, локализованных внутри генов или сцепленных с ними (рис. 5). Однонуклеотидные

**Рис. 5.** Матрица соответствия однонуклеотидных полиморфизмов, локализованных внутри или в непосредственной близости от протеин-кодирующих генов, ассоциированных с мясными показателями свиноматок породы крупная белая

**Fig. 5.** Correspondence matrix for single nucleotide polymorphisms localized within or in close proximity to protein-coding genes, associated with meat traits of Large White sows

№хр.	№SNP	Число генов	Признаки		
			BF1	BF2	LD
1	1,2	10			
1	3,4,5,6	7			
1	7,8,9	4			
1	10,11	1			
1	12,13,14,15,16	2			
1	17	0			
1	18	10			
3	19	2			
3	20,21,22	2			
3	23,24	9			
3	25	4			
3	26,27	11			

**Примечание:** № хр. — номер хромосомы свиньи; № SNP — порядковый номер SNP; число генов — указано число генов, локализованных внутри или в непосредственной близости от протеин-кодирующих генов; признаки: BF1 — толщина шипика над 6–7-м ребром; BF2 — толщина шипика над 10–12-м грудным позвонком; LD — глубина «мышечного глазка». Закрашены ячейки пересечения блока SNP и признака, по отношению к которому выявлена достоверная взаимосвязь.

Таблица 2. Выявленные SNP, общие для мясных признаков свиноматок крупной белой породы

Table 2. Identified SNPs common for meat traits of Large White sows

№/п	Хр,*	SNP	Позиция	P	Признак***	№/п	Хр,*	SNP	Позиция	P	Признак***
1		ALGA0001896	29 466 154	1,42E-05**	BF2	16	3	WU_10_2_3_13474115	13 274 115	1,80E-06	BF2
				2,07E-05	BF1					5,76E-05	BF1
2		ASGA0000304	1 840 352	1,99E-05	BF2	17	8	WU_10_2_8_143464575	143 264 575	1,32E-05	BF2
				7,55E-05	BF1					1,17E-05	BF1
3		ASGA0001176	15 979 177	3,95E-05	BF2	18	10	WU_10_2_10_23632408	23 432 408	0,000514	LD
				2,83E-05	BF1					1,85E-05	BF2
4		ASGA0001753	29 628 387	2,12E-05	BF2	19		WU_10_2_11_8343734	8 143 734	6,43E-05	BF1
				2,51E-05	BF1					0,00024	LD
5	1	ASGA0001755	29 434 941	6,69E-05	BF2	20		WU_10_2_11_9777414	9 577 414	8,09E-05	BF2
				5,99E-05	BF1		11			5,66E-05	BF1
6		MARC0028827	1 873 619	3,66E-05	BF2	21		WU_10_2_11_9905596	9 705 596	3,22E-05	BF2
				6,80E-05	BF1					7,06E-05	BF1
7		MARC0057601	15 935 015	8,88E-06	BF2	22		WU_10_2_11_9980511	9 780 511	3,22E-05	BF2
				5,57E-06	BF1					7,06E-05	BF1
8		WU_10_2_1_16021339	15 821 339	5,83E-06	BF2	23		ALGA0077404	49 379 147	3,22E-05	BF2
				5,36E-06	BF1		14			7,06E-05	BF1
9		WU_10_2_1_16236146	16 036 146	9,31E-05	BF2	24		MARC0048650	49 285 578	3,08E-05	BF2
				4,33E-05	BF1					6,16E-05	BF1
10		ALGA0106252	28 824 181	2,89E-06	BF2	25	15	ALGA0084558	31 543 477	3,08E-05	BF2
				3,33E-05	BF1					6,16E-05	BF1
11		ALGA0106253	28 824 154	2,89E-06	BF2	26		ALGA0096042	61 628 505	3,90E-05	BF2
				3,33E-05	BF1		17			4,47E-05	BF1
12		ALGA0106525	28 981 112	5,13E-06	BF2	27		WU_10_2_17_61811415	61 611 415	3,92E-05	BF2
				4,83E-05	BF1					1,29E-05	BF1
13	3	DIAS0000012	28 828 350	5,13E-06	BF2						
				4,83E-05	BF1						
14		DIAS0003364	28 861 897	8,79E-06	BF2						
				7,91E-05	BF1						
15		H3GA0008811	13 255 566	2,79E-06	BF2						
				2,03E-05	BF1						

**Примечание:** \* хр. — номер хромосомы, на которой расположен SNP; SNP — однонуклеотидный полиморфизм; P — достоверность SNP; \*\* экспоненциальная форма записи десятичной дроби с большим числом знаков после запятой; буква E означает «умножить на 10 в степени»; \*\*\* расшифровка признаков приведена в разделе «Материалы и методы исследований».

полиморфизмы установлены в 10 потенциальных генах-кандидатах: гены *LRP11*, *PCMT1*, *PPIL4*, *SGK1* на 1-й хромосоме, ген *MRTFB* на 3-й хромосоме, ген *IGFN1* на 10-й хромосоме, гены *GUCD1*, *ADORA2A* на 14-й хромосоме, ген *SCTR* на 15-й и ген *GATA5* на 17-й хромосоме.

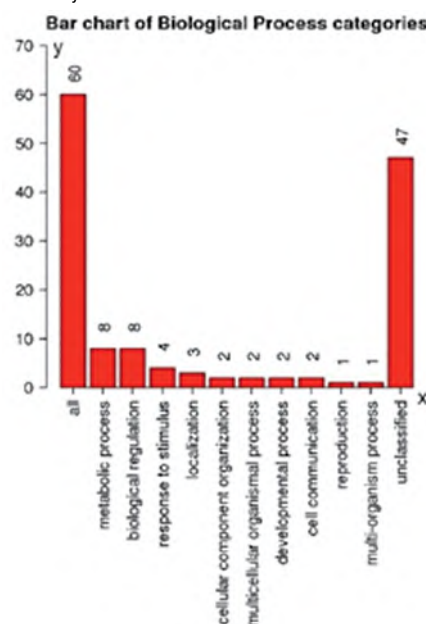
В ходе функциональной аннотации из 60 значимых генов, обнаруженных в ходе исследования, были выявлены 17, играющих роль в биологической регуляции функций организма (рис. 6, табл. 3).

Таким образом, были выявлены следующие группы генов по биологическим функциям (GOTERM\_BP):

1. Метаболический процесс (GO:0008152).
2. Биологическая регуляция (GO:0065007).
3. Реакция на раздражитель (GO:0050896).
4. Локализация (GO:0051179) — любой процесс, при котором клетка, вещество или клеточный объект, такой как белковый комплекс или органелла, транспортируется, привязывается или иным образом поддерживается в определенном месте.
5. Организация клеточных компонентов (GO:0016043).
6. Процесс многоклеточного организма (GO:0032501).
7. Процесс развития (GO:0032502).
8. Связь клеток (GO:0007154).
9. Процесс репродукции (GO:0000003).
10. Мультиорганический процесс (GO:0051704).

Рис. 6. Описание биологических функций генов, выявленных в исследовании

Fig. 6. Description of biological functions of the genes identified in the study



Примечание: ось y — количество генов; x — названия биологических функций; all — всего задано генов; unclassified — количество генов, которым не была присвоена биологическая функция.

Таблица 3. Функциональная аннотация выявленных генов-кандидатов

Table 3. Functional annotation of identified candidate genes

Ген	SNP	Функциональная биологическая аннотация по DAVID
<i>CCR6</i>	ASGA0000304	хемотаксис, иммунный ответ
<i>RNASET2</i>		врожденный иммунный ответ
<i>LRP11</i>	MARC0028827	реакция на жару, реакция на холод, реакция на недостаток воды, реакция на механический раздражитель, реакция многоклеточного организма на стресс, реакция на иммобилизационный стресс, реакция на голодание
<i>SLC2A12</i>	ASGA0001755	транспорт углеводов, трансмембранный транспорт глюкозы
<i>TCF21</i>	ALGA0001896	развитие альвеол легких, развитие селезенки
<i>MRTFB</i>	ALGA0106253	позитивная регуляция развития поперечно-полосатой мышечной ткани
<i>CACNA1S</i>	WU_10.2_10_23632408	транспорт ионов кальция, мышечное сокращение
<i>TNNT2</i>	WU_10.2_10_23632408	сокращение мышц, регуляция мышечного сокращения, регуляция сердечного сокращения, ответ на ион кальция, морфогенез ткани сердечной мышцы желудочков, сокращение сердечной мышцы
<i>TNNI1</i>		сокращение скелетных мышц, мышечное сокращение, переход между быстрыми и медленными волокнами, морфогенез ткани сердечной мышцы желудочков, сокращение сердечной мышцы
<i>FRY</i>	WU_10.2_11_8343734	клеточный морфогенез
<i>ADORA2A</i>	MARC0048650	пищевое поведение
<i>UPB1</i>		метаболический процесс соединений азота
<i>BCR</i>	ALGA0077404	процесс почечной системы, развитие мозга
<i>SCTR</i>	ALGA0084558	развитие мозга
<i>GATA5</i>	WU_10.2_17_61811415	развитие сердечной мышечной ткани, дифференцировка эпителиальных клеток кишечника
<i>OSBPL2</i>		транспорт липидов, организация плазматической мембраны, внутриклеточный транспорт холестерина
<i>MTG2</i>	ALGA0096042	регуляция процессов дыхательной системы

Примечание: жирным шрифтом выделен ген, внутри которого локализован выявленный SNP-маркер.

В базе локусов количественных признаков свиней (Pig QTL) из 17 только по 3 генам были найдены кодификации по локусам количественных признаков. Так, ген предрасположенности к аутизму белок 2 (*AUTS2*) прогнозирует количество желтых тел в популяции помесных свиней (дюрок х мейшан), его номер в базе QTL 281338 [17].

В связи с тем что от количества желтых тел в организме свиноматок зависит репродуктивный период, взаимосвязь данного гена с толщиной шпика в исследовании имеет логическое обоснование и требует дополнительного научного анализа по выявлению корреляций. Ген *FRY* (QTL 264162) — по результатам полногеномного исследования на помесных свиньях (дюрок х ландрас х йокшир) обнаружили его взаимосвязь с массой легких [18]. Ген *CFAP221* (QTL:239989; QTL:239991) в исследованиях P. Wu [19] на китайских свиньях циньшан ассоциирован с цветом мяса.

## Выводы/Conclusion

Поиск новых генетических маркеров, отвечающих за хозяйственно полезные, в частности мясные, параметры животных, для их дальнейшего практического применения является одним из аспектов геномной оценки животных.

В данном исследовании идентификация ассоциаций генов с изучаемыми признаками свиноматок крупной белой породы осуществлялась с помощью метода полногеномного ассоциативного исследования (GWAS). Из 60 достоверных генов, внутри которых расположены или сцеплены SNP, по биологическим функциям ассоциированы 17 генов по программе DAVID и 3 — по базе Pig QTL. Из всех генов наибольший интерес представляет *AUTS2*, расположенный на 3-й хромосоме и прогнозирующий количество желтых тел у свиноматок.

Дальнейшее применение выявленных генов будет направлено на расчет частоты влияния генотипа на остальные признаки, построения корреляционных плеяд и разработки тест-системы.

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

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

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 21-76-10038.

## FUNDING

This research was funded by Russian Science Foundation No. 21-76-10038.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

1. Zhang S. *et al.* Selective sweep analysis reveals extensive parallel selection traits between large white and Duroc pigs. *Evolutionary Applications*. 2020; 13(10): 2807–2820. <https://doi.org/10.1111/eva.13085>
2. Johnson Z.B., Nugent R.A. Heritability of body length and measures of body density and their relationship to backfat thickness and loin muscle area in swine. *Journal of Animal Science*. 2003; 81(8): 1943–1949. <https://doi.org/10.2527/2003.8181943x>
3. Davoli R. *et al.* Genetic parameters of backfat fatty acids and carcass traits in Large White pigs. *Animal*. 2019; 13(5): 924–932. <https://doi.org/10.1017/S1751731118002082>
4. Bidanel J.P., Ducos A., Guéblez R., Labroue F. Genetic parameters of backfat thickness, age at 100 kg and ultimate pH in on-farm tested French Landrace and Large White pigs. *Livestock Production Science*. 1994; 40(3): 291–301. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(94\)90096-5](https://doi.org/10.1016/0301-6226(94)90096-5)
5. Ruan D. *et al.* Weighted Single-Step GWAS Identified Candidate Genes Associated with Growth Traits in a Duroc Pig Population. *Genes*. 2021; 12(1): 117. <https://doi.org/10.3390/genes12010117>
6. Jiang Y. *et al.* A genome-wide association study of growth and fatness traits in two pig populations with different genetic backgrounds. *Journal of Animal Science*. 2018; 96(3): 806–816. <https://doi.org/10.1093/jas/skx038>
7. Zhang Y. *et al.* Genetic correlation of fatty acid composition with growth, carcass, fat deposition and meat quality traits based on GWAS data in six pig populations. *Meat Science*. 2019; 150: 47–55. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.12.008>
8. Wang X. *et al.* GWAS of Reproductive Traits in Large White Pigs on Chip and Imputed Whole-Genome Sequencing Data. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022; 23(21): 13338. <https://doi.org/10.3390/ijms232113338>
9. Wang Y. *et al.* Genome-Wide Association Study of Piglet Uniformity and Farrowing Interval. *Frontiers in Genetics*. 2017; 8: 194. <https://doi.org/10.3389/fgene.2017.00194>
10. Okamura T. *et al.* A genome-wide scan for quantitative trait loci affecting respiratory disease and immune capacity in Landrace pigs. *Animal Genetics*. 2012; 43(6): 721–729. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2012.02359.x>

11. Uemoto Y. *et al.* Genome-wide association studies for production, respiratory disease, and immune-related traits in Landrace pigs. *Scientific Reports*. 2021; 11: 15823. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95339-2>
12. Falker-Gieske C., Blaj I., Preuß S., Bennewitz J., Thaller G., Tetens J. GWAS for Meat and Carcass Traits Using Imputed Sequence Level Genotypes in Pooled F2-Designs in Pigs. *G3 Genes Genomes Genetics*. 2019; 9(9): 2823–2834. <https://doi.org/10.1534/g3.119.400452>
13. Oyelami F.O. *et al.* Haplotype Block Analysis Reveals Candidate Genes and QTLs for Meat Quality and Disease Resistance in Chinese Jiangquhai Pig Breed. *Frontiers in Genetics*. 2020; 11: 752. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.00752>
14. Marigorta U.M., Rodriguez J.A., Gibson G., Navarro A. Replicability and Prediction: Lessons and Challenges from GWAS. *Trends in Genetics*. 2018; 34(7): 504–517. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2018.03.005>
15. Colhoun H.M., McKeigue P.M., Smith G.D. Problems of reporting genetic associations with complex outcomes. *The Lancet*. 2003; 361(9360): 865–872. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(03\)12715-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)12715-8)
16. Evangelou E., Maraganore D.M., Ioannidis J.P.A. Meta-Analysis in Genome-Wide Association Datasets: Strategies and Application in Parkinson Disease. *PLoS ONE*. 2007; 2(2): e196. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000196>
17. Sato S., Hayashi T., Kobayashi E. Characterization of porcine autism susceptibility candidate 2 as a candidate gene for the number of corpora lutea in pigs. *Animal Reproduction Science*. 2011; 126(3–4): 211–220. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.05.003>
18. Li X. *et al.* Integrated Single-Trait and Multi-Trait GWASs Reveal the Genetic Architecture of Internal Organ Weight in Pigs. *Animals*. 2023; 13(5): 808. <https://doi.org/10.3390/ani13050808>
19. Wu P. *et al.* Whole-genome sequencing association analysis reveals the genetic architecture of meat quality traits in Chinese Qingyu pigs. *Genome*. 2020; 63(10): 503–515. <https://doi.org/10.1139/gen-2019-0227>

## ОБ АВТОРАХ

### Елена Алексеевна Требушкин<sup>1</sup>

заместитель директора по племенному делу  
terramio7@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5208-3376>

### Анна Александровна Белоус<sup>2</sup>

кандидат биологических наук, доцент,  
заведующая лабораторией  
belousa663@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-7533-4281>

### Пётр Ильич Отраднов<sup>2</sup>

младший научный сотрудник  
deriteronard@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-1153-5815>

### Александр Фёдорович Контэ<sup>2</sup>

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник  
alexandrconte@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4877-0883>

### Анастасия Александровна Решетникова<sup>2</sup>

младший научный сотрудник  
reshetnikova.aa@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4874-2615>

### Валерия Владимировна Волкова<sup>2</sup>

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
moonlit-elf@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2080-0182>

### Наталья Анатольевна Зиновьева<sup>2</sup>

директор, доктор биологических наук, академик Российской академии наук, профессор  
priemnaya-vij@mail.ru  
[orcid.org/0000-0003-4017-6863](https://orcid.org/0000-0003-4017-6863)

## ABOUT THE AUTHORS

### Elena Alekseevna Trebunskikh<sup>1</sup>

Deputy Director of Breeding  
terramio7@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5208-3376>

### Anna Alexandrovna Belous<sup>2</sup>

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory  
belousa663@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-7533-4281>

### Pyotr Ilyich Otradnov<sup>2</sup>

Junior Researcher  
deriteronard@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-1153-5815>

### Alexander Fedorovich Conte<sup>2</sup>

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher  
alexandrconte@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4877-0883>

### Anastasia Alexandrovna Reshetnikova<sup>2</sup>

Junior Research Assistant  
reshetnikova.aa@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4874-2615>

### Valeria Vladimirovna Volkova<sup>2</sup>

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher  
moonlit-elf@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2080-0182>

### Natalia Anatolyevna Zinovieva<sup>2</sup>

Director, Doctor of Biological Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor  
priemnaya-vij@mail.ru  
[orcid.org/0000-0003-4017-6863](https://orcid.org/0000-0003-4017-6863)

<sup>1</sup>ООО Селекционно-гибридный центр «Топ Ген», ул. им. Калинина, 1, с. Верхняя Хава, Верхнехавский р-н, Воронежская обл., 396110, Россия

<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, 60, г. о. Подольск, Московская обл., 142132, Россия

<sup>1</sup>Top Gen Breeding and Hybrid Center LLC, 1 Kalinin Str., Verkhnyaya Khava village, Verkhnekhava district, Voronezh region, 396110, Russia

<sup>2</sup>L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60 Dubrovitsy settlement, Podolsk city district, Moscow region, 142132, Russia



УДК 639.3.05

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-77-81

Ю.С. Щербаков ✉

О.А. Николаева

В.И. Тыщенко

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста», Пушкин, Санкт-Петербург, Россия

✉ yura.10.08.94.94@mail.ru

Поступила в редакцию: 28.04.2024  
Одобрена после рецензирования: 12.08.2024  
Принята к публикации: 28.08.2024

© Щербаков Ю.С., Николаева О.А., Тыщенко В.И.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-77-81

Yuri S. Shcherbackov ✉

Olga A. Nikolaeva

Valentina I. Tyshchenko

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Pushkin, St. Petersburg, Russia

✉ yura.10.08.94.94@mail.ru

Received by the editorial office: 28.04.2024  
Accepted in revised: 12.08.2024  
Accepted for publication: 28.08.2024

© Scherbakov Y.S., Nikolaeva O.A., Tyshchenko V.I.

## Изучение динамики относительной экспрессии гена EGR1 у радужной форели в разных тканях

### РЕЗЮМЕ

Цель данного исследования — изучение динамики относительного уровня экспрессии гена EGR1 в тканях радужной форели в разном возрасте. Ген EGR1 кодирует белок, который функционирует как регулятор транскрипции генов, задействованных в процессах митогенеза и дифференцировки клеток. Для исследования была взята рандомизированная выборка рыб ( $n = 15$ ) возраста 6, 12 и 18 месяцев. Для оценки уровня экспрессии гена EGR1, расположенного на 14-й хромосоме, был взят ген, кодирующий глюкозо-6-фосфатдегидрогеназу (G6PD). Анализ уровня относительной экспрессии гена EGR1 в тканях прямой кишки выявил значительные различия в разный возрастной период радужной форели. Экспрессия в тканях прямой кишки в возрасте 6 мес. была максимальной, а в возрасте 12 мес. — минимальной, но достоверных различий не было установлено ( $p = 0,2648$ ). В результате анализа изменений уровня относительной экспрессии гена EGR1 в тканях сердца радужной форели в разном возрасте установлено, у группы рыб возраста 6 мес. уровень экспрессии был максимальным в сравнении с группами 12 мес. и 18 мес. ( $p < 0,01$ ). Полученные результаты свидетельствуют о важной роли белка EGR1 как транскрипционного фактора в росте и развитии рыбы. Накопление массы происходит наиболее интенсивно именно в раннем возрасте (до 6 мес.), и этот процесс, вероятно, обусловлен повышенной транскрипцией гена EGR1. Наличие отрицательных корреляций между экспрессией изучаемого гена в сердце и рядом размерно-весовых показателей указывает на роль других транскрипционных факторов, влияющих на формирование таких показателей.

**Ключевые слова:** радужная форель, ген, EGR1, экспрессия генов, РНК

**Для цитирования:** Щербаков Ю.С., Николаева О.А., Тыщенко В.И. Изучение динамики относительной экспрессии гена EGR1 у радужной форели в разных тканях. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 77–81. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-77-81>

## Study of the dynamics of relative expression of the EGR1 gene in rainbow trout in different tissues

### ABSTRACT

The purpose of this study was to study the dynamics of the comparative level of expression of the EGR1 gene in the tissues of rainbow trout at different ages. The EGR1 gene encodes a transcription factor that influences the transcription of a large number of genes from both the 5-bar and 3-bar ends of genes. A random sample of fish aged 6, 12 and 18 months was taken for the study. To assess the expression level of the EGR1 gene, located on 14 chromosomes, a housekeeping gene was taken: G6PD. A comparative analysis of the expression level of the EGR1 gene in rectal tissues revealed a significant change in different age periods of rainbow trout. Expression in the tissues of the rectum at the age of 6 months was maximal, and at the age of 12 months it was minimal, but no significant differences were found ( $p = 0.2648$ ). As a result of the analysis of changes in the level of relative expression of the EGR1 gene in the heart tissues of rainbow trout at different ages, it was found that in the group of fish aged 6 months, the expression level was maximum at the stage of 12 and 18 months ( $p < 0.01$ ). As a result of the study, a correlation between the size and weight parameters of rainbow trout and the level of gene expression in different eras and in different countries was established. Expression dynamics at different ages in rainbow trout were also determined.

**Key words:** rainbow trout, gene, EGR1, gene expression, RNA

**For citation:** Shcherbackov Y.S., Nikolaeva O.A., Tyshchenko V.I. Study of the dynamics of relative expression of the EGR1 gene in rainbow trout in different tissues. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 77–81 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-77-81>

## Введение/Introduction

Выращивание радужной форели в аквакультуре представляет собой эффективное решение при производстве рыбной продукции, так как позволяет выращивать на одной площади большее количество особей. Высокая плотность посадки обеспечивает ряд технологических преимуществ такого способа ведения хозяйства по сравнению с использованием естественных водоемов [1].

Несмотря на очевидные положительные стороны искусственного разведения рыб, доля России в мировом производстве продуктов рыбоводства составляет всего 0,33% [2]. Эффективное ведение рыбного хозяйства возможно при использовании пород рыб, адаптированных к таким условиям. В частности, в области форелеводства выведен целый ряд пород радужной форели, обеспечивающих высокую продуктивность.

В последние годы большое внимание уделяется молекулярно-генетическим технологиям, направленным на изучение организации генома рыб, выявления связи фенотипа с кишечной микробиотой, определением адаптивного потенциала и т. д. [3].

Наряду с исследованиями полного генома на предмет выявления ассоциаций однонуклеотидных полиморфизмов (SNPs) с продуктивными признаками рыбы продолжают исследования отдельных генов. Вклад некоторых генов у рыб в формирование фенотипа значительно выше, чем у млекопитающих, в связи с этим изучение генетики рыб является актуальной задачей. Известно, что гены, детерминирующие факторы транскрипции, обладают плейотропным эффектом, продукты этих генов регулируют экспрессию многих генов. Таким образом, исследование структуры и функций генов, связанных с морфогенезом рыб, является перспективным путем получения новых знаний, которые можно использовать как в фундаментальной науке, так и в прикладных работах [4, 5].

Ген реакции раннего роста 1 (*EGR1*) регулирует транскрипцию генов, участвующих в ответных реакциях на факторы роста и повреждение ДНК, участвует в процессах выживания, пролиферации и гибели клеток и иммунном ответе [6]. Уже достаточно давно известно, что этот ген у рыб имеет высокую степень гомологии с геном *EGR1* мышей, крыс и человека, за исключением повторяющегося нуклеотидного триплета, кодирующего на N-концевом участке соответствующий белок [7].

Ген *EGR1* кодирует транскрипционный фактор, оказывающий влияние на транскрипцию большого числа генов как с 5-штрих, так и с 3-штрих конца генов. Более того, установлено, что около 9000 аннотированных генов содержат по крайней мере один комплементарный к данному гену участок в промоторной части [8]. В частности, выявлена роль гена в окулогенезе у рыб при формировании хрусталика и дифференциации клеток сетчатки. Мутации в гене привели к задержке в развитии глаз [3]. Ген *EGR1* имеет высокую гомологию с участками генов, вовлеченных в передачу сигналов в синапсах нервных окончаний [9]. Такие функциональные особенности белковых продуктов гена определяют его важность в поведении рыб в социальном аспекте.

Например, было установлено, что мутации в гене, снижающие его экспрессию, приводят к нарушениям социального поведения и ориентирования в пространстве у костистых рыб [10, 11]. Очевидно, нарушение социального поведения форели неизбежно негативно

скажется на формировании живой массы при разведении рыбы. Это связано с нарушениями ориентации особей во время кормления, потерей естественных взаимоотношений между индивидуумами в популяции.

Исследования *EGR1* проводили в основном на модельном объекте (zebrafish) [7, 12], поэтому изучение экспрессии гена у коммерчески выращиваемых пород форелевых рыб в аквакультуре представляет особый интерес.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Биологический материал был собран в Федеральном селекционно-генетическом центре рыбоводства (п. Ропша, Ленинградская обл., Россия) в 2022 году.

Для исследования была выбрана форель радужная (*Oncorhynchus mikiss* W.) породы Рофор (рис. 1).

Для анализа относительной экспрессии гена *EGR1* были взяты экземпляры рыбы разных возрастов (6 мес., 12 мес. и 18 мес.) по 5 штук в каждой группе. Образцы мышечной ткани, ткани сердца и прямой кишки были зафиксированы в РНК-стабилизирующем растворе («Евроген», Россия) (от 5 особей в каждой группе). От каждой особи были сняты метрические показатели (масса тела, г; длина по Смитсу, см; длина до конца чешуйчатого покрова, см; длина головы, см; высота тела, см; мышечная масса, г; масса кишечника, г; масса сердца, г) с помощью мерной доски и угольной линейки (рис. 2)<sup>1</sup>.

Рис. 1. Самка радужной форели породы Рофор. Фото автора  
Fig. 1. Female rainbow trout of the Rofor breed. Photo by the author



Рис. 2. Мерная доска и угольная линейка для снятия метрических показателей у рыб. Фото автора

Fig. 2. Measuring board and carbon ruler for taking metric measurements of fish. Photo by the author



<sup>1</sup> Голод В.М., Никандров В.Я., Терентьева Е.Г., Шиндавина Н.И. Методическое пособие «Селекционно-племенная работа с радужной форелью». Санкт-Петербург. 1995; 27.

Перед работой каждую особь погружали в воду с добавлением небольшого количества эфирного масла гвоздики<sup>2</sup>.

Измельчение образцов ткани проводилось на гомогенизаторе BertinPrecellys 24 (BertinTechnologies, Италия) в пробирках с укрепленными стенками и металлическими шариками диаметром 2 мм. Выделение тотальной РНК выполняли с помощью коммерческого набора «ЛИРА+» от компании «Биолабмикс» («Биолабмикс», Россия) согласно инструкции производителя. Полученные образцы РНК хранили в низкотемпературной морозильной камере (DW-HL528SA, Meling, Китай) при температуре -80 °С. Все манипуляции с РНК проводились на льду для недопущения распада молекулы. Концентрацию и качество РНК оценивали с помощью спектрофотометра NanoDrop 2000C Thermo Fisher (Thermo Scientific, США).

Для оценки относительного уровня экспрессии использовался метод ПЦР в режиме реального времени с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР-РВ). Синтез КДНК из полученных образцов РНК осуществляли с помощью раствора: 500 нг/мл РНК, 1 мкл ДНКазы согласно инструкции производителя, 1 мкл буфера MgCl<sub>2</sub> и объем раствора доводили до 9 мкл водой, свободной от РНКаз и ДНКаз. Полученный раствор инкубировали в твердотельном термостате ТТ-2 («ДНК-Технология», Россия) 30 минут при температуре 37 °С. Для остановки действия ДНКазы в раствор добавляли 1 мкл 50 миллимольного раствора ЭДТА и инкубировали 10 мин. при температуре 65 °С. После этого к полученному раствору добавляли по 1 мкл прямого и обратного праймера и инкубировали 2 мин. при 70 °С. Реввертазу использовали от компании «Биолабмикс» (г. Москва, Россия). По протоколу производителя был подготовлен микс, содержащий 0,5 мкл ревертазы, 3,5 буфера, объем доводили водой, свободной от РНКаз и ДНКаз, до 8 мкл. К раствору, содержащему РНК, добавляли 10 мкл полученного микса с ревертазой. Амплификацию проводили в соответствии с протоколом: 60 мин. 42 °С, 10 мин. 70 °С.

Для оценки уровня экспрессии гена *EGR1*, расположенного на 14-й хромосоме, был взят ген «домашнего

хозяйства» *G6PD* [1] (табл. 1). Ген *G6PD* участвует в углеводном обмене и метаболизме глюкозы. Праймеры к генам «домашнего хозяйства» и гену *EGR1* представлены в таблице 1.

Для проведения ПЦР в режиме реального времени использовали коммерческий набор 5X qPCRmix-HS SYBR от компании «Евроген» (SYBRGreen, Россия).

Перед постановкой ПЦР в режиме реального времени полученные образцы КДНК разбавлялись в 5 раз. Реакционную смесь готовили согласно протоколу производителя. Конечный объем готового раствора составлял 12,5 мкл. Каждый образец ставился в трех повторностях.

Для проведения ПЦР в режиме реального времени использовался прибор CFX96 Touch (Bio-Rad, США).

Расчет экспрессионных изменений проводился относительно образца КДНК, который был синтезирован из образцов РНК мышечной ткани рыб. Протокол проведения реакции амплификации образцов КДНК: 95,0 °С 5 мин., 40 циклов: 95 °С 15 сек., 60,0 °С 15 сек. и детекция сигнала 72,0 °С 30 сек.

Экспрессионные изменения гена *EGR1* рассчитывали с помощью метода ddCt (delta delta Cycle threshold), разработанного К.Ж. Livak и др. [13] по формуле:

$$ddCt = 2^{-(CtG6pd - Ctref) - (CtEGR1 - Ctref)}$$

Статистически обработанные данные представлены в виде: среднее значение ± стандартное отклонение. Для оценки статистически значимой разницы использовался критерий Краскела — Уоллиса<sup>3</sup>. Полученные результаты были визуализированы в программе Microsoft Excel (США). Для проведения корреляционного анализа использовался критерий Спирмена<sup>4</sup>.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

В результате анализа экспрессионных изменений гена *EGR1* в тканях прямой кишки выявили динамику падения экспрессии с возрастом у радужной форели (рис. 3).

Уровень относительной экспрессии в возрасте 6 мес. был максимальным, а в возрасте 18 мес. — минимальным, но достоверных различий не было выявлено ( $p = 0,2648$ ).

Анализируя корреляционные связи (табл. 2), была выявлена высокая положительная корреляция (0,945) экспрессии гена *EGR1* в ткани прямой кишки с относительной экспрессией в тканях сердца у группы 12-месячного возраста ( $p < 0,05$ ).

Таблица 1. Последовательности праймеров *G6PD* и *EGR1*

Table 1. Primers for housekeeping gene *G6PD* and *EGR1*

№ п/п	Название	Последовательность	Т отжига, °С
1	<i>G6PD</i>	F-TCAAAGAGGGTCCGGTTTCCG R-ACCATCCCTCTTCTCTCTCC	60
2	<i>EGR1</i>	F-CAGGTGCCTATGCGAAGCA R-AAATGCATGCAGATGGCTTGG	60

Таблица 2. Корреляционные связи уровня относительной экспрессии гена *EGR1* в тканях прямой кишки с некоторыми размерно-весовыми показателями рыб

Table 2. Correlation of the level of relative expression of the *EGR1* gene in rectal tissues with some size and weight indicators of fish

Показатель	Возраст рыбы		
	6 мес.	12 мес.	18 мес.
2 <sup>-ddCt</sup> (сердце)	0,227	0,945*	0,646
Масса, г	0,424	0,331	0,128
Длина по Смитсу, см	0,559	0,394	-0,594
Длина тела до конца чешуйчатого покрова, см	0,545	0,399	0,824
Длина головы, см	0,655	0,197	-0,841
Высота тела, см	-0,078	0,377	0,669
Толщина тела, см	-0,070	0,572	0,792
Масса сердца, г	0,256	0,344	0,012
Масса прямой кишки, г	0,744	0,830	0,104

Примечание: \*  $p < 0,05$ .

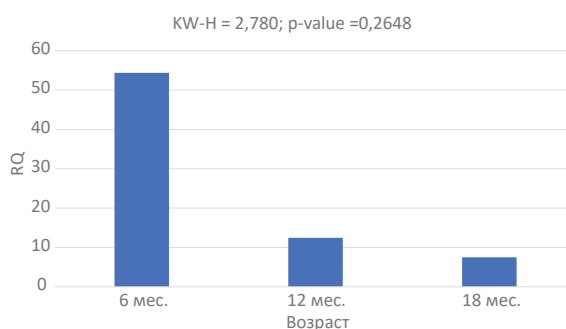
<sup>2</sup> При работе руководствовались правилами Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях ETS № 123 (Страсбург, 18 марта 1986 года).

<sup>3</sup> <https://birdyx.ru/blog/show/kruskal-wallis-test>

<sup>4</sup> <https://medstatistic.ru/methods/methods9.html>

Рис. 3. Уровень относительной экспрессии гена *EGR1* в тканях прямой кишки у рыб разного возраста.

Fig. 3. The level of relative expression of the *EGR1* gene in rectal tissues in fish of different ages



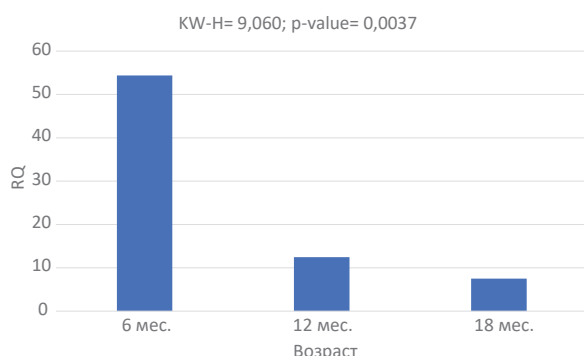


Остальные данные не были достоверно значимыми. Хотя значения корреляций в основном были положительными, некоторые показатели были близки к 0 (высота тела и толщина тела с экспрессией гена *EGR1* в прямой кишке в группе особей в возрасте 6 мес., масса сердца и масса прямой кишки с экспрессией гена в прямой кишке в группе особей в возрасте 18 мес.).

Высокий отрицательный коэффициент корреляции был между показателями длины головы и длины по Смитсу с экспрессией гена *EGR1* в тканях прямой кишки (-0,841 и -0,594).

**Рис. 4.** Уровень относительной экспрессии гена *EGR1* в тканях сердца у рыб разного возраста

**Fig. 4.** The level of relative expression of the *EGR1* gene in heart tissues of fish of different ages



**Таблица 3.** Корреляционные связи уровня относительной экспрессии гена *EGR1* в тканях сердца с некоторыми размерно-весовыми показателями рыб

**Table 3.** Correlation of the level of relative expression of the *EGR1* gene in heart tissues with some size and weight indicators of fish

Показатель	Возраст рыбы		
	6 мес.	12 мес.	18 мес.
	2 <sup>-delta delta</sup> Cycle threshold сердца		
2 <sup>-ddCt</sup> (прямая кишка)	0,227	0,945*	0,646
Масса, г	0,901*	0,388	-0,636
Длина тела по Смитсу, см	0,772	0,433	-0,722
Длина тела до конца чешуйчатого покрова, см	0,763	0,424	0,132
Длина головы, см	0,861	0,355	-0,951*
Высота тела, см	0,794	0,471	-0,007
Толщина тела, см	0,899*	0,665	0,196
Масса сердца, г	0,817	0,397	-0,590
Масса прямой кишки, г	0,554	0,803	-0,675

Примечание: \*  $p < 0,05$ .

В результате анализа изменений уровня относительной экспрессии гена *EGR1* в тканях сердца радужной форели в разном возрасте установлено: у группы рыб возраста 6 мес. уровень экспрессии гена *EGR1* был максимальным в сравнении с особями возраста 12 мес. и 18 мес. (рис. 4) ( $p < 0,01$ ).

Анализ корреляционных связей относительного уровня экспрессии гена *EGR1* в ткани сердца с некоторыми размерно-весовыми показателями рыб представлен в таблице 3.

В результате анализа корреляций была выявлена отрицательная зависимость уровня относительной экспрессии гена *EGR1* с показателями «масса тела» и «толщина тела» в возрасте особи 6 мес. ( $p < 0,05$ ). Кроме того, была отмечена положительная корреляция между экспрессией гена в прямой кишке и экспрессией гена в тканях сердца (0,945) при  $p < 0,05$  в возрасте особи 12 мес.

Высокая отрицательная корреляция отмечена между длиной головы и экспрессией в тканях сердца (-0,951,  $p < 0,05$ ) в возрасте 18 мес. Кроме того, в возрасте 18 мес. была отрицательная корреляция между массой тела и длиной тела по Смитсу с экспрессией в тканях сердца. В остальных случаях отмечается положительный коэффициент корреляции, однако достоверных данных не было.

## Выводы/Conclusions

Сравнительный анализ экспрессионных изменений гена *EGR1* у радужной форели породы Рофор в разном возрасте в тканях сердца и прямой кишке выявил, что относительный уровень экспрессии гена *EGR1* снижался в тканях сердца у рыб, снижался с возрастом и к 18 мес. имел минимальное значение ( $p < 0,05$ ).

Эти данные можно объяснить важной ролью белка *EGR1* как транскрипционного фактора в росте и развитии рыбы. Накопление массы происходит наиболее интенсивно именно в раннем возрасте (до 6 мес.), и этот процесс, вероятно, обусловлен повышенной транскрипцией гена *EGR1*. Наличие отрицательных корреляций между экспрессией изучаемого гена в сердце и рядом размерно-весовых показателей указывает на роль других транскрипционных факторов, влияющих на формирование таких показателей. Относительный уровень экспрессии гена *EGR1* в тканях прямой кишки с возрастом снижался, однако достоверных данных получено не было.

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

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

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа проведена в рамках выполнения научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ по теме ГЗ № 124020200114-7.

## FUNDING

The study was funded by scientific research of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation on the topic No 124020200114-7.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Макоедов А.Н., Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н. Мировые тенденции пользования водными биоресурсами. *Вестник Российской академии наук*. 2023; 93(2): 179–190. <https://doi.org/10.31857/S086958732301005X>
- Труба М.А. Развитие пресноводной аквакультуры в России: состояние и перспективы отрасли. *Экономика сельского хозяйства России*. 2022; (10): 66–70. <https://doi.org/10.32651/2210-66>
- Zhang L., Cho J., Ptak D., Leung Y.F. The Role of *egr1* in Early Zebrafish Retinogenesis. *PLoS ONE*. 2013; 8(2): e56108. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056108>

## REFERENCES

- Makoedov A.N., Matishov G.G., Ponomareva E.N. World Trends in the Use of Aquatic Biological Resources. *Vestnik Rossijskoj akademii nauk*. 2023; 93(2): 179–190 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S086958732301005X>
- Truba M.A. Development of freshwater aquaculture in Russia: state and prospects of the industry. *Economics of Agriculture of Russia*. 2022; (10): 66–70 (in Russian). <https://doi.org/10.32651/2210-66>
- Zhang L., Cho J., Ptak D., Leung Y.F. The Role of *egr1* in Early Zebrafish Retinogenesis. *PLoS ONE*. 2013; 8(2): e56108. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056108>

4. Duclot F, Kabbaj M. The Role of Early Growth Response 1 (EGR1) in Brain Plasticity and Neuropsychiatric Disorders. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2017; 11: 35. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2017.00035>
5. Arora S. *et al.* Egr1 regulates the coordinated expression of numerous EGF receptor target genes as identified by ChIP-on-chip. *Genome Biology*. 2008; 9: R166. <https://doi.org/10.1186/gb-2008-9-11-r166>
6. Deguchi T., Fujimori. K.E., Kawasaki T., Xianghai L., Yuba S. Expression patterns of the Egr1 and Egr3 genes during medaka embryonic development. *Gene Expression Patterns*. 2009; 9(4): 209–214. <https://doi.org/10.1016/j.gep.2008.12.004>
7. Drummond I.A., Rohwer-Nutter P., Sukhatme V.P. The Zebrafish egr1 Gene Encodes a Highly Conserved, Zinc-Finger Transcriptional Regulator. *DNA and Cell Biology*. 1994; 13(10): 1047–1055. <https://doi.org/10.1089/dna.1994.13.1047>
8. Ma Z.-G. *et al.* IRX2 regulates angiotensin II-induced cardiac fibrosis by transcriptionally activating EGR1 in male mice. *Nature Communications*. 2023; 14: 4967. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40639-6>
9. Никипелов В.И., Бардуков Н.В., Харзинова В.Р., Грозеску Ю.Н., Зиновьева Н.А. Характеристика микросателлитных локусов и их полиморфизма у аквакультурной стерляди (*Acipenser ruthenus*). *Генетика и разведение животных*. 2023; (2): 5–13. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2023-2-5-13>
10. Tallafuss A. *et al.* Egr1 Is Necessary for Forebrain Dopaminergic Signaling during Social Behavior. *eNeuro*. 2022; 9(2): 0035–22.2022. <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0035-22.2022>
11. Зуева М.С., Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Киякова Ю.В. Современные исследования по изучению микробиома кишечника рыб. *Животноводство и кормопроизводство*. 2023; 106(2): 198–213. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-2-198>
12. Kress S., Wullmann M.F. Correlated basal expression of immediate early gene *egr1* and tyrosine hydroxylase in zebrafish brain and downregulation in olfactory bulb after transitory olfactory deprivation. *Journal of Chemical Neuroanatomy*. 2012; 46(1–2): 51–66. <https://doi.org/10.1016/j.jchemneu.2012.09.002>
13. Livak K.J., Schmittgen T.D. Analysis of Relative Gene Expression Data Using Real-Time Quantitative PCR and the  $2^{-\Delta\Delta C_T}$  Method. *Methods*. 2001; 25(4): 402–408. <https://doi.org/10.1006/meth.2001.1262>

#### ОБ АВТОРАХ

##### Юрий Сергеевич Щербаков

кандидат биологических наук, младший научный сотрудник  
yura.10.08.94.94@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6434-6287>

##### Ольга Анатольевна Николаева

младший научный сотрудник  
trantoburito@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3828-1111>

##### Валентина Ивановна Тыщенко

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
tinatvi@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4964-9938>

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал Федерального исследовательского центра животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, Московское шоссе, 55А, Пушкин, Санкт-Петербург, 196601, Россия

4. Duclot F, Kabbaj M. The Role of Early Growth Response 1 (EGR1) in Brain Plasticity and Neuropsychiatric Disorders. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2017; 11: 35. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2017.00035>
5. Arora S. *et al.* Egr1 regulates the coordinated expression of numerous EGF receptor target genes as identified by ChIP-on-chip. *Genome Biology*. 2008; 9: R166. <https://doi.org/10.1186/gb-2008-9-11-r166>
6. Deguchi T., Fujimori. K.E., Kawasaki T., Xianghai L., Yuba S. Expression patterns of the Egr1 and Egr3 genes during medaka embryonic development. *Gene Expression Patterns*. 2009; 9(4): 209–214. <https://doi.org/10.1016/j.gep.2008.12.004>
7. Drummond I.A., Rohwer-Nutter P., Sukhatme V.P. The Zebrafish egr1 Gene Encodes a Highly Conserved, Zinc-Finger Transcriptional Regulator. *DNA and Cell Biology*. 1994; 13(10): 1047–1055. <https://doi.org/10.1089/dna.1994.13.1047>
8. Ma Z.-G. *et al.* IRX2 regulates angiotensin II-induced cardiac fibrosis by transcriptionally activating EGR1 in male mice. *Nature Communications*. 2023; 14: 4967. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40639-6>
9. Nikipelov V.I., Bardukov N.V., Kharzinova V.R., Grozesku Yu.N., Zinovieva N.A. Characterization of microsatellite loci and their polymorphism in the aquaculture sterlet (*Acipenser ruthenus*). *Genetics and breeding of animals*. 2023; (2): 5–13 (in Russian). <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2023-2-5-13>
10. Tallafuss A. *et al.* Egr1 Is Necessary for Forebrain Dopaminergic Signaling during Social Behavior. *eNeuro*. 2022; 9(2): 0035–22.2022. <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0035-22.2022>
11. Zueva M.S., Miroshnikova E.P., Arinzhonov A.E., Kilyakova Yu.V. Modern research on the study of the intestinal microbiome of fish. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023; 106(2): 198–213 (in Russian). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-2-198>
12. Kress S., Wullmann M.F. Correlated basal expression of immediate early gene *egr1* and tyrosine hydroxylase in zebrafish brain and downregulation in olfactory bulb after transitory olfactory deprivation. *Journal of Chemical Neuroanatomy*. 2012; 46(1–2): 51–66. <https://doi.org/10.1016/j.jchemneu.2012.09.002>
13. Livak K.J., Schmittgen T.D. Analysis of Relative Gene Expression Data Using Real-Time Quantitative PCR and the  $2^{-\Delta\Delta C_T}$  Method. *Methods*. 2001; 25(4): 402–408. <https://doi.org/10.1006/meth.2001.1262>

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Yuri Sergeevich Shcherbackov

Candidate of Biological Sciences, Junior Researcher  
yura.10.08.94.94@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6434-6287>

##### Olga Anatolyevna Nikolaeva

Junior Researcher  
trantoburito@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-3828-1111>

##### Valentina Ivanovna Tyshchenko

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher  
tinatvi@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4964-9938>

The All-Russian Scientific Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals is a branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 55A Moscow highway, Pushkin, St. Petersburg, 196601, Russia

УДК 631.4:502.76

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-82-87

Е.Я. Чебоचाков<sup>1</sup> ✉О.А. Иванов<sup>1</sup>А.И. Капсаргин<sup>2</sup>В.Н. Муртаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии — филиал Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия

<sup>2</sup>Станция агрохимической службы «Хакасская», Абакан, Россия

✉ echebochakov@mail.ru

Поступила в редакцию: 05.07.2024

Одобрена после рецензирования: 13.08.2024

Принята к публикации: 29.08.2024

© Чебоचाков Е.Я., Иванов О.А., Капсаргин А.И., Муртаев В.Н.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-82-87

Egor Ya. Chebochakov<sup>1</sup> ✉Oleg A. Ivanov<sup>1</sup>Alexey I. Kapsargin<sup>2</sup>Valery N. Murtaev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia - branch of the Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences", village Zelenoe, Republic of Khakassia, Russia

<sup>2</sup>Agrochemical service station "Khakasskaya", Abakan, Russia

✉ echebochakov@mail.ru

Received by the editorial office: 05.07.2024

Accepted in revised: 13.08.2024

Accepted for publication: 29.08.2024

© Chebochakov E.Ya., Ivanov O.A., Kapsargin A.I., Murtaev V.N.

# Влияние технологий освоения и использования целинных, залежных земель на агроэкологическую устойчивость и плодородие почвы

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Исследования проводили с целью анализа влияния технологий освоения целинных и залежных земель на эрозионные процессы в степной зоне в 1960-х гг. и современных условиях.

**Методы.** Анализ подходов к предотвращению деградации почв и опустынивания территории осуществляется по материалам, полученным в степной зоне Республики Хакасия во второй половине XX в. и в современных условиях. Использовали результаты применения технологий освоения целинных и залежных земель ООО «Целинное» в разные периоды. Сведения о пыльных бурях были взяты из данных метеостанций Бей и Шира. В 1954–1960 гг. при распашке чернозема южного целины использовали технологию с применением плугов, лущильников и других почвообрабатывающих орудий. Отсутствие адаптированных способов освоения и использования новых земель привело к вспышке ветровой эрозии почв на больших площадях, в том числе на юго-востоке страны.

**Результаты.** Отвальная система обработки почв при массовом освоении целинных и залежных земель в 1960-х гг. без учета почвенно-климатических и других условий привела к сильному развитию ветровой эрозии. Число дней с пыльными бурями в Хакасии достигало до 4,8–11,6 в год.

В современных условиях выведение из пахотных угодий сильнодеформированных почв и применение на остальной части пашни полосного размещения сельскохозяйственных культур, минимальной обработки почвы способствуют повышению противозерозионной устойчивости агроландшафтов. Использование гербицида Торнадо 500 в августе при освоении залежи в 2,5 раза снижает эродируемость по сравнению с технологией с внесением его в начале лета.

**Ключевые слова:** степь, целина, залежь, почва, освоение, эрозия, земледелие, технология

**Для цитирования:** Чебочаков Е.Я., Иванов О.А., Капсаргин А.И., Муртаев В.Н. Влияние технологий освоения и использования целинных, залежных земель на агроэкологическую устойчивость и плодородие почвы. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 82–87.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-82-87>

# The impact of technologies for the development and use of virgin, fallow lands on agroecological stability and soil fertility

## ABSTRACT

**Relevance.** The research was carried out in order to analyze the impact of technologies for the development of virgin and fallow lands on erosion processes in the steppe zone in the 60s and modern conditions.

**Methods.** The analysis of approaches to the prevention of soil degradation and desertification of the territory is carried out based on materials obtained in the steppe zone of the Republic of Khakassia in the second half of the XX century and in modern conditions. We used the results of the application of technologies for the development of virgin and fallow lands of Tselinnoye LLC in different periods. Information about dust storms was taken from data from the Bey and Shire weather stations. In 1954–1960 when plowing the chernozem of the southern virgin lands, technology was used using plows, huskers and other tillage tools. The lack of adapted ways of developing and using new lands has led to an outbreak of wind erosion of soils over large areas, including in the south-east of the country.

**Results.** The dump system of soil treatment during the mass development of virgin and fallow lands in the 60s, without taking into account soil, climatic and other conditions, led to a strong development of wind erosion. The number of days with dust storms in Khakassia reached up to 4.8–11.6 per year. In modern conditions, the removal of highly ventilated soils from arable lands and the use of strip placement of crops and minimal tillage on the rest of the arable land contribute to increasing the erosion resistance of agricultural landscapes. The use of the Tornado 500 herbicide in August during the development of the deposit reduces the erodibility by 2.5 times, compared with the technology with its introduction in early summer.

**Key words:** steppe, virgin land, deposit, soil, development, erosion, agriculture, technology

**For citation:** Chebochakov E.Ya., Ivanov O.A., Kapsargin A.I., Murtaev V.N. The impact of technologies for the development and use of virgin, fallow lands on agroecological stability and soil fertility. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 82–87 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-82-87>



## Введение/Introduction

Согласно Постановлению ЦК КПСС и Правительства СССР<sup>1</sup> в 1960-х годах осуществлено массовое освоение целинных и залежных земель в степных районах Казахстана, Сибири, Южного Урала и Поволжья [1]. В тяжелые послевоенные годы оно позволило увеличить производство зерна, но имело и негативные последствия.

По мнению академика А.И. Каштанова, освоение новых земель проводили по европейской технологии (вспашка на 22–24 см) без учета местных почвенно-климатических условий. К концу 1950-х гг. это привело к острой вспышке ветровой эрозии на больших площадях (до 5 млн га). Пыльные бури за несколько лет подряд буквально уничтожали почву, посевы и огромный труд целинников. События напоминали драму канадского земледелия 30-х гг. XX в. [2]. Ветровая и водная эрозия проявлялись в основном в степной и лесостепной зонах [3–5].

Согласно Генеральной схеме противозерозионных мероприятий Хакасии<sup>2</sup> (1973 г.), после обследования почв площадь эродированной пашни Хакасии составляла 83,6%, в том числе подверженной дефляции — 71,9%, водной эрозии — 2,0%, совместного проявления дефляции и водной эрозии — 26,0%.

Смена общественно-экономической формации, сложные социально-экономические условия в сельскохозяйственном производстве в конце XX — начале XXI в. существенно изменили характер использования земельных ресурсов [6–8]. В 1990-х гг. значительная часть целинных и залежных земель, освоенных в 60-х гг. XX в., без государственной поддержки перешла в залежь (сенокосы и пастбища). В современных условиях с укреплением материально-технической базы хозяйств началось повторное освоение залежных земель, которое сопровождается усилением ветровой эрозии. Это вызывает необходимость анализа влияния технологий освоения целинных и залежных земель в середине XX — начале XXI в. на эрозионные процессы и плодородие почв.

**Цель исследований** — анализ влияния технологий освоения целинных и залежных земель на эрозионные процессы в степной зоне в 1960-х гг. и современных условиях для обоснования подходов к предотвращению деградации почв и опустынивания агроландшафтов.

## Материалы и методы исследования /

### Materials and methods

Объект исследований — технологии и подходы к предотвращению деградации почв, опустынивание агроландшафтов в 1960-х гг. и начале XXI в. на юге Средней Сибири.

Исследования осуществляли по материалам научных исследований на подверженных ветровой эрозии черноземных и каштановых почвах в степной зоне Республики Хакасия во второй половине XX в. и в современных условиях. Данные брали из отчетов Научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии за 1965–2023 гг.

Информацию о технологиях освоения черноземов южных, обыкновенных маломощных малогумусных целинных и залежных земель в 1960-х гг. и современных условиях брали в ООО «Целинное», расположенном в степной зоне Ширинского района (Республика Хакасия, Россия).

Сведения о температуре воздуха, сумме атмосферных осадков, числу дней с сильными ветрами со скоростью  $\geq 15$  м/с и пыльными бурями взяты с электронного ресурса<sup>3</sup> метеорологических станций «Бая» и «Шира».

При выполнении исследований использовали статистические и графические методы: метод полевого опыта Б.А. Доспехова<sup>4</sup>, пакет программ AgCStat<sup>5</sup> в виде надстройки Excel (США). Эродированность определялась по методу Е.И. Шиятого<sup>6</sup>, гумус и подвижный фосфор — по Мачигину<sup>7</sup>.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

При освоении целинных и залежных земель прежде в степной зоне Республики Хакасия использовали традиционную технологию, перенесенную из европейской части страны (зяблевая обработка почвы плугами с лущильниками на сплошных массивах). Возделывали в основном зерновые культуры (пшеница, ячмень, овес).

В эрозионно опасной зоне через несколько лет после массового освоения целинных и залежных земель это привело к сильному развитию эрозии почв (табл. 1, рис. 1, 2).

Таблица 1. Площадь эродированной пашни в Бейском и Ширинском районах Республики Хакасия [1]<sup>8</sup>

Table 1. The area of eroded arable land in the Baysky and Shirinsky districts of the Republic of Khakassia [1]

Совхоз	Вид эрозии	Степень эродированности			Всего	
		слабая	средняя	сильная		
Бейский район						
«Бондаревский»	ветровая	тыс. га		6,0	1,0	7,0
		%		33,1	5,6	38,7
	совместная	тыс. га	1,4	2,3	7,4	11,1
		%	7,7	12,7	40,9	61,3
«Табатский»	ветровая	тыс. га	4,4	1,2	0,8	6,4
		%	37,9	10,4	6,9	17,2
	совместная	тыс. га		4,7	0,5	5,2
		%		40,5	4,3	44,8
«Означенский»	ветровая	тыс. га	7,5	1,8	0,6	9,9
		%	44,1	10,6	3,5	58,2
	совместная	тыс. га	1,3	5,8		7,1
		%	7,7	34,1		41,8
Среднее	ветровая	%	27,3	18,5	4,8	
	совместная	%	5,1	29,1	15,1	
	всего	%	32,4	47,6	19,9	
Ширинский район						
«Имени XX партсъезда»	ветровая	тыс. га	6,1	10,5	4,5	21,1
		%	28,9	49,8	21,3	100,0
«Восток»	ветровая	тыс. га	4,6	9,2	1,6	15,4
		%	29,9	59,7	10,4	100,0
«Ширинский»	ветровая	тыс. га	8,7	8,2	2,0	18,9
		%	39,0	36,8	9,0	84,8
	водная	тыс. га	0,3			0,3
		%	1,4			1,4
	совместная	тыс. га	2,5	0,3	0,3	3,1
		%	11,2	1,3	1,3	13,8
Среднее	ветровая	%	32,6	48,8	13,6	
	водная	%	0,3			
	совместная	%	3,7	0,4	0,4	
Всего		%	36,7	49,2	14,0	

<sup>1</sup> О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии. 1967.

<sup>2</sup> Генеральная схема противозерозионных мероприятий на Хакасскую автономную область Красноярского края. Красноярск: Восточно-Сибирский филиал института «Росгипрозем». 1973.

<sup>3</sup> ООО «Яндекс.Погода».

<sup>4</sup> Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва. «КолосС». 1985.

<sup>5</sup> <http://vniioh.ru/nadstrojka-k-excel-dlya-statisticheskoy-ocenki-i-analiza-rezultatov-polevyx-i-laboratornyx-opytov/>

<sup>6</sup> Шиятый Е.И. Основы защиты почв от ветровой и водной эрозии. В кн.: Почвозащитная система земледелия. Алма-Ата: Кайнар. 1985; 8–22.

<sup>7</sup> ГОСТ 26205-91 Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. Комитет стандартизации и метрологии СССР. Москва (дата введения: 01.07.1993).

<sup>8</sup> Генеральная схема противозерозионных мероприятий на Хакасскую автономную область Красноярского края. Красноярск: Восточно-Сибирский филиал института «Росгипрозем». 1973.

**Рис. 1.** Отложение мелкозема с подветренной стороны лесополосы. Совхоз «Тагарский». 1970 г. Автор Е.Я. Чебоचाков. Фото из архива научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии

**Fig. 1.** Deposition of fine-grained soil from the leeward side of the forest belt. "Tagarsky" State Farm. 1970. The author is E.Ya. Chebochakov. Photo from the archive of the Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia



**Рис. 2.** Возобновление эрозионных процессов на целинных и залежных землях. Совхоз «Аршановский». 1980 г. Автор Е.Я. Чебоचाков. Фото из архива научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии

**Fig. 2.** Resumption of erosion processes on virgin and fallow lands. State farm "Arshanovsky". 1980. The author is E.Ya. Chebochakov. Photo from the archive of the Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia



Обследование почв через 15–20 лет после освоения целины (1973 г.) показало, что на территории совхоза «Табатский», расположенного в юго-западной части республики, эрозионным процессам в слабой степени подвержены 37,9% площади пашни, в средней — 50,9%, в сильной — 11,2%, «Бондаревский» — в сильной степени (46,5%). Так, в совхозе «Ширинский», расположенном в северной части Хакасии, на долю слабоэродированных почв приходилось 51,6% пашни, среднеэродированных — 38,1%, сильноэродированных — 10,3%, «Восток» — соответственно, 29,9%, 59,7% и 10,4%.

Таким образом, традиционная технология освоения целинных и залежных земель привела к экологической катастрофе в степной зоне Хакасии.

Сильная деградация и опустынивание агроландшафтов на больших площадях вызвали необходимость разработки комплекса противозерозионных приемов с учетом местных почвенно-климатических условий, степени эродированности почв с целью сохранения и повышения плодородия почв. Особенно актуальными оказались полосное размещение сельскохозяйственных культур и пара, оценка почвозащитной способности посевов пшеницы, ячменя, овса и других сельскохозяйственных культур.

Многолетние научные исследования в дефляционной опасной аридной зоне показали, что одним из самых

эффективных элементов степного почвозащитного земледелия республики является полосное размещение сельскохозяйственных культур и пара.

Следует отметить, что, в отличие от Павлодарской области Казахстана, где при полосном размещении выращивают в основном многолетние травы, в засушливых малоснежных степных условиях Республики Хакасия их занимают однолетними культурами (яровая пшеница, ячмень, овес, кукуруза и однолетние травы) [1].

Длительное использование легкосуглинистых почв эрозионной агроэкологической группы земель Абакано-Енисейского междуречья республики, по данным станции агрохимической службы «Хакасская», привело к снижению плодородия.

Сильные ветры, особенно в весенние месяцы, уносят мелкозем на большие расстояния, снижая плодородие почв. Анализ данных агрохимического обследования почв пашни Алтайского района с 1964 по 2015 г. (I–III цикл) показал снижение содержания гумуса и подвижного фосфора в последние годы. Это объясняется сильной подверженностью почв ветровой эрозии почв. Сильное снижение содержания гумуса (до 3,1–3,2%) отмечалось при V и VI циклах определения, когда использовались в пашне сильноэродированные почвы.

Анализ содержания гумуса показал, что в Алтайском районе потери составили 16,4–22,9% [9], в связи с этим сильноэродированные почвы залежи лучше не распахивать.

В такой эрозионно опасной степной зоне сильное и длительное проявление эрозионных процессов может привести к потере гумуса до содержания в породе. И.Н. Шарков приводит обобщенную схему возможных изменений содержания гумуса в пахотном слое в процессе освоения и использования черноземов [10]. Аналогичные данные получены в других регионах [11–13]

Результаты данных многолетних исследований продемонстрировали необходимость перенесения основной обработки почвы с осени на весну с целью сохранения стерневых остатков, что значительно (на 8–9 месяцев) сокращало продолжительность эрозионно опасного периода (табл. 2) [14].

Способы и сроки основной обработки почвы сильно влияют на продуктивность возделываемых культур. Например, в многоснежных районах Северного Казахстана используют осеннюю основную обработку почвы. В степных условиях Хакасии в среднем за три года (1972–1974 гг.) при весенних основных обработках урожайность яровой пшеницы оказалась на 0,2–1,0 ц/га выше, чем после осенних [17].

На темно-каштановой почве были разработаны системы основной обработки почвы под разные сельскохозяйственные культуры в полевом севообороте. Результаты исследований, проведенных в 1979–1982 гг. с варьированием суммы атмосферных осадков от 224 до 447 мм за год, свидетельствуют, что плоскорезная и отвальная обработка в паровом поле в 4-польном

**Таблица 2. Урожайность яровой пшеницы при разных способах сроках основной обработки чернозема обыкновенного, ц/га**  
**Table 2. Yield of spring wheat at different methods and terms of basic processing of ordinary chernozem, c/ha**

Обработка	1972 г.	1973 г.	1974 г.	Среднее
Осенняя отвальная на 18–20 см	9,5	16,4	4,5	10,1
Весенняя отвальная на 18–20 см	10,4	16,6	6,2	11,1
Осенняя плоскорезная на 10–12 см	8,8	15,6	4,6	9,7
Весенняя плоскорезная на 10–12 см	9,1	15,3	5,3	9,9
НСП <sup>05</sup>	3,4	1,2		

севообороте в среднем обеспечивала почти одинаковую урожайность яровой пшеницы (12,2–12,4 ц/га). При этом кукуруза в самом засушливом (1981 г.) году при плоскорезной обработке существенно (на 17,5 ц/га) снизила урожайность по сравнению со вспашкой. Овес, размещенный по пропашному предшественнику (кукурузе), в 4-польном зернопаропропашном севообороте в 1979 г., 1980 г., 1982 г. при плоскорезной обработке на 10–12 см обеспечил существенную прибавку урожая. Аналогичные результаты по минимальной обработке получены на черноземах [15–17].

Агроэкологическая оценка возделываемых в местных условиях сельскохозяйственных культур показала возможность совершенствования структуры посевных площадей. В зоне сильно развитой ветровой эрозии необходимо комплексное применение всех приемов почвозащитного земледелия, в том числе полосного размещения посевов, весенней минимальной основной обработки почвы, оптимальной структуры посевных площадей. При полосном размещении сельскохозяйственных культур и пара для сохранения почвенного плодородия необходимо расширять площади, занятые более урожайными культурами.

В первые годы освоения целинных и залежных земель в основном возделывали яровую пшеницу по зяблевой отвальной обработке почвы. Противозероизионная устойчивость агроландшафтов при этом резко снижалась, так как это приводило уничтожению полосного размещения культур.

Прежде (1960–1965 гг.) в республике на долю чистых паров приходилось всего 10,8–14,7% пашни, и преимущественно после них высевали яровую пшеницу. На основании многолетних исследований было

рекомендовано расширить площади чистых паров и посевов более урожайных, чем яровая пшеница, зернофуражных и кормовых культур (овес, ячмень, однолетние травы), которые обладают лучшими почвозащитными свойствами.

В результате доля чистого пара была увеличена на 8,7% с 1975 по 1985 г., овса — на 13,6%, а пшеницы — сокращена на 11,9%. В комплексе с минимальной обработкой почвы это оказало очень сильное влияние как в усилении защиты почвы от дефляции, так и в обеспечении стабильности земледелия [18].

Деградацию почв и опустынивание агроландшафтов в 1960-х гг. можно оценивать как экологическую катастрофу, связанную с уничтожением целинной и залежной растительности, веками защищавшей почву от воздействия сильных ветров. Посевные площади сельскохозяйственных культур в результате распашки новых земель увеличились с 300,0 тыс. га (1950 г.) до 804,0 тыс. га (1960 г.). До начала освоения целинных и залежных земель (1951–1955 гг.) в зоне обслуживания метеостанций Шира и Бея отмечали, соответственно, 0,8 и 9,6 дня с пыльными бурями в год, после их распашки (1961–1965 гг.) величина этого показателя возросла до 6 раз, в начале века (2005–2015 гг.) они практически отсутствовали (рис. 4).

В новых социально-экономических условиях (в 1990-х гг.) изменились подходы к использованию сельскохозяйственных угодий. Площадь посева сельскохозяйственных культур уменьшилась в 4 раза (с 804,0 тыс. га в 1960 г. до 199,5 тыс. га в 2005-м). Однако в последние годы из-за возобновления распашки полей сплошными массивами вновь началась деградация почв (рис. 5).

Из приведенного материала наглядно видно, что при сильных ветрах в засушливой зоне Хакасии отмечаются перенос и отложение мелкозема на подветренной стороне поля.

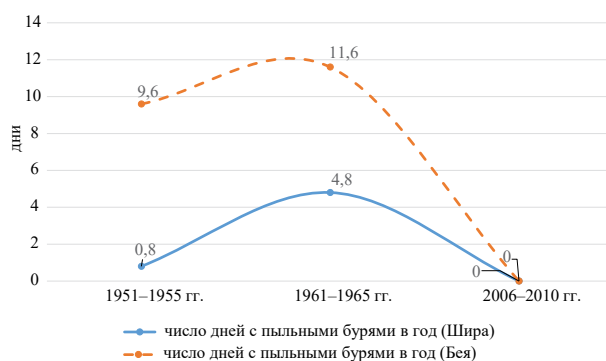
Эрозионные процессы в современных условиях, как в 1960-х гг., проявляются в основном при повторном освоении залежных земель и многократной обработке почвы при уходе за паровым полем сплошными массивами. Использование таких технологий приводит к уничтожению растительных остатков, распылению почвы и пыльным бурям (табл. 3).

При 3–5-кратной обработке почвы залежи плугом и дисковым в крестьянско-фермерском хозяйстве «Тормозаков» Бейского района в 2023 г. стерневые остатки отсутствовали, доля частиц почвы размером больше 1 мм достигала 41,3%, эродированность — 147,9 г / 5 мин (допустимый предел 34 г / 5 мин). Это привело к сильному увеличению эродированности почвы и ветровой эрозии.

Проявлению ветровой эрозии в степной зоне Республики Хакасия способствуют сложные метеорологические условия (табл. 4).

**Рис. 4.** Число дней с пыльными бурями на территории обслуживания метеостанций Шира и Бея.

**Fig. 4.** The number of days with dust storms in the service area of the Shira and Beya weather stations



**Рис. 5.** Начало пыльной бури при сплошной распашке почв залежи в Бейском районе (2023 г.). Автор Е.Я. Чебоचाков

**Fig. 5.** The beginning of a dust storm during continuous plowing of the soils of the deposit in the Baysky district (2023). The author is E.Ya. Chebochakov



**Таблица 3.** Эродированность почвы при разных обработках и предшественниках. 2023 г.

**Table 3.** Soil erodibility under different treatments and precursors. 2023

Предшественник	Фракции > 1 мм, %	Количество стерневых остатков, шт/м²	Эродированность, г / 5 мин
Пар чистый (4–5 обработок)	41,3	0,0	147,9
Пшеница (до обработки почвы)	58,5	203,8	32,4
Пшеница (после одной обработки дисковым)	56,9	104,4	46,8
НСР <sub>05</sub>	12,4		



Таблица 4. Метеорологические условия в степной зоне Республики Хакасия (метеостанция Бея, 2020–2023 гг.)

Table 4. Meteorological conditions in the steppe zone of the Republic of Khakassia (Bey weather station, 2020–2023)

Год	Март	Апрель	Май	Среднее
Температура воздуха, °С				
2020	-0,6	8,4	14,0	7,4
2021	-3,3	4,1	11,4	4,3
2022	-4,6	5,7	14,7	5,3
2023	-0,1	1,0	9,1	3,3
Атмосферные осадки, мм				
2020	12,2	6,7	22,5	13,7
2021	17,5	19,9	58,1	31,8
2022	1,0	29,0	14,7	14,9
2023	8,5	38,5	57,3	34,8
Число дней с ветром со скоростью $\geq 15$ м/сек				
2020	12	1	8	7
2021	8	4	6	6
2022	7	7	6	7
2023	1	3	1	2

Таблица 5. Влияние технологий освоения и использования целинных и залежных земель в 1960-х годах и современных условиях на эрозионные процессы (ООО «Целинное»)

Table 5. The impact of technologies for the development and use of virgin and fallow lands in the 1960s and modern conditions on erosion processes (LLC "Tselinnoe")

Приемы и условия освоения целины, залежи	В период освоения целинных и залежных земель по традиционной технологии (1954–1961 гг.)	В период освоения залежных земель по новой технологии (2018–2023 гг.)
Использование сильнодефлированных почв	использовались	не использовались
Основная обработка почвы	отвальная	минимальная
Срок основной обработки почвы	осенняя	весенняя
Предпосевная обработка почвы (от площади посева), %	100,0	70,0–80,0
Почвообрабатывающее орудие	плуг	культиватор стерневой
Размещение сельскохозяйственных культур и пара	сплошное	полосное
Гербициды	нет	есть
Прямой посев (от площади посева), %	0	25,0...30,0
Проявление дефляции	сильное	слабое
Количество дней с пыльной бурей весной (данные метеостанции Ширы)	до 4,8	не отмечено

Ежегодно отмечаются высокая температура воздуха, дефицит атмосферных осадков и сильный ветер. Так, по данным метеостанции Ширы, сумма атмосферных осадков весной 2022–2023 гг. в среднем составила всего 15,7 мм, Бея — 13,7 мм. Число дней с сильными ветрами со скоростью более 15 м/сек в это время достигает от 2 до 7 (по годам).

Большие усилия авторами были направлены на разработку почвозащитной технологии освоения залежных земель. Полевые опыты в 2012–2016 гг. закладывались на черноземных и каштановых почвах.

Для снижения эродированности почвы залежи гербицида Торнадо 500 вносили на одном участке в июне, на другом — в августе. По данным, эродированность почвы при обработке ее с внесением гербицида Торнадо 500 в июне составила 81,4 г / 5 мин, в августе — 32,4 г / 5 мин (допустимый предел 34 г / 5 мин). Последнее объясняется большим сохранением растительных остатков на поверхности почвы.

В современных условиях противоэрозионную устойчивость почв при освоении залежных земель можно продемонстрировать на примере ООО «Целинное» Ширинского района. Здесь при обработке почвы залежи широко применялся гербицид Торнадо 500.

Эффективность разных технологий освоения залежных земель представлена на рисунке 6, в таблице 5.

Полосное размещение сельскохозяйственных культур и другие почвозащитные приемы защищают почву залежных земель хозяйства.

Технологии освоения и использования целинных и залежных земель в разные периоды сильно отличаются. Так, в 1960-х гг. проводили осеннюю отвальную обработку почв больших массивов легкосуглинистых почв.

Рис. 6. Полосное размещение чистого пара и сельскохозяйственных культур (ООО «Целинное». 2021 г.). Автор Е.Я. Чебоचाков

Fig. 6. Strip placement of pure steam and agricultural crops (LLC "Tselinnoe". 2021). The author is E.Ya. Chebochakov



В современных условиях сильнодефлированные почвы выведены из пашни. На средне- и слабдефлированных почвах используется комплекс противодефляционных приемов, включая полосное размещение сельскохозяйственных культур, минимальную обработку почвы, применение гербицидов и другие противоэрозионные мероприятия.

В 2018–2023 гг. в ООО «Целинное» возделывались яровая пшеница, ячмень, овес, урожайность их составляла 17–20 ц/га. Эта технология обеспечивает устойчивое развитие хозяйства. При этом ветроустойчивость ее значительно повысилась, количество дней с пыльными бурями уменьшилось [19].

## Выводы/Conclusions

Уничтожение целинной и залежной растительности при освоении новых земель по традиционной технологии в 1960-х годах и теперь является основной причиной развития ветровой эрозии в степной зоне.

При 3–5-кратной обработке почвы залежи плугом и дисковым растительные остатки отсутствовали, доля фракции размером больше 1 мм достигала 41,3%, эродированность — 147,9 г / 5 мин (допустимый предел 34 г / 5 мин). Эродированность почвы залежи при технологии обработки с внесением гербицида Торнадо 500 в июне составила 81,4 г / 5 мин, в августе — 32,4 г / 5 мин (в 2,5 раза меньше).

В современных условиях комплексное применение почвозащитной технологии (полосного размещения сельскохозяйственных культур, минимальной обработки почвы, внесение изучаемых препаратов, выведение сильнодефлированных почв из структуры пашни) позволяет приостановить эрозионные процессы.

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. Бараев А.И. (ред.). Почвозащитное земледелие. М.: Колос. 1975; 304.
2. Каштанов А.Н. Александр Иванович Бараев и современное земледелие. Развитие идей почвозащитного земледелия в новых социально-экономических условиях. Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения академика ВАСХНИЛ А.И. Бараева. Шортанды. 2003; 3–7.
3. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. М.: Сельхозгиз. 1936; 115.
4. Гамзиков Г.П. Система No-Till в сибирском земледелии: проблемы, реальности и перспективы. *Земледелие*. 2024; (3): 10–17. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2024-3-10-17>
5. Формирование и свойства перевенных почв. Под ред. проф. Н.В. Орловского. М.: Наука. 1967; 204.
6. Хлыстун В.Н., Алакоз В.В. О государственном регулировании сельскохозяйственного землепользования. *Платородие*. 2022; (3): 61–67. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.126.17>
7. Семинченко Е.В. Влияние предшественников и приемов биологизации на продуктивность севооборотов в условиях Нижнего Поволжья. *Земледелие*. 2021; (1): 7–10. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10102>
8. Иванова Н.Н., Фомичева Д.В., Рухович Д.И., Шамшурина Е.Н. Ретроспективный анализ истории земледельческого освоения и оценка темпов эрозии почв в бассейне р. Локны Тульской области. *Почвоведение*. 2023; (7): 872–886. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22601475>
9. Градобоева Н.А., Елизарьев В.В., Сиренева Н.В. Мониторинг почвенного плодородия пахотных земель Республики Хакасия. *Достижение науки и техники АПК*. 2016; 30(7): 44–47. <https://www.elibrary.ru/wjxnur>
10. Шарков И.Н. Интенсификация агротехнологий — главный приоритет сибирского земледелия. *Наука и технологии Сибири*. 2021; (3): 13–19.
11. Скороходов В.Ю., Максютов Н.А., Зоров А.А., Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В., Зенкова Н.А. Сохранение плодородия и защита почвы от эрозии в степной зоне Южного Урала. *Платородие*. 2021; (6): 22–25. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.123.06>
12. Власенко А.Н., Власенко Н.Г. No-Till технологии на пути к полям Сибири. *Наука и технологии Сибири*. 2021; (3): 9–12.
13. Кирюшин В.И. Состояние и проблемы развития адаптивно-ландшафтного земледелия. *Земледелие*. 2021; (2): 3–7. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10201>
14. Ачитаев Г.Б. Эффективность различных способов обработки почвы под яровую пшеницу на обыкновенных черноземах Хакасии. *Научные основы защиты почв от эрозии в Восточной Сибири*. Красноярск. 1978; 15–21.
15. Дригидер В.К., Иванов А.Л., Белобров В.П., Кутюева О.В. Восстановление свойств почв в технологии прямого посева. *Почвоведение*. 2020; (9): 1111–1120. <https://doi.org/10.31857/S0032180X20090038>
16. Белобров В.П. и др. Изменение физических свойств черноземов при прямом посеве. *Почвоведение*. 2020; (7): 880–890. <https://doi.org/10.31857/S0032180X20070023>
17. Поляков Д.Г. Обработка почвы и прямой посев: агрофизические свойства черноземов и урожайность полевых культур. *Земледелие*. 2021; (2): 37–43. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10208>
18. Чебокаков Е.Я. Совершенствование почвозащитного степного земледелия. Абакан: Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии. 2019; 277. ISBN 978-5-904780-91-3
19. Чебокаков Е.Я., Шпедт А.А., Иванов О.А., Муртаев В.Н. Борьба с ветровой эрозией почв. Красноярск: Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук; Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии. 2023; 88. ISBN 978-5-6050878-0-9

## ОБ АВТОРАХ

### Егор Яковлевич Чебокаков<sup>1</sup>

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник  
echebochakov@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9398-4197>

### Олег Анатольевич Иванов<sup>1</sup>

кандидат технических наук, директор  
niapkhak@yandex.ru

### Алексей Иосифович Капсаргин<sup>2</sup>

директор  
agrohim\_19@mail.ru

### Валерий Николаевич Муртаев<sup>1</sup>

младший научный сотрудник  
<https://orcid.org/0000-0002-9474-3424>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии — филиал Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», с. Зелёное, Усть-Абаканский р-н, Республика Хакасия, 655132, Россия

<sup>2</sup> Станция агрохимической службы «Хакасская», ул. Хакасская, 25, Абакан, Республика Хакасия, 655017, Россия

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. Baraev A.I. (ed.). Soil protection agriculture. Moscow: Kolos. 1975; 304 (in Russian).
2. Kashtanov A.N. Alexander Ivanovich Baraev and modern agriculture. *The development of the ideas of soil-protective agriculture in new socioeconomic conditions. Collection of reports of the International scientific and practical conference dedicated to the 95th anniversary of the birth of academician of All-Union Academy of Agricultural Sciences A.I. Baraev*. Shortandy. 2003; 3–7 (in Russian).
3. Dokuchaev V.V. Our steppes before and now. Moscow: Publishing House of agricultural literature. 1936; 115 (in Russian).
4. Gamzikov G.P. The No-Till system in Siberian agriculture: problems, realities and prospects. *Zemledelie*. 2024; (3): 10–17 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2024-3-10-17>
5. Formation and properties of transplanted soils. Edited by prof. N.V. Orlovsky. Moscow: Nauka Publishing House. 1967; 204 (in Russian).
6. Khlystun V.N., Alakoz V.V. About state regulation agricultural land use. *Plodородие*. 2022; (3): 61–67 (in Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.126.17>
7. Seminchenko E.V. Influence of forecrops and methods of biologization on the productivity of crop rotations under conditions of the Lower Volga region. *Zemledelie*. 2021; (1): 7–10 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10102>
8. Ivanova N.N., Fomicheva D.V., Rukhovich D.I., Shamshurina E.N. Retrospective Analysis of the History of Agricultural Development and Evaluation of Soil Erosion Rates in the Lokna River Basin Tula Oblast. *Eurasian Soil Science*. 2023; 56(7): 963–975 (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S1064229323600586>
9. Gradoboyeva N.A., Elizaryev V.V., Sirenova N.V. Monitoring of soil fertility of arable lands in the Republic of Khakassia. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2016; 30(7): 44–47 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/wjxnur>
10. Sharkov I.N. Intensification of agrotechnologies is the main priority of Siberian agriculture. *Nauka i tekhnologii Sibiri*. 2021; (3): 13–19 (in Russian).
11. Skorokhodov V.Yu., Maksyutov N.A., Zorov A.A., Mitrofanov D.V., Kaftan Yu.V., Zenkova N.A. Fertility preservation and protection of soil from erosion in the steppe zone of the Southern Urals. *Plodородие*. 2021; (6): 22–25 (in Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.123.06>
12. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G. No-Till technologies on the way to the fields of Siberia. *Nauka i tekhnologii Sibiri*. 2021; (3): 9–12 (in Russian).
13. Kiryushin V.I. State and problems of development of adaptive landscape agriculture. *Zemledelie*. 2021; (2): 3–7 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10201>
14. Achitayev G.B. The effectiveness of various methods of tillage for spring wheat on ordinary chernozems of Khakassia. *Scientific foundations of soil protection from erosion in Eastern Siberia*. Krasnoyarsk. 1978; 15–21 (in Russian).
15. Dridiger V.K., Ivanov A.L., Belobrov V.P., Kutovaya O.V. Rehabilitation of Soil Properties by Using Direct Seeding Technology. *Eurasian Soil Science*. 2020; 53(9): 1293–1301. <https://doi.org/10.1134/S1064229320090033>
16. Belobrov V.P. et al. Changes in Physical Properties of Chernozems under the Impact of No-Till Technology. *Eurasian Soil Science*. 2020; 53(7): 968–977. <https://doi.org/10.1134/S1064229320070029>
17. Polyakov D.G. Tillage and direct sowing: agrophysical properties of chernozems and yield of field crops. *Zemledelie*. 2021; (2): 37–43 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10208>
18. Chebochakov E.Ya. Improvement of soil-protective steppe agriculture. Aбакан: Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia. 2019; 277 (in Russian). ISBN 978-5-904780-91-3
19. Chebochakov E.Ya., Shpedt A.A., Ivanov O.A., Murtaev V.N. Combating wind erosion of soils. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia. 2023; 88 (in Russian). ISBN 978-5-6050878-0-9

## ABOUT THE AUTHORS

### Egor Yakovlevich Chebochakov<sup>1</sup>

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher  
echebochakov@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-9398-4197>

### Oleg Anatolyevich Ivanov<sup>1</sup>

Candidate of Technical Sciences, Director  
niapkhak@yandex.ru

### Alexey Iosifovich Kapsargin<sup>2</sup>

Director  
agrohim\_19@mail.ru

### Valery Nikolaevich Murtaev<sup>1</sup>

Junior Researcher junior Assistant  
<https://orcid.org/0000-0002-9474-3424>

<sup>1</sup> Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia — branch of the Federal Research Center “Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, Zelenoe village, Ust-Abakan district, Republic of Khakassia, 655132, Russia

<sup>2</sup> Agrochemical Service Station “Khakasskaya”, 25 Khakasskaya Str., Abakan, Republic of Khakassia, 655017, Russia

А.П. Самофалов ✉

С.В. Подгорный

О.В. Скрипка

В.Л. Чернова

Н.С. Кравченко

Аграрный научный центр «Донской»,  
Зерноград, Ростовская обл., Россия

✉ samofalova.1986@mail.ru

Поступила в редакцию: 29.05.2024

Одобрена после рецензирования: 13.08.2024

Принята к публикации: 29.08.2024

© Самофалов А.П., Подгорный С.В.,  
Скрипка О.В., Чернова В.Л., Кравченко Н.С.

Aleksandr P. Samofalov ✉

Sergey V. Podgorny

Olga V. Skripka

Valentina L. Chernova

Nina S. Kravchenko

Agricultural Research Center «Donskoy»,  
Zernograd, Rostov region, Russia

✉ obzia@mail.ru

Received by the editorial office: 29.05.2024

Accepted in revised: 13.08.2024

Accepted for publication: 29.08.2024

© Samofalov A.P., Podgorny S.V., Skripka O.V.,  
Chernova V.L., Kravchenko N.S.

# Создание и оценка по основным хозяйственно ценным признакам нового сорта озимой мягкой пшеницы Рубин Дона

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Создание новых сортов и их ускоренное внедрение в производство остаются самым эффективным ресурсом повышения урожайности, энергосбережения, роста рентабельности и конкурентоспособности.

**Цели исследований** — создание сорта озимой мягкой пшеницы Рубин Дона и оценка по урожайности и основным адаптационным, технологическим и хлебопекарным свойствам.

**Методы.** Исследования выполнены с 2018 по 2023 год на полях научного севооборота отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы. Сорт получен методом внутрисортной гибридизации и последующего индивидуального отбора с использованием в скрещивании в качестве материнской формы продуктивного и адаптивного сорта Находка, отцовская форма — высококачественный сорт сильной пшеницы Донская юбилейная.

**Результаты.** Установлено, что сорт Рубин Дона обладает высоким и стабильным уровнем продуктивности. Средняя урожайность за 6 лет конкурсных испытаний по предшественнику сидеральный пар составила 9,45 т/га, минимальная — 6,77 т/га, максимальная — 11,80 т/га, у стандартного сорта Ермек 8,80, 6,06 и 11,21 т/га соответственно. Достоверные и стабильные прибавки к стандарту Рубин Дона формируют и по другим предшественникам: кукурузе на зерно — 0,67 т/га, гороху — 0,79 т/га, подсолнечнику — 0,62 т/га, озимой пшенице — 0,77 т/га. Выявлено, что достоинством нового сорта, обеспечивающим высокие и стабильные урожаи, является высокая экологическая устойчивость к региональным почвенно-климатическим условиям (засухе, низким температурам, весенним заморозкам, болезням и полеганию). Он имеет более низкие показатели коэффициента вариации, фактора стабильности (FS), размаха урожайности (d) при высоком уровне реализации потенциала продуктивности в сравнении как со стандартом Ермек, так и с контрастным по срокам колошения и созревания высокопродуктивным сортом Раздолье. Технологические и хлебопекарные свойства нового сорта высокие, соответствуют требованиям ГОСТ-9353-2016 к 1-му классу. С 2023 года решением Госкомиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений включен в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию по Центрально-Черноземному (5) и Нижневолжскому (8) регионам.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, сорт, урожайность, экологическая устойчивость, депрессия, адаптивность, качество зерна

**Для цитирования:** Самофалов А.П., Подгорный С.В., Скрипка О.В., Чернова В.Л., Кравченко Н.С. Создание и оценка по основным хозяйственно ценным признакам нового сорта озимой мягкой пшеницы Рубин Дона. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 88–94.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-88-94>

# Development and evaluation of a new winter bread wheat variety Rubin Dona according to the main economically valuable traits

## ABSTRACT

**Relevance.** The development of new varieties and their rapid introduction into production remains the most effective resource for improving productivity, energy saving, profitability and competitiveness. The purpose of the current study was to develop the winter bread wheat variety Rubin Dona and evaluate its productivity and basic adaptive, technological, and baking properties.

**Methods.** The current study was carried out in the fields of research crop rotation of the department of winter wheat breeding and seed production in 2018–2023. The variety was developed by the method of intravarietal hybridization using the productive and adaptive variety Nakhodka as a maternal form and the high-quality strong wheat variety Donskaya Yubileynaya as a paternal form and a subsequent individual selection.

**Results.** There has been established that the variety Rubin Dona has a high and stable level of productivity. For 6 years of competitive variety testing the mean productivity of the variety sown in green manure fallow was 9.45 t/ha with the minimum of 6.77 t/ha and the maximum of 11.80 t/ha, compared to the standard variety Ermak with 8.80, 6.06 and 11.21 t/ha, respectively. The variety Rubin Dona sown after various forecrops also demonstrates a reliable and stable productivity increase to the standard, 0.67 t/ha after maize for grain, 0.79 t/ha after peas, 0.62 t/ha after sunflower, 0.77 t/ha after winter wheat. There has been revealed that the advantage of the new variety, which provides high and stable yields, is its high environmental resistance to regional soil and climatic conditions such as drought, low temperatures, spring frosts, diseases, and lodging. The variety has lower indicators of the coefficient of variation, factor of stability (FS), yield range (d) with a high level of realization of productivity potential in comparison with both the standard variety Ermak and the highly productive variety Razdolie, which has a contrasting periods of heading and ripening. The technological and baking properties of the new variety are of high quality and meet the requirements of GOST-9353-2016 referring to the first class. Since 2023, by decision of the State Commission of the Russian Federation for testing and protection of breeding achievements, the variety has been included in the State List of the varieties approved for use in the Central Blackearth (5) and Lower Volga (8) regions.

**Key words:** winter wheat, variety, productivity, environmental sustainability, depression, adaptability, grain quality

**For citation:** Samofalov A.P., Podgorny S.V., Skripka O.V., Chernova V.L., Kravchenko N.S. Development and evaluation of a new winter bread wheat variety Rubin Dona according to the main economically valuable traits. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 88–94 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-88-94>



## Введение/Introduction

В системе мероприятий, направленных на повышение производства зерна и улучшение его качества, определенную роль должна занимать сортоотмена как один из наиболее дешевых и доступных факторов интенсификации зернового хозяйства. Это в свою очередь напрямую связано с созданием и ускоренным внедрением новых высокопродуктивных, качественных сортов с учетом их агроэкологического размещения по природно-климатическим зонам или конкретным регионам [1, 2]. Именно сорт остается самым эффективным ресурсом повышения урожая, энергосбережения, роста рентабельности и конкурентоспособности [3, 4].

Урожайность является основополагающим агрономическим показателем, определяющим результативность селекционной работы по любой сельскохозяйственной культуре, в том числе по озимой пшенице [5]. Это интегрированный показатель, который зависит от многих составляющих: абиотических и биотических факторов, культуры земледелия, сортовых особенностей, условий возделывания и так далее.

Современные сорта, как яровой, так и озимой пшеницы, характеризуются высоким потенциалом продуктивности, но в условиях производства уровень его реализации остается еще довольно низким, значительно варьирующим по годам под влиянием абиотических и биотических стрессоров [6, 7]. Это свидетельствует о недостаточном уровне их экологической устойчивости, стрессоустойчивости, в результате чего потенциальная урожайность сельскохозяйственных культур реализуется крайне слабо — от 25 до 40% [8, 9].

Эффективность зернового хозяйства зависит не только от урожайности, но и от качества произведенного зерна, которое определяет его пригодность к использованию по целевому назначению [10]. Проблема высококачественного зерна для производства и переработки остается по-прежнему актуальной и не решенной в полной мере [11]. Отсутствие качественного зерна пшеницы привело к росту рынка хлебопекарных смесей и улучшителей муки, связанных с безопасностью здоровья человека [12, 13].

В связи с этим селекционная работа по пшенице должна быть направлена на создание сортов с высокими технологическими свойствами, стабильных по урожайности за счет повышенной устойчивости к стресс-факторам, болезням и вредителям, то есть сортов, приспособленных к конкретным условиям среды [14–16].

Для юга Ростовской области основными стресс-факторами, лимитирующими урожайность, являются засуха (почвенная, обусловленная дефицитом влаги в почве в разные периоды онтогенеза растений, и атмосферная, связанная с высокими температурами и суховеями в период активной вегетации, особенно налива и созревания зерна), условия перезимовки (низкие температуры на глубине залегания узла кущения, ледяная корка, выпирание растений, весенние заморозки), ливни со шквалистыми ветрами, болезни и вредители.

*Цели исследований* — создание и оценка сорта озимой мягкой пшеницы Рубин Дона по урожайности и основным адаптационным, технологическим и хлебопекарным свойствам.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования выполнены в 2018–2023 гг. в конкурсном сортоиспытании научного севооборота отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской». Объекты исследований — новый сорт озимой мягкой пшеницы Рубин Дона, стандартный среднеранний сорт Ермак, а также (для сравнения) контрастный, более позднеспелый (колошение на 5–6 дней позже) новый высокопродуктивный сорт Раздолье.

Подготовку почвы, посев и уход за посевами осуществляли согласно рекомендациям (Зональные системы земледелия Ростовской области, 2022 г.). Сортоиспытание закладывали по предшественнику сидеральный пар в шестикратной повторности. Учетная площадь делянки — 10 м<sup>2</sup>. Учеты наблюдения, оценки и анализы проводили по Методике Госкомиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений<sup>1</sup> и Методике полевого опыта<sup>2</sup>.

Зимостойкость после перезимовки в полевых условиях оценивали по пятибалльной шкале, морозостойкость — путем промораживания растений в посевных ящиках в камерах холодильной установки (КНТ-1, Россия).

Оценку засухоустойчивости, жаростойкости и расчет индекса комплексной засухоустойчивости проводили в лабораторных условиях по Методике ВИР<sup>3</sup>. В полевых условиях влияние почвенной и атмосферной засухи на урожайность и некоторые элементы ее структуры определяли по экспрессии признака к контрольному, оптимальному по гидротермическому режиму в течение всей вегетации озимой пшеницы в 2022 году<sup>4</sup>.

Качество зерна, муки и хлеба проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур<sup>5</sup> и оценкой их по ГОСТ 9353-2016<sup>6</sup>.

Статистическая обработка данных (НСР, степень модификационной изменчивости признака (CV, %) выполнена по Б.А. Доспехову<sup>7</sup> (2014 г.), стабильность SF (stability factor) определялась по Lewis<sup>8</sup> (1954 г.), размах урожайности (d) — по В.А. Зыкину<sup>9</sup> (1984 г.), реализация потенциала урожайности — по Э.Д. Неттевичу<sup>10</sup> (2018 г.).

Для анализа метеорологических условий использовали данные метеостанции «Зерноград» (Ростовская обл.)<sup>11</sup>. Метеоусловия в годы проведения исследований были достаточно контрастными, что позволило всесторонне изучить новый сорт озимой пшеницы Рубин Дона по основным хозяйственно ценным признакам.

Для 2017/18 с.-х. года характерна сильнейшая атмосферная засуха в период активной вегетации (апрель — июнь), обусловленная в основном высокими

<sup>1</sup> Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва. 2019; 384.

<sup>2</sup> Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. (перераб. и доп.). М.: Альянс. 2014; 351.

<sup>3</sup> Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство). ВИР. 1988; 228.

<sup>4</sup> [https://rp5.ru/Погода\\_в\\_Зернограде](https://rp5.ru/Погода_в_Зернограде).

<sup>5</sup> Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. Москва: Б. и. 1988; 121.

<sup>6</sup> ГОСТ 9353-2016 Пшеница. Технические условия. М.: Стандартинформ. 2019; 11.

<sup>7</sup> Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. (перераб. и доп.). М.: Альянс. 2014; 351.

<sup>8</sup> Gene-environment: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability. Heredity. 1954; 8: 333–336.

<sup>9</sup> Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа: БашГАУ. 2005; 100.

<sup>10</sup> Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в Центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства. Доклады РАСХН. 2001; (3): 3–6.

<sup>11</sup> [https://rp5.ru/Погода\\_в\\_Зернограде](https://rp5.ru/Погода_в_Зернограде).

температурами воздуха и суховеями и в меньшей степени недобором осадков. Среднесуточные температуры воздуха были выше среднеголетних на 0,8 °C (апрель), на 2,7 °C (май), на 3,4 °C (июнь). Количество выпавших осадков за этот период составило всего 25,9 мм при среднеголетней норме 165,3 мм. Тем не менее урожайность сорта Рубин Дона была высокой (11,61 т/г) благодаря хорошим запасам влаги в почве.

2018/19 с.-х. год отмечен как самый неблагоприятный из-за длительной осенней почвенной засухи в предпосевной и посевной периоды (сумма выпавших осадков за август, сентябрь и двух декад октября 25,8 мм при норме 114 мм, ГТК = 0,11), поздним сроком посева в сухую и полусухую почву, неравномерностью и изреженностью всходов, отсутствием кущения из-за низкой температуры в ноябре (0,5 °C, норма — 3,3 °C). Урожайность в данном году в конкурсном сортоиспытании оказалась самой низкой, в том числе по сорту Рубин Дона (6,77 т/га).

2019/20 с.-х. год за вегетацию озимой пшеницы отличался чередованием засушливых периодов с влагообеспеченными. Засушливые: октябрь — декабрь (всходы — кущение) с недобором осадков к среднеголетней на 100,3 мм и март — апрель (кущение — выход в трубку) — недобор 61,5 мм. Влагообеспеченные: сентябрь (посев — всходы) — выпало 48 мм при норме 42,3 мм, январь — февраль — 121,2 мм, май — июнь — 117,8 мм (практически на уровне среднеголетней — 121,2 мм и 122,6 мм соответственно).

Во второй половине марта и всего апреля наблюдались весенние заморозки до -7,7 °C, что привело к значительному повреждению растений у менее устойчивых к этому стрессу сортов и снижению урожайности. Урожайность сорта Рубин Дона (как устойчивого к весенним заморозкам) составила 9,66 т/га.

2020/21 и 2022/23 с.-х. годы по сценарию погодных условий, особенно в осенний и летний периоды, были близкими и характеризовались недостаточным количеством осадков осенью в период «посев — кущение» — 28,4 мм и 95,0 мм, или 21,6% и 72,2%, от нормы, зимой — 117,3 мм и 125,0 мм, или 80,5% и 75,4%, от среднеголетних и хорошей влагообеспеченностью в период активной вегетации.

Количество выпавших осадков с апреля по июнь составило 264,6 мм (160,1% от нормы в 2021 г.) и 241,7 мм (146,2% в 2023 г.). Теплые зимы, большое количество осадков весной и летом способствовали не только хорошему кущению и интенсивному росту вегетативной массы, но и развитию грибных болезней, полеганию, стеканию зерна, снижению урожайности, которая по сорту Рубин Дона составила 8,67 т/га в 2021 г., 8,21 т/га в 2023 г.

Сложившиеся погодные условия в 2021/22 с.-х. году, как по температурному режиму, так и по количеству осадков, были оптимальными в течение всего вегетационного периода и благоприятными для роста и развития растений, что позволило получить максимальную урожайность по новому сорту — 11,80 т/га.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Сорт озимой мягкой пшеницы интенсивного типа Рубин Дона выведен методом внутривидовой гибридизации от скрещивания двух сортов зерноградской селекции. Материнская форма — сорт высокой продуктивности и устойчивости к комплексу стрессоров, типичных для южной зоны Ростовской области, Находка. Отцовская — один из самых высококачественных

сортов нашей селекции (сильная пшеница — улучшитель) Донская юбилейная, полученный в свою очередь от двух широко известных сортов — Донская безостая и Донская полукарликовая. При этом ставилась задача объединить в новом генотипе высокую продуктивность, усилить адаптационные свойства в условиях неустойчивого увлажнения и сохранить высокое качество зерна.

Скрещивание проведено в 2010 г., элитное растение отобрано в 2013 г. в третьем поколении (F<sub>3</sub>), передано на Государственное испытание в 2019 г., включено в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2023 г. по Нижневолжскому и Центрально-Чернозёмному регионам.

Разновидность — лютесценс. Тип куста — полупрямостоячий. Колос цилиндрический, средней длины, средней плотности. Колосковая чешуя ланцетная. Зубец колосковой чешуи очень короткий, слегка изогнутый. Плечо прямое, среднеширокое. Киль выражен сильно. Зерно красное, средней крупности — крупное, масса 1000 зерен — 37,4–49,0 г (рис. 1).

Сорт низкостебельный, средняя высота растений — 97,2 см, что на 4,0 см ниже стандарта. Характеризуется высокой устойчивостью к полеганию (5,0 баллов). По времени колошения, как и стандартный сорт Ермак, относится к среднеранней группе (табл. 1).

Сорт Рубин Дона на инфекционном фоне при искусственном заражении показывает высокую устойчивость к поражению бурой ржавчиной (5–10%), мучнистой росой (1,5 балла), среднюю — к желтой ржавчине (40–50%) и септориозу (40–50%), у стандартного сорта Ермак, соответственно, 10–15%, 2,5 балла, 50–60% и 50–60%.

По зимостойкости, где основным показателем, определяющим уровень перезимовки в условиях Ростовской

Рис. 1. Зерно и колос сорта мягкой озимой пшеницы Рубин Дона

Fig. 1. Grain and head of the winter common wheat variety Rubin Dona



Таблица 1. Адаптационные признаки и свойства сорта озимой мягкой пшеницы Рубин Дона, 2018–2023 гг.

Table 1. Adaptive traits and properties of the winter bread wheat variety Rubin Dona, 2018–2023

Признак, свойство	Единица измерения	Рубин Дона	Ермак, стандарт	± к стандарту
Высота растений	см	97,2	101,2	-4,0
Устойчивость к полеганию	балл	5,0	4,0	+1,0
Дата колошения		18,05	18,05	0,0
Оценка перезимовки в поле	балл	5,0	5,0	0,0
Морозостойкость при промораживании в КНТ-1, t = -19–20 °C	%	58,7	66,3	-7,6
Поражение болезнями на инфекционном фоне (тах):				
бурой ржавчиной	%	5–10	10–15	-5,0
желтой ржавчиной	%	50–60	50–60	0,0
септориозом	%	40–50	50–60	-10,0
мучнистой росой	балл	1,5	2,5	-1,0

области, является морозостойкость, обусловленная в основном наследственными особенностями сорта и степенью его закалки, новый сорт, как в полевых условиях, так и при промораживании растений в КНТ-1, практически не уступает стандарту. Средняя оценка перезимовки в полевых условиях за годы изучения (2018–2023) составила 5,0 баллов, а средний процент сохранившихся растений при промораживании в холодильной установке ( $t = -19-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) — 58,7%, у Ермака — 4,5 балла и 66,3% соответственно.

Рубин Дона показал и высокую устойчивость к возврату весенних заморозков, в апреле — до  $7,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , проявившуюся в 2020 г., сформировав высокую урожайность (9,66 т/га).

Главным стрессором, лимитирующим урожайность в последние 10–15 лет, являются засухи: почвенная, вызываемая отсутствием осадков и дефицитом влаги в почве, и атмосферная, обусловленная действием высоких температур и суховея. Погодные условия в последние 10–15 лет складываются так, что почвенная засуха стала в Ростовской области частым явлением осенью, особенно в предпосевной и посевной периоды, то есть в начальные стадии развития растений, что вызывает проблему получения полноценных всходов, их дальнейшего роста и развития, формирования высокой продуктивности.

Атмосферная засуха чаще проявляется в мае — июне — в периоды «цветения» и «налива зерна», оказывая негативное воздействие на завязываемость, крупность и выполненность зерновок. Для большинства сортов зерноградской селекции характерна устойчивость к действию высоких температур в фазу «налив зерна», однако они более чувствительны и сильнее страдают, как указывалось выше, в начальные фазы развития растений. Поэтому была проведена всесторонняя оценка изучаемого сорта — как в лабораторных условиях по степени набухания и прорастания семян в растворах осмотиков на устойчивость к водному стрессу (засухоустойчивость) и температурному стрессу (жаростойкость), так и в полевых условиях по урожайности, плотности агроценоза, озерненности колоса и крупности зерна в условиях засухи.

В таблице 2 представлены результаты изучения засухоустойчивости, жаростойкости и устойчивости к комплексной засухе в начальные стадии развития растений

Таблица 2. Устойчивость к водному и температурному стрессам сорта озимой пшеницы Рубин Дона в начальные фазы развития, 2018–2023 гг.

Table 2. Water and temperature stress resistance of the winter bread wheat variety Rubin Dona at the initial stages of development, 2018–2023

Сорт	Засухоустойчивость, %	Жаростойкость, %	Индекс комплексной устойчивости, отн. ед.
Рубин Дона	60,9	90,4	212,3
Раздолье	44,8	91,5	181,0
Ермак, стандарт	64,4	88,2	217,0

Таблица 3. Влияние водного и температурного стрессов на урожайность и элементы ее структуры

Table 3. The effect of water and temperature stresses on productivity and yield structure elements

Сорт	Урожайность, т/га			Продуктивный колосостой, шт/м <sup>2</sup>			Количество зерен с колоса, шт.			Масса 1000 зерен, г		
	2022 г, контроль	Депрессия % к 2022 г.		2022 г.	Депрессия % к 2022 г.		2022 г.	Депрессия % к 2022 г.		2022 г.	Депрессия % к 2022 г.	
		2018 г.	2019 г.		2018 г.	2019 г.		2018 г.	2019 г.		2018 г.	2019 г.
Рубин Дона	11,80	7,7	42,6	652	–	36,4	41,5	11,3	5,8	45,5	-3,3	–
Раздолье	13,78	8,8	48,3	815	–	49,1	47,3	26,0	–	38,6	–	-6,4
Ермак, стандарт	10,29	11,0	41,1	585	–	31,5	44,2	8,0	10,0	41,2	–	–

Примечание: \* 2022 г. — оптимальный по увлажнению, 2018 г. — атмосферная засуха в период активной вегетации, 2019 г. — почвенная осенняя засуха.

сорта Рубин Дона в сравнении со стандартом и более поздним по срокам колошения и созревания сортом Раздолье.

Анализ данных таблицы 2 показывает, что сорт Рубин Дона по уровню засухоустойчивости и индексу комплексной устойчивости при прорастании семян на растворах осмотиков не уступает одному из лучших в этом отношении стандартному сорту Ермак и превосходит сорт Раздолье. Средняя величина его засухоустойчивости за 2018–2023 гг. в начальные фазы развития растений составила 60,9%, а индекс комплексной устойчивости — 212,3 отн. ед., у стандарта и сорта Раздолье — 64,4% и 44,8%, 217,0 и 181,0 отн. ед. соответственно).

По степени устойчивости к температурному стрессу все три сорта обладают высоким уровнем жаростойкости. Данные лабораторных исследований по засухоустойчивости подтверждаются и результатами полевых опытов (табл. 3).

Как показывают данные таблицы 3, почвенная засуха в предпосевной и посевной периоды (начальный рост и развитие растений, 2019 г.) оказала более негативное действие на урожайность и продуктивный стеблестой, чем атмосферная (2018 г.).

Депрессия урожайности у изучаемых сортов озимой пшеницы в 2019 г. составила: Рубин Дона — 42,6%, Ермак — 41,1%, Раздолье — 48,3%. Такая же закономерность наблюдалась и по депрессии признака «количество продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup>»: Рубин Дона — 36,4%, Ермак — 31,5%, Раздолье — 49,1%.

При атмосферной засухе (2018 г.) при хорошем развитии растений в осенний и ранневесенний периоды депрессия по урожайности была незначительной (7,7%, 11,0% и 8,8% соответственно), а по плотности агроценоза отсутствовала по всем сортам. Депрессия признака «озерненность колоса» у сорта Рубин Дона (11,3%) в 2018 г. была практически на уровне стандарта (8,0%) и уступала более позднеспелому сорту Раздолье на 14,7%.

Положительный комплекс основных адаптационных свойств позволяет сорту Рубин Дона стабильно формировать высокий уровень зерновой продуктивности. Средняя урожайность его за шесть лет изучения (2018–2023 гг.) составила 9,45 т/га, у стандартного сорта Ермак — 8,80 т/га. Нижний и верхний пороги урожайности превысили стандарт на 0,71 т/га и 0,59 т/га (табл. 4).

В то же время сорт Рубин Дона за этот период уступил по урожайности более позднеспелому и практически самому продуктивному сорту зерноградской селекции Раздолье на 0,36 т/га по минимальному значению, на 1,98 т/га по максимальному и на 0,75 т/га по среднему. Однако следует отметить, что по параметрам адаптивности урожайность Рубина Дона была более стабильной, чем у сортов Раздолье и Ермак. Так, коэффициент вариации, отражающий реакцию сорта на внешние условия среды составил у него 20,7%, у Раздолье — 25,4%, у Ермака — 24,1%.



Таблица 4. Урожайность и параметры стабильности сорта озимой мягкой пшеницы Рубин Дона, 2018–2023 гг.

Table 4. Productivity and parameters of stability of the winter bread wheat variety Rubin Dona, 2018–2023

Сорт	Урожайность, т/га			CV, %	Реализация потенциала урожайности, %	Фактор стабильности (SF)	Размах урожайности (d), %
	min	max	средняя				
Рубин Дона	6,77	11,80	9,45	20,7	78,5	1,74	42,6
Раздолье	7,13	13,78	10,20	25,4	74,0	1,92	48,2
Ермак, стандарт	6,06	11,21	8,80	24,1	80,1	1,87	46,5
НСР05	0,48	0,38	0,39	–	–	–	–

Реализация потенциальной урожайности, величина которой указывает на возможность сорта противостоять экологическим стрессам, у сорта Рубин Дона была высокой (практически на уровне стандарта — 78,5% и 80,1%) и на 4,5% выше, чем у Раздолья (74,0%). По параметрам «фактор стабильности» (SF) и «размах урожайности» (d) новый сорт хоть и незначительно, но превышает стандартный сорт Ермак на 0,13% и 3,9%, Раздолье — на 0,18% и 5,6%.

Более высокая экологическая устойчивость сорта Рубин Дона подтверждается стабильными прибавками урожайности при испытании его по разным предшественникам (табл. 5).

Средняя прибавка сорта Рубин Дона к стандартному сорту Ермак за 2020–2023 гг. составила по: предшественнику сидеральный пар — 0,69 т/га (НСР05 = 0,37), гороху — 0,79 т/га (НСР05 = 0,73), кукурузе на зерно — 0,67 т/га (НСР05 = 0,43), подсолнечнику — 0,62 т/га (НСР05=0,58), по озимой пшенице — 0,77 т/га (НСР05 = 0,62).

В сравнении с родительскими формами Рубин Дона за годы испытаний в экологическом сортоиспытании (2019–2022 гг.) достоверно превысил высокопродуктивный пластичный сорт Находка (мать) на 0,49 т/га, а высококачественный сорт Донская юбилейная (отец) на 1,16 т/га (НСР05 = 0,46).

Анализ структуры урожайности показывает, что наибольший вклад в повышение урожайности сорта Рубин Дона вносят такие элементы, как количество сохранившихся к уборке растений и плотность продуктивного стеблестоя (табл. 7).

В среднем за годы изучения установлено, что количество сохранившихся к уборке растений на 1 м<sup>2</sup> у него составило 292 шт., продуктивных колосьев на 1 м<sup>2</sup> — 630, что, соответственно, больше, чем у стандарта, на 18,2% и 39,3%. По остальным слагающим урожайности достоверных различий не выявлено, их значения были либо на уровне Ермака, либо несколько уступали ему.

Технологические и хлебопекарные качества зерна нового сорта высокие. По большинству показателей качества Рубин Дона превышает стандарт Ермак (ценная пшеница) и находится на уровне высококачественного сорта сильной пшеницы Донская юбилейная (табл. 8).

Таблица 5. Урожайность (т/га) сорта озимой мягкой пшеницы Рубин Дона при возделывании по разным предшественникам, 2020–2023 гг.

Table 5. Productivity (t/ha) of the winter bread wheat variety Rubin Dona when cultivating after various forecrops, 2020–2023

Предшественник	Рубин Дона	Ермак, стандарт	± к стандарту, т/га	НСР05
Сидеральный пар	9,58	8,89	0,69	0,37
Горох	7,86	7,07	0,79	0,73
Кукуруза на зерно	7,65	6,98	0,67	0,43
Подсолнечник	6,20	5,58	0,62	0,58
Озимая пшеница	6,99	6,22	0,77	0,62
Среднее по всем предшественникам	7,66	6,95	0,71	–

Таблица 6. Урожайность сорта Рубин Дона в сравнении с родительскими формами (экологическое сортоиспытание), 2019–2022 гг.

Table 6. Productivity of the winter bread wheat variety Rubin Dona in comparison with parental forms (environmental variety testing), 2019–2022

Сорт	Урожайность, т/га	± к сортам, т/га	
		Находка	Донская юбилейная
Рубин Дона	9,38	+0,49	+1,16
Находка, материнская форма	8,89	–	+0,67
Донская юбилейная, отцовская форма	8,22	-0,67	–
НСР05	0,46	–	–

В среднем за годы исследований сорт Рубин Дона по технологическим и хлебопекарным свойствам характеризуется следующими показателями: стекловидность — 66%, натура — 798 г/л, содержание в зерне белка — 13,53%, содержание клейковины — 28,6%, ИДК — 68 е. п., валориметрическая оценка — 78 е. в., объемный выход хлеба — 684 см<sup>3</sup>, общая оценка хлеба — 4 балла. То есть по показателям качества новый сорт, согласно требованиям ГОСТ-9353-2016, соответствует 1-му классу, а по классификационным нормам, предъявляемым Госкомиссией РФ, — классу «сильная пшеница».

Таким образом, в новом сорте удалось решить задачу совмещения высокой и стабильной продуктивности, адаптивности сорта Находка и высокого качества Донской юбилейной. Решением Госкомиссии РФ по

Таблица 7. Структура урожая сорта Рубин Дона, 2018–2023 гг.

Table 7. Yield structure of the winter bread wheat variety Rubin Dona, 2018–2023

Элемент структуры	Единица измерения	Рубин Дона	Ермак, стандарт	± к стандарту	НСР05
Количество растений, сохранившихся к уборке	шт/м <sup>2</sup>	292	247	+45	26
Продуктивный стеблестой	шт/м <sup>2</sup>	630	553	+77	34
Масса зерна с растения	г	3,46	3,69	-0,23	–
Количество зерен с растения	шт.	86,3	91,1	-4,8	–
Масса зерна с колоса	г	1,55	1,62	-0,07	0,12
Количество зерен в колосе	шт.	38,6	39,6	-1,0	2,4
Масса 1000 зерен	г	40,4	41,2	-0,7	0,52
Длина колоса	см	8,5	8,2	+0,3	0,19
Количество колосков в колосе	шт.	19,1	17,8	+1,3	2,9

Таблица 8. Технологические и хлебопекарные качества зерна сорта озимой пшеницы Рубин Дона, 2018–2023 гг.

Table 8. Technological and baking properties of grain of the winter bread wheat variety Rubin Dona, 2018–2023

Признак, свойство	Рубин Дона	Ермак, стандарт	Донская юбилейная (родит. форма)	± к Ермаку	± к Донской юбилейной	НСР05
Натура зерна, г/л	798	764	803	+34	-5	10,2
Стекловидность, %	66	57	69	+9	-3	
Содержание белка, %	13,53	13,14	14,43	+0,39	-0,90	
Содержание клейковины, %	28,6	26,2	30,4	+2,4	-1,8	2,1
Качество клейковины, ИДК, е. п.	68	62	63	+6	+5	
SDS-седиментация, мл	58	58	62	0	-4	
Число падения, сек.	433	438	448	-5	-15	
Валориметрическая оценка, е. в.	78	78	80	0	-2	
Хлебопекарная сила муки, е. а.	251	216	245	+36	+6	30,5
Отношение упругости к растяжимости (p/l)	1,4	1,3	2,7	+0,1	-1,3	
Объемный выход хлеба из 100 г муки, см <sup>3</sup>	684	637	680	+47	+4	37,6
Общая оценка хлеба, балл	4,0	4,0	4,0	0	0	0,2

сортаиспытанию и охране селекционных достижений сорт Рубин Дона включен в Госреестр РФ<sup>12</sup> и допущен к использованию в производстве по Центрально-Чернозёмному (5) и Нижневолжскому (8) регионам.

### Выводы/Conclusions

Созданный для засушливых условий новый сорт озимой мягкой пшеницы Рубин Дона обладает высоким и стабильным уровнем продуктивности. Средняя урожайность сорта в КСИ ФГБНУ «АНЦ «Донской»» по предшественнику сидеральный пар за 2018–2023 гг. составила 9,45 т/га, минимальная — 6,77 т/га, максимальная — 11,80 т/га, у стандартного сорта Ермак — 8,80 т/га, 6,06 т/га и 11,21 т/га соответственно.

По сорту получены достоверные и стабильные прибавки и по другим предшественникам: гороху —

0,79 т/га, кукурузе на зерно — 0,67 т/га, подсолнечнику — 0,62 т/га, озимой пшенице — 0,77 т/га.

Достоинством сорта Рубин Дона, обеспечивающим высокую и стабильную урожайность, является высокая экологическая устойчивость к региональным почвенно-климатическим условиям (засухе, низким температурам, болезням, полеганию).

Технологические и хлебопекарные качества нового сорта высокие и отвечают 1-му классу ГОСТ 9353-2016 и классификационным нормам Госкомиссии РФ на «сильную пшеницу».

Сорт Рубин Дона является хорошим дополнением в системе сортов интенсивного типа для повышения и стабилизации валовых сборов зерна в регионах допуска к использованию.

<sup>12</sup> Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию ФГБУ «Госсорткомиссия». Т. 1. Сорта растений. Режим доступа: <https://gossortrf.gosreestr/>

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

- Алабушев А.В., Раева С.А. Параметры сортоисменности озимой пшеницы. *Зерновое хозяйство России*. 2016; (6): 32–38. <https://elibrary.ru/xvnhnr>
- Воробьев А.В., Воробьев В.А. Влияние влагообеспеченности вегетационного периода на смену рангов сортов яровой пшеницы по урожайности и элементам ее структуры. *Достижения науки и техники АПК*. 2019; 33(8): 29–32. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10806>
- Барковская Т.А., Гладышева О.В., Давыдова Н.В. Сорта яровой мягкой пшеницы для Нечерноземья. *Земледелие*. 2018; (8): 38–41. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10811>
- Новохатин В.В., Драгавцев В.А., Леонова Т.А., Шеломенцева Т.В. Создание сорта мягкой яровой пшеницы Гренада с помощью инновационных технологий селекции на основе теории эколого-генетической организации количественных признаков. *Сельскохозяйственная биология*. 2019; 54(5): 905–919. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.5.905rus>
- Николаев П.Н., Юсова О.А., Анисков Н.И., Сафонова И.В. Агробиологическая характеристика голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019; 180(1): 38–43. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-1-38-43>
- Сапега В.А. Сортовое районирование яровой пшеницы и оценка ее сортов по урожайности и адаптивности в Тюменской области. *Зерновое хозяйство России*. 2023; (4): 51–58. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2023-87-4-51-58>

### REFERENCES

- Alabushev A.V., Raeva S.A. Parameters of variety change of winter wheat. *Grain Economy of Russia*. 2016; (6): 32–35 (in Russian). <https://elibrary.ru/xvnhnr>
- Vorobyov V.A., Vorobyov A.V. Effect of Water Supply During the Vegetative Season on a Change in the Ranking of Spring Wheat Varieties in Terms of Yield and Structural Elements. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2019; 33(8): 29–32 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10806>
- Barkovskaya T.A., Gladysheva O.V., Davydova N.V. Spring Soft Wheat Varieties for the Non-Black Soil Zone. *Zemledelie*. 2018; (8): 38–41 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10811>
- Novokhatin V.V., Dragavtsev V.A., Leonova T.A., Shelomentseva T.B. Creation of a spring soft wheat variety Grenada with the use of innovative breeding technologies based on the original theory of eco-genetic arrangement of quantitative traits. *Agricultural Biology*. 2019; 54(5): 905–919. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.5.905eng>
- Nikolaev P.N., Yusova O.A., Aniskov N.I., Safonova I.V. Agrobiological characteristics of hulless barley cultivars developed at Omsk agrarian Scientific Center. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2019; 180(1): 38–43 (in Russian). <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-1-38-43>
- Sapega V.A. Varietal zoning of spring wheat and estimation of its varieties according to productivity and adaptability in the Tyumen region. *Grain Economy of Russia*. 2023; (4): 51–58 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2023-87-4-51-58>

7. Сухоруков А.Ф., Сухоруков А.А. Селекция озимой пшеницы на засухоустойчивость в Среднем Поволжье. *Аграрная наука*. 2017; (5): 15–18.  
<https://www.elibrary.ru/yvsnnp>
8. Рыбас И.А., Марченко Д.М., Некрасов Е.И., Иванисов М.М., Гричаникова Т.А., Романюкина И.В. Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы. *Зерновое хозяйство России*. 2018; (4): 51–54.  
<https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-51-54>
9. Гончаренко А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции. *Зерновое хозяйство России*. 2016; (3): 31–36.  
<https://elibrary.ru/wlasmv>
10. Капис В.И. Вопросы качества зерна и продуктов его переработки: практика и поиск в работе Росхлебнадзора по Омской области. Омск. 2004; 99.  
ISBN 5-8042-0052-6
11. Пахотина И.В., Игнатиева Е.Ю., Белан И.А., Россеева Л.П., Солдатова Л.Т. Сильные сорта — основа производства высококачественных продуктов переработки зерна мягкой пшеницы. *Зерновое хозяйство России*. 2022; (5): 39–46.  
<https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-82-5-39-46>
12. Алабушев А.В. Экспортные поставки и современное состояние рынка зерна пшеницы в России и мире. *Достижения науки и техники АПК*. 2019; 33(2): 68–70.  
<https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10216>
13. Мелешкина Е.П. Нужно ли стандартизировать классификацию зерна пшеницы по качеству. *Хлебопродукты*. 2020; (4): 14–15.  
<https://elibrary.ru/gnbwbp>
14. Ковтун В.И., Ковтун Л.Н. Продуктивная, высококачественная озимая мягкая пшеница универсального типа Паритет. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2017; (1): 14–16.  
<https://elibrary.ru/yfnhaf>
15. Мальчиков П.Н., Розова М.А., Моргунов А.И., Мясникова М.Г., Зеленский Ю.И. Величина и стабильность урожайности современного селекционного материала яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) из России и Казахстана. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018; 22(8): 939–950.  
<https://doi.org/10.18699/VJ18.436>
16. Драгавцев В.А. Решения технологических задач селекционного повышения урожая, вытекающие из теории эколого-генетической организации количественных признаков. *АгроФорум*. 2019; (1): 64–71.  
<https://elibrary.ru/dbiwl>

#### ОБ АВТОРАХ

##### Александр Петрович Самофалов

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа  
samofalova.1986@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1709-2808>

##### Сергей Викторович Подгорный

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа  
podgorny128@rambler.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-8438-1327>

##### Ольга Викторовна Скрипка

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа  
<https://orcid.org/0000-0002-6183-8312>

##### Валентина Леонидовна Чернова

агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа  
<https://orcid.org/0000-0002-0451-2711>

##### Нина Станиславовна Кравченко

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна  
<https://orcid.org/0000-0003-3388-1548>

Аграрный научный центр «Донской»,  
ул. Научный городок, 3, Зерноград, Ростовская обл., 347740,  
Россия

7. Sukhorukov A.F., Sukhorukov A.A. Selection of winter wheat for drought tolerance in the Middle Volga region. *Agrarian science*. 2017; (5): 15–18 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/yvsnnp>

8. Rybas I.A., Marchenko D.M., Nekrasov E.I., Ivanisov M.M., Grichanikova T.A., Romanyukina I.V. Assessment of parameters of winter soft wheat adaptability. *Grain Economy of Russia*. 2018; (4): 51–54 (in Russian).  
<https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-51-54>

9. Goncharenko A.A. Ecological stability of grain crop varieties and tasks of breeding. *Grain Economy of Russia*. 2016; (3): 31–36 (in Russian).  
<https://elibrary.ru/wlasmv>

10. Kapis V.I. Issues of quality of grain and products of its processing: practice and search in the work of the State Grain Inspection under the Government of the Russian Federation in the Omsk region. Omsk. 2004; 99 (in Russian).  
ISBN 5-8042-0052-6

11. Pakhotina I.V., Ignatieva E.Yu., Belan I.A., Rosseeva L.P., Soldatova L.T. Strong varieties are the basis to produce high-quality processing products of bread wheat grain. *Grain Economy of Russia*. 2022; (5): 39–46 (in Russian).  
<https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-82-5-39-46>

12. Alabushev A.V. Export Deliveries and the Current State of the Wheat Grain Market in Russia and in the World. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2019; 33(2): 68–70 (in Russian).  
<https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10216>

13. Meleshkina E.P. Is it necessary to standardize wheat grain classification according to its quality. *Khleboпродукты*. 2020; (4): 14–15 (in Russian).  
<https://elibrary.ru/gnbwbp>

14. Kovtun V.I., Kovtun L.N. High-yielding and high-quality soft winter wheat variety of the universal Paritet type. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2017; (1): 14–16 (in Russian).  
<https://elibrary.ru/yfnhaf>

15. Malchikov P.N., Rozova M.A., Morgunov A.I., Myasnikova M.G., Zelensky Yu.I. Yield performance and stability of modern breeding stock of spring durum wheat (*Triticum durum* Desf.) from Russia and Kazakhstan. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018; 22(8): 939–950 (in Russian).  
<https://doi.org/10.18699/VJ18.436>

16. Dragavtsev V.A. Solutions of technologic problems of breeding yield increasing, which issue from the theory of eco-genetic organization of quantitative characters. *AgroForum*. 2019; (1): 64–71.  
<https://elibrary.ru/dbiwl>

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Aleksander Petrovich Samofalov

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Laboratory for the Breeding and Seed Production of Winter Bread Wheat of Intensive Type  
samofalova.1986@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1709-2808>

##### Sergey Viktorovich Podgorny

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Laboratory for the Breeding and Seed Production of Winter Bread Wheat of Intensive Type  
podgorny128@rambler.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-8438-1327>

##### Olga Viktorovna Skripka

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Laboratory for the Breeding and Seed Production of Winter Bread Wheat of Intensive Type  
<https://orcid.org/0000-0002-6183-8312>

##### Valentina Leonidovna Chernova

Agronomist of the Laboratory of Breeding and Seed Production of Winter Soft Wheat of Intensive Type  
<https://orcid.org/0000-0002-0451-2711>

##### Nina Stanislavovna Kravchenko

Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Biochemical Assessment of Breeding Material and Grain Quality  
<https://orcid.org/0000-0003-3388-1548>

Agricultural Research Center “Donskoy”,  
3 Nauchny Gorodok Str., Zernograd, Rostov region, 347740, Russia



УДК 633.11:631.52

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-95-100

С.В. Подгорный ✉

О.В. Скрипка

А.П. Самофалов

В.Л. Чернова

А.А. Чернова

Аграрный научный центр «Донской»,  
Зерноград, Россия

✉ podgorny128@rambler.ru

Поступила в редакцию: 22.05.2024

Одобрена после рецензирования: 13.08.2024

Принята к публикации: 29.08.2024

© Подгорный С.В., Скрипка О.В.,  
Самофалов А.П., Чернова В.Л., Чернова А.А.

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-95-100

Sergey V. Podgorny ✉

Olga V. Skripka

Aleksander P. Samofalov

Valentina L. Chernova

Anastasia A. Chernova

Agricultural Research Center "Donskoy",  
Zernograd, Russia

✉ podgorny128@rambler.ru

Received by the editorial office: 22.05.2024

Accepted in revised: 13.08.2024

Accepted for publication: 29.08.2024

© Podgorny S.V., Skripka O.V., Samofalov A.P.,  
Chernova V.L., Chernova A.A.

# Хозяйственно-биологическая оценка нового среднеспелого сорта мягкой озимой пшеницы Приазовье

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** В Российской Федерации пшеница мягкая озимая является основной продовольственной и стратегической культурой. Постоянное повышение урожайности и качества зерна пшеницы, снижение затрат на ее производство — это основная задача сельскохозяйственного производства. Для решения этой задачи ведущее место отводится непрерывному и постоянному созданию и внедрению в производство новых конкурентоспособных сортов пшеницы, высоко адаптированных к стресс-факторам, с гарантированно высокой урожайностью, высоким качеством зерна.

**Методы.** Исследования проводились в южной зоне Ростовской области на опытных участках ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2021–2023 гг. с целью создать новый сорт мягкой озимой пшеницы, способный формировать не только высокую урожайность, но и обладать высокой морозостойкостью, засухоустойчивостью, устойчивостью к листовым болезням, обладающим высокими реологическими и технологическими свойствами зерна и муки.

**Результаты.** Сорт мягкой озимой пшеницы Приазовье создан методом ступенчатой гибридизации с использованием сортов Вояж и Таня. Это высокопродуктивный сорт. В среднем за три года (2021–2023 гг.) изучения в конкурсном сортоиспытании по предшественнику сидеральный пар урожайность его составила 9,88 т/га, превысив при этом стандарт на 1,56 т/га. Способен формировать высокую урожайность по разным предшественникам. Максимальная урожайность у сорта получена по сидеральному пару в 2022 году — 12,23 т/га. Сорт формирует высокий стеблестой до 800 шт/м<sup>2</sup>, отличается высокой полевой устойчивостью к основным листовым болезням пшениц (мучнистая роса, бурая и желтая, пыльная головня, септориоз и др.). По основным показателям качества зерна и муки относится к ценным пшеницам, по морозостойкости (73,3%) превосходит стандартный сорт Ермак (69,2%).

**Ключевые слова:** пшеница, сорт, урожайность, морозостойкость, качество, белок, клейковина

**Для цитирования:** Подгорный С.В., Скрипка О.В., Самофалов А.П., Чернова В.Л., Чернова А.А. Хозяйственно-биологическая оценка нового среднеспелого сорта мягкой озимой пшеницы Приазовье. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 95–100.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-95-100>

# Economic and biological assessment of a new medium-ripened variety of soft winter wheat Priazovye

## ABSTRACT

**Relevance.** In the Russian Federation, winter common wheat is the main food and strategic crop. Permanent improvement of productivity and quality of wheat grain, reducing its production costs is the main task of agricultural production. To solve this problem, the leading place is given to the continuous and constant creation and introduction into production of new competitive wheat varieties, highly adapted to stress factors, with guaranteed high yields and high grain quality.

**Methods.** The research was carried out in the southern zone of the Rostov region at the experimental sites of the Federal State Budgetary Scientific Institution ANTS "Donskoy" in 2021–2023 in order to create a new variety of soft winter wheat capable of forming not only high yields, but also having high frost resistance, drought resistance, resistance to leaf diseases, possessing high rheological and technological properties of grain and flour.

**Results.** The winter common wheat variety Priazovye was developed by stepwise hybridization using the varieties Voyazh and Tanya. This is a highly productive variety. On average, over three years (2021–2023) of study in the competitive variety testing, the productivity of the variety laid in green manure fallow was 9.88 t/ha, exceeding that of the standard variety by 1.56 t/ha. The variety is capable of producing high yields after various forecrops. The maximum productivity of the variety (12.23 t/ha) was obtained in green manure fallow in 2022. The variety forms a high stem capacity (up to 800 pcs/m<sup>2</sup>), and is characterized by high resistance to the main leaf diseases, such as powdery mildew, brown and yellow mildew, loose smut, leaf blotch, etc. According to the main indicators of grain and flour quality, it belongs to valuable wheat, in terms of frost resistance (73.3%) it surpasses the standard Ermak variety (69.2%).

**Key words:** wheat, variety, productivity, quality, frost resistance, protein, gluten

**For citation:** Podgorny S.V., Skripka O.V., Samofalov A.P., Chernova V.L., Chernova A.A. Economic and biological assessment of a new medium-ripened variety of soft winter wheat Priazovye. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 95–100 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-95-100>

## Введение/Introduction

Озимая пшеница — важнейшая продовольственная культура России. Она занимает значительный удельный вес в структуре зернового клина [1].

Пшеница мягкая озимая одна из самых распространенных злаковых культур в мире, она занимает огромные посевные площади. Это одна из ведущих продовольственных и стратегических культур в России, которая играет огромную роль в экономической и продовольственной безопасности страны [2].

Ростовская область является крупнейшим пшеничным регионом России, она обеспечивает до 50% валового сбора производимого зерна, а в отдельные годы — до 75%<sup>1</sup>.

В современный период при проявляющейся тенденции потепления климата возникает острая необходимость совершенствования технологий возделывания этой культуры и наличия сортов, обладающих адаптивностью к изменениям агроэкологических условий [3].

Для успешного выполнения задач по увеличению и стабилизации производства зерна, повышению его качества важнейшее значение имеют ускорение и модернизация селекционного процесса, создание и внедрение в производство новых высокопродуктивных и высококачественных сортов. Современное производство нуждается в высокопродуктивных сортах с высоким качеством зерна и высокой адаптивностью (морозостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к болезням и т. д.) [4, 5].

На протяжении многих лет основные требования к новым сортам озимой пшеницы практически не меняются, на современном этапе это не только высокая пластичность в варьирующих условиях среды, но и значительная потенциальная способность к максимальной урожайности в условиях как высокого, так и низкого агрофона [6].

Определяющие факторы в вопросах повышения урожайности зерна — правильный выбор наиболее адаптивного сорта, оптимальное размещение сортов в зависимости от предшественника. Адаптивность (абиотические факторы, устойчивость к болезням, хорошее качество продукции) и рассматривается в качестве важнейшего свойства, которое следует учитывать в селекционных программах. Главной задачей селекции на современном этапе является создание высокопродуктивных сортов [7, 8].

В связи с изменениями климата в настоящее время возрастает значимость сортов, устойчивых к абиотическим факторам среды, способных с наименьшими потерями выдержать действия неблагоприятных факторов, при этом не снижать урожайность [9, 10]. Поэтому в «АНЦ «Донской»» уделяется большое внимание проблеме создания сортов пшеницы, сочетающих высокую урожайность с другими хозяйственно ценными признаками и свойствами. С учетом этих требований и создан новый сорт мягкой озимой пшеницы Приазовье.

*Цель исследований* — провести хозяйственно-биологическую оценку среднеспелого сорта мягкой озимой пшеницы сорта Приазовье в сравнении со стандартным сортом Ермак по основным морфобиологическим признакам и свойствам.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Опыты проводились в 2021–2023 гг. в южной зоне Ростовской области на полях лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской»».

Материалом для исследований послужил новый районированный сорт Приазовье собственной селекции, в качестве стандарта использовался сорт Ермак, включенный Госсортокомиссией с 2014 года по Ростовской области (оригинатор «АНЦ «Донской»»).

Закладка и проведение исследований осуществлялись по методике полевого опыта<sup>2</sup>. Посев проводили навесной сеялкой Wintersteiger Plotseed (Австрия) обычным рядовым способом. Площадь делянки — 10 м<sup>2</sup>, повторность — 6-кратная, расположение — систематическое, в 6 ярусов. Норма высева по сидеральному пару (горчица) — 450 всхожих зерен на 1 м<sup>2</sup>, глубина заделки — 5–6 см, по кукурузе на зерно — 500 всхожих зерен на 1 м<sup>2</sup>, по подсолнечнику и зерновым — 550 всхожих зерен на 1 м<sup>2</sup>. Через каждые 10 образцов высевался стандартный сорт Ермак. После посева почву прикатывали кольчатыми катками.

Уборку урожая проводили малогабаритным комбайном Wintersteiger Classic (Австрия) при полной спелости зерна. Собранный с делянки урожай взвешивали в поле и пересчитывали на 14%-ную влажность.

Учеты, наблюдения и оценки проводились в конкурсном сортоиспытании согласно существующей Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур<sup>3</sup>.

Показатели качества зерна и муки определялись по методике ГСИ в лаборатории технологической и биохимической оценки качества зерна ФГБНУ «АНЦ «Донской»». Метод определения натуры зерна — по ГОСТ 10840<sup>4</sup>, стекловидность — оптико-компьютерным методом по ГОСТ Р 70629<sup>5</sup>, количество и качество клейковины — по ГОСТ Р 54478<sup>6</sup>, число падения — по ГОСТ 27676<sup>7</sup>, фаренографирование — по ГОСТ ISO 553-1<sup>8</sup>, определение реологических свойств с применением альвеографа — по ГОСТ Р 51415<sup>9</sup>, определение белка — по ГОСТ 10846<sup>10</sup>.

Почва — обыкновенный чернозем (предкавказский, карбонатный), глинистый и легкоглинистый. Реакция почвенного раствора слабощелочная (pH = 7,0–7,5). Сумма поглощенных оснований в слое 0–20 см — 49,4 м/экв. Структура почвы — зернисто-комковатая [11].

Погодные условия в годы проведения исследований (2021–2023) отличались неустойчивостью по выпадению осадков с преобладанием засушливых периодов в периоды вегетации.

<sup>1</sup> Оптимальная технология возделывания нового сорта озимой пшеницы Былина Дона (рекомендации) / Под общей ред. А.И. Грабовца. ФГБНУ ФРАНЦ. пос. Рассвет: Юг. 2021; 29.

<sup>2</sup> Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Альянс. 2014; 351.

<sup>3</sup> Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Группа Компаний Море. 2019; 1: 384.

<sup>4</sup> ГОСТ 10840-2017 Метод определения натуры. М.: Стандартинформ. 2019; 19.

<sup>5</sup> ГОСТ Р 70629-2023 Определение стекловидности оптико-компьютерным методом. М.: Стандартинформ. 2023; 5.

<sup>6</sup> ГОСТ Р 54478-2011 Метод определения количества и качества клейковины в пшенице. М.: Стандартинформ. 2012; 23.

<sup>7</sup> ГОСТ 27676-88 Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения. М.: Стандартинформ. 2019; 5.

<sup>8</sup> ГОСТ (ISO) 5530-1-2013 Физические характеристики теста. Определение фотопоглощения и реологических свойств с применением фаринографа. М.: Стандартинформ. 2019; 12.

<sup>9</sup> ГОСТ Р 51415-99 Физические характеристики теста. Определение реологических свойств с применением альвеографа. М.: Госстандарт России. 1999; 14.

<sup>10</sup> ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М.: Стандартинформ. 2009; 9.

2020/21 сельскохозяйственный год характеризовался повышенным температурным режимом. Среднегодовая температура воздуха составила 11,7 °С, что на 2 °С выше, чем среднемноголетняя. За год выпало 569,2 мм осадков (97,7% от среднемноголетней). Высокие температуры в период налива положительно повлияли на формирование качества зерна у пшениц.

За 2021/22 сельскохозяйственный год выпало 609,2 мм осадков (104,6% к среднемноголетней). Среднегодовая температура воздуха составила 11,1 °С, превысив среднемноголетнюю на 1,4 °С. Сложившиеся погодные условия оказались благоприятными для роста и развития растений озимой пшеницы, в этом году была получена максимальная урожайность за эти три года исследований.

2022/23 сельскохозяйственный год характеризовался неравномерным распределением осадков по сезонам и повышенным температурным режимом (+1,9 °С к среднемноголетней). Интенсивные осадки, сопровождающиеся шквалистым усилением ветра, вызвали сильное полегание растений по предшественнику черный пар, что привело к снижению урожайности зерна и его качества.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

Основным методом создания новых сортов озимой мягкой пшеницы в ФГБНУ «АНЦ «Донской»» является ступенчатая гибридизация отдаленных в эколого-географическом отношении сортов и форм озимой мягкой пшеницы с дальнейшим целенаправленным отбором на всех этапах селекции и семеноводства озимых пшениц.

Сорт Приазовье (селекционный номер 1936/16) выведен в лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа ФГБНУ «АНЦ «Донской»». Создан методом внутривидовой сложной ступенчатой гибридизации с использованием на последнем этапе скрещивания сортов: материнская форма — сорт Вояж; отцовская форма — сорт Таня.

Скрещивание было проведено в 2009 году, отбор элитного колоса проведен в 2012 году в третьем поколении (F3) и в 2014 году — в пятом (F5). В 2017 году сорт изучался в малом станционном испытании, годы конкурсного сортоиспытания — 2018–2020.

В 2020 году сорт передан на Государственное сортоиспытание, включен в Государственный реестр<sup>11</sup> селекционных достижений РФ, в 2024 году допущен к использованию по Северо-Кавказскому и Центрально-Черноземному регионам России для посева по парам и лучшим непаровым предшественникам.

Сорт озимой мягкой пшеницы Приазовье относится к степной южной Северо-Кавказкой экологической

группе пшениц. Разновидность — лютесценс. Колос белый, безостый, цилиндрический средней длины (8,0–10,0 см), средней плотности (22–24 колоска на 10 см длины стержня). Колосковая чешуя средней длины и ширины, ланцетная. Зубец колосковой чешуи очень короткий, сильно изогнут. Плечо — среднее, широкое, закругленное, прямое. Зерно красное, полуудлиненное, бороздка неглубокая. Масса 1000 зерен — 38,0–48,0 г, зерно среднее, крупное (рис. 1).

Относится к группе среднеспелых сортов, вегетационный период 251–260 дней (в зависимости от условий выращивания) (табл. 1).

Коэффициент вариации свидетельствует о том, что вегетационный период в годы исследований менялся незначительно — CV = 0,97%, высота растений и морозостойкость изменялись в слабой степени — CV = 6,75% и 9,83%, а устойчивость к полеганию в средней степени — CV = 13,1%.

Сорт Приазовье характеризуется высокой зимостойкостью. Так, при промораживании в КНТ (камера низких температур) у него в среднем за три года изучения сохранились 73,3% живых растений, у стандартного сорта Ермак — 69,2%. Сорт обладает мощной корневой системой, хорошо кустится, в среднем за три года изучения (2021–2023 гг.) к уборке на 1 м<sup>2</sup> сохраняются до 800 продуктивных колосьев, у стандарта Ермак — 620 шт/м<sup>2</sup>.

Отличается высокой полевой толерантностью к основным листовым болезням пшениц (бурой и желтой ржавчине, мучнистой росе, септориозу, пыльной головне). По высоте растений сорт Приазовье ниже стандарта Ермак. Он обладает прочной соломиной и имеет более высокую устойчивость к полеганию.

Сорт озимой мягкой пшеницы Приазовье обладает высоким потенциалом зерновой продуктивности. Способен формировать высокую урожайность по разным предшественникам (табл. 2).

Рис. 1. Колос и зерно сорта озимой мягкой пшеницы Приазовье

Fig. 1. Ear and grain of the winter common wheat variety Priazovie



Таблица 1. Характеристика сорта мягкой озимой пшеницы Приазовье (КСИ, 2021–2023 гг.)

Table 1. Characteristics of the winter common wheat variety Priazovie (CVT, 2021–2023)

Показатели	Ермак, стандарт		Приазовье	
	среднее	CV, %	среднее	CV, %
Вегетационный период, дни	257	0,59	260	0,97
Высота растений, см	96,3	7,79	93,5	6,75
Устойчивость к полеганию, балл	4,0	15,4	4,7	13,1
Зимостойкость, %	69,2	8,35	73,3	9,83
Устойчивость к поражению:				
бурой ржавчиной, %	10–15	–	сл. -5,0	–
мучнистой росой, балл	2,0–3,0	–	0,1–1,5	–
пыльной головней, %	0–24,8	–	0–11,0	–
септориозом, %	4,0–60	–	10–20	–

Таблица 2. Урожайность сорта Приазовье по разным предшественникам, т/га (КСИ, 2021–2023 гг.)

Table 2. Productivity of the variety Priazovie sown after various forecrops, t/ha (CVT, 2021–2023)

Показатели	Ермак, ст.	Приазовье	± к Ермаку
Урожайность, т/га:			
сидеральный пар	8,32	9,88	+1,56
НСР <sub>05</sub>	–	–	0,41
горох	7,13	8,23	+1,10
НСР <sub>05</sub>	–	–	0,32
кукуруза на зерно	7,17	8,12	+0,95
НСР <sub>05</sub>	–	–	0,43
подсолнечник	6,03	6,81	+0,78
НСР <sub>05</sub>	–	–	0,49
озимая пшеница	6,48	7,3	+0,82
НСР <sub>05</sub>	–	–	0,52



В среднем за три года изучения в конкурсном сортоиспытании по предшественнику сидеральный пар урожайность составила 9,88 т/га, превысив Ермак на 1,56 т/га. По предшественнику горох — 8,23 т/га, что на 1,10 т/га выше, чем у стандарта Ермак, по предшественникам кукуруза на зерно и подсолнечник средняя урожайность за 2021–2023 годы изучения составила 7,17 т/га и 6,03 т/га, соответственно, превышение стандартного сорта Ермак составило 0,95 т/га и 0,78 т/га, по предшественнику озимая пшеница — 6,48 т/га, превысив стандарт Ермак на 0,82 т/га. Хорошие результаты по урожайности этого сорта получены на демонстрационных участках в Ростовской и Волгоградской областях [11].

В 2023 году на демонстрационном участке в Чертовском районе Ростовской области в ООО «Агро-Союз» на площади 1 га по предшественнику подсолнечник получена урожайность 4,63 т/га, а у районированного раньше сорта Юбилей Дона — 4,57 т/га.

В ООО «Спектр-Агро» (Ремонтненский р-н, Ростовская обл.) урожайность по предшественнику черный пар составила 6,26 т/га, у сорта Юбилей Дона — 5,92 т/га. В Волгоградской области в хозяйстве Кирсанова С.М. по предшественнику черный пар в 2023 году урожайность у Приазовья составила 3,80 т/га, а у сорта Рубин Дона, занесенного в Госреестр, — 3,65 т/га.

В СПК «Староаннинское» по черному пару Приазовье сформировал урожайность 6,64 т/га, что на 1,09 т/га выше, чем у сорта Рубин Дона. В Серафимовичском районе в АО «Им. Калинина» на демонстрационном участке по предшественнику черный пар получена урожайность 7,44 т/га, превысив сорт Рубин Дона на 0,56 т/га.

Максимальную урожайность сорт сформировал в 2022 году по предшественнику сидеральный пар — 12,23 т/га.

Уровень урожайности этого сорта формируется за счет количества продуктивных колосьев на единицу площади. В зависимости от условий выращивания Приазовье может формировать от 400 до 800 колосьев на 1 м<sup>2</sup>.

Сорт Приазовье относится к сортам пшеницы ценной по качеству зерна. Он формирует хорошо выполненное краснозерное зерно с натурой 805–820 г/л (табл. 3).

Содержание белка (сырого протеина) в зерне составило от 13,6 до 15,1%, клейковины — от 23,4 до 28,1%.

Качество клейковины соответствует первой группе качества (от 69 до 73 ед. п). Коэффициенты вариации по качеству зерна свидетельствуют о том, что качество зерна по годам у сорта Приазовье меняется в основном в слабой степени, а такой показатель, как натура зерна, менялся незначительно — это говорит о том, что сорт Приазовье обладает стабильно высоким качеством зерна независимо от условий среды.

Сила муки (удельная работа деформации теста по альвеографу) у сорта Приазовье за 2021–2023 годы изучения составила от 252 до 306 е. а., валориметрическая оценка — 88 ед. ф., объемный выход хлеба из 100 г муки — 710 см<sup>3</sup>, общая хлебопекарная оценка — 4,1 балла (табл. 4).

Сорт рекомендован для возделывания в Северо-Кавказском (6) и Центрально-Черноземном (5) регионах РФ. Имеет преимущество на высоком и среднем агрофонах. Лучшими предшественниками для возделывания сорта Приазовье являются черный и сидеральный пар, горох. Хорошую урожайность способен формировать по кукурузе на зерно, подсолнечнику и озимой пшенице.

По результатам данных исследований сорт озимой мягкой пшеницы Приазовье отзывчив на внесение минеральных удобрений. Внесение минеральных удобрений на планируемый урожай рассчитывают по результатам почвенной и листовой диагностики. Перед посевом рекомендуется внести аммофос в дозе 100–150 кг/га — эти результаты подтверждаются работами других ученых [11, 12].

Решающим условием повышения урожайности зерна является подкормка азотными удобрениями. Аммиачную селитру следует вносить при возобновлении весенней вегетации (конец февраля — начало марта) — 80–100 кг/га в физическом весе.

В связи с многолетними опытными данными исследований и совместной лаборатории технологии возделывания (А.С. Попов) выявлено, что для получения зерна высокого качества рекомендуется провести некорневую подкормку азотными удобрениями в дозе N 30 в период «выход в трубку — начало колошения» [13].

Сроки сева. Максимальную урожайность сорт формирует в оптимальные сроки сева, однако при необходимости его можно высевать и в конце оптимальных сроков сева на высоком, среднем и низком фоне

Таблица 3. Технологическая характеристика качества зерна сорта озимой мягкой пшеницы Приазовье (КСИ, 2021–2023 гг.)

Table 3. Technological characteristics of the grain quality of the winter common wheat variety Priazovie (CVT, 2021–2023)

Показатели	Ермак, стандарт			Приазовье		
	min-max	среднее	CV, %	min-max	среднее	CV, %
Масса 100 зерен, г	37,7–41,2	39,4	7,61	38,6–44,9	42,8	6,74
Натура зерна, г/л	720–764	739	0,73	805–820	813	0,66
Стекловидность, %	50–63	55	8,30	61–80	71	6,91
Содержание белка в зерне, %	12,8–15,1	13,7	6,50	13,6–15,1	14,4	5,92
Содержание клейковины в зерне, %	23,1–28,5	25,1	5,53	23,4–28,1	27,4	5,49
Качество клейковины, ИДК, ед. п.	54-I–72-I	65-I	17,31	69-I–73-I	73-I	7,81

Таблица 4. Реологическая характеристика и хлебопекарное качество зерна сорта озимой мягкой пшеницы Приазовье (КСИ, 2021–2023 гг.)

Table 4. Rheological characteristics and baking quality of the winter common wheat variety Priazovie (CVT, 2021–2023)

Показатели	Ермак, стандарт			Приазовье		
	min-max	среднее	CV, %	min-max	среднее	CV, %
Сила муки, е. а.	159–225	201	7,92	252–306	273	6,13
Валориметрическая оценка, ед. ф.	58–64	61	4,50	76–98	88	3,91
Объемный выход хлеба, см <sup>3</sup>	670–750	707	6,85	650–770	710	5,92
Общая хлебопекарная оценка, балл	4,0–4,6	4,1	4,93	3,9–4,3	4,1	5,19
Генотипическая формула глиадины	3.1.7+1.3.1.1			5.1.7 + 1.1 + 3.2.1		

минерального питания. Норма высева по предшественнику черный пар должна составлять от 3,5 до 4,5 млн всхожих зерен на 1 га, по непаровым предшественникам — от 5,0 до 5,5 млн. При поздних сроках сева норма высева увеличивается до 6,0 млн всхожих зерен на 1 га [11, 13].

### Выводы/Conclusions

Новый сорт мягкой озимой пшеницы Приазовье создан в ФГБНУ «АНЦ «Донской», в 2020 году передан на Государственное сортоиспытание. В 2024 году внесен

в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию в Северо-Кавказском (6) и Центрально-Черноземном (5) регионах РФ.

Сорт формирует высокую урожайность по разным предшественникам. Максимальная урожайность получена по сидеральному пару в КСИ в 2022 году — 12,23 т/га. Характеризуется высокой морозо- и зимостойкостью и засухоустойчивостью. Толерантен к основным листовым болезням пшениц. Качество зерна и муки — высокое, что характеризует ценную пшеницу.

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. Svistunov J., Pryanichnikov A., Zavorotina A., Sergeeva A., Uvarova V., Lariyova N. The winter wheat cultivar Kalach 60. *Annual Wheat Newsletter*. 2012; 58: 212.
2. Kovtun V.I., Kovtun L.N. New variety of strong winter wheat universal type Odyssey. *Vestnik OrelGAU*. 2013; (6): 28–30. <https://elibrary.ru/rzccdz>
3. Кузенько М.В. Некоторые аспекты продуктивности озимой пшеницы. *Новые технологии*. 2021; 17(3): 71–76. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-2-71-76>
4. Ковтун В.И., Ковтун Л.Н. Новый с комплексом ценных хозяйственно-биологических признаков сорт пшеницы озимой Ставропольская 21. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2022; (2): 16–22. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-94-2-16-22>
5. Иличкина Н.П., Самофалова Н.Е., Макарова Т.С., Дубинина О.А. Новый сорт озимой твердой пшеницы Юбилейка. *Таврический вестник аграрной науки*. 2020; (4): 62–71. <https://elibrary.ru/pqaead>
6. Saifullin R.G., Guyanova K.F., Danilova V.A., Davydov S.D., Beketova G.A. Laboratory of Spring Bread Wheat Breeding: A new spring bread wheat cultivar for the Volga River region. *Annual Wheat Newsletter*. 2008; 54: 111.
7. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2016; 51(5): 617–626. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.5.617rus>
8. Кондратенко Е.П., Егушова Е.А., Константинова О.Б., Пикулина О.И., Тюкало Г.Н. Оценка урожайности, экологической стабильности и пластичности новых сортов озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Кемеровской области. *Современные проблемы науки и образования*. 2014; (3): 714. <https://elibrary.ru/syzumz>
9. Golovko A.S., Kuvshinova E.K. Cultivation efficiency of new varieties of winter soft wheat in the north-eastern zone of the Krasnodar Territory. *BIO Web of Conferences*. 2022; 52: 00003. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20225200003>
10. Скрипка О.В., Самофалов А.П., Подгорный С.В., Сухарев А.А. Сорт озимой мягкой пшеницы Ростовчанка 7 и технология его возделывания. *Зерновое хозяйство России*. 2015; (5): 39–43. <https://elibrary.ru/uxlgfj>
11. Кравченко Н.С., Марченко Д.М., Игнатова Н.Г., Копусь М.М., Мирошников К.А. Технологические свойства сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от предшественника. *Аграрная наука*. 2022; (7–8): 146–151. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-146-151>
12. Мамси́ров Н.И., Мнаты́сакян А.А. Эффективность разных доз минеральных удобрений под озимую пшеницу. *Новые технологии*. 2021; 17(3): 77–85. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-3-77-85>
13. Попов А.С. и др. Предшественники и сроки посева сорта мягкой озимой пшеницы Юбилей Дона в южной зоне Ростовской области. *Зерновое хозяйство России*. 2022; 14(4): 97–103. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-82-4-97-103>

### ОБ АВТОРАХ

#### Сергей Викторович Подгорный

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа podgorny128@rambler.ru <https://orcid.org/0000-0002-8438-1327>

#### Ольга Викторовна Скрипка

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа <https://orcid.org/0000-0002-6183-8312>

### REFERENCES

1. Svistunov J., Pryanichnikov A., Zavorotina A., Sergeeva A., Uvarova V., Lariyova N. The winter wheat cultivar Kalach 60. *Annual Wheat Newsletter*. 2012; 58: 212.
2. Kovtun V.I., Kovtun L.N. New variety of strong winter wheat universal type Odyssey. *Vestnik OrelGAU*. 2013; (6): 28–30. <https://elibrary.ru/rzccdz>
3. Kuzenko M.V. Some aspects of winter wheat productivity. *New Technologies*. 2021; 17(3): 71–76 (in Russian). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-2-71-76>
4. Kovtun V.I., Kovtun L.N. New variety of winter wheat Stavropolskaya 21 with a complex of valuable economic and biological characteristics. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022; (2): 16–22 (in Russian). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-94-2-16-22>
5. Ilichkina N.P., Samofalova N.E., Makarova T.S., Dubinina O.A. Yubilyarka — new variety of winter durum wheat. *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2020; (4): 62–71 (in Russian). <https://elibrary.ru/pqaead>
6. Saifullin R.G., Guyanova K.F., Danilova V.A., Davydov S.D., Beketova G.A. Laboratory of Spring Bread Wheat Breeding: A new spring bread wheat cultivar for the Volga River region. *Annual Wheat Newsletter*. 2008; 54: 111.
7. Rybas I.A. Breeding grain crops to increase adaptability (review). *Agricultural Biology*. 2016; 51(5): 617–626. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.5.617eng>
8. Kondratenko E.P., Egushova E.A., Konstantinova O.B., Pikulina O.I., Tyukalo G.N. Productivity estimates, ecological stability and plasticity of new varieties of winter wheat in conditions of forest-steppe zone of the Kemerovo region. *Modern problems of science and education*. 2014; (3): 714 (in Russian). <https://elibrary.ru/syzumz>
9. Golovko A.S., Kuvshinova E.K. Cultivation efficiency of new varieties of winter soft wheat in the north-eastern zone of the Krasnodar Territory. *BIO Web of Conferences*. 2022; 52: 00003. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20225200003>
10. Skripka O.V., Samofalov A.P., Podgorny S.V., Sukharev A.A. Soft winter wheat variety 'Rostovchanka 7' and its cultivation technology. *Grain Economy of Russia*. 2015; (5): 39–43 (in Russian). <https://elibrary.ru/uxlgfj>
11. Kravchenko N.S., Marchenko D.M., Ignatieva N.G., Kopus M.M., Miroshnikov K.A. Technological properties of winter common wheat varieties depending on the forecrops. *Agrarian science*. 2022; (7–8): 146–151 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-146-151>
12. Mamsirov N.I., Mnatsakanyan A.A. Efficiency of different doses of mineral fertilizers for winter wheat. *New Technologies*. 2021; 17(3): 77–85 (in Russian). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-3-77-85>
13. Popov A.S. et al. Forecrops and sowing dates of the winter bread wheat variety 'Yubiley Dona' in the southern part of the Rostov region. *Grain Economy of Russia*. 2022; 14(4): 97–103 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-82-4-97-103>

### ABOUT THE AUTHORS

#### Sergey Viktorovich Podgorny

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Breeding and Seed Production of Winter Soft Wheat of Intensive Type podgorny128@rambler.ru <https://orcid.org/0000-0002-8438-1327>

#### Olga Viktorovna Skripka

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Breeding and Seed Production of Winter Soft Wheat of Intensive Type <https://orcid.org/0000-0002-6183-8312>



**Александр Петрович Самофалов**

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа  
<https://orcid.org/0000-0002-1709-2808>

**Валентина Леонидовна Чернова**

агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа  
<https://orcid.org/0000-0002-0451-2711>

**Анастасия Александровна Чернова**

агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа  
<https://orcid.org/0009-0009-0923-3066>

Аграрный научный центр «Донской»,  
ул. Научный городок, 3, Зерноград, Ростовская обл., 347740,  
Россия

**Aleksandr Petrovich Samofalov**

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Breeding and Seed Production of Winter Soft Wheat of Intensive Type  
<https://orcid.org/0000-0002-1709-2808>

**Valentina Leonidovna Chernova**

Agronomist of the Laboratory of Breeding and Seed Production of Winter Soft Wheat of Intensive Type  
<https://orcid.org/0000-0002-0451-2711>

**Anastasia Alexandrovna Chernova**

Agronomist of the Laboratory of Breeding and Seed Production of Winter Soft Wheat of Intensive Type  
<https://orcid.org/0009-0009-0923-3066>

Agricultural Research Center "Donskoy",  
3 Nauchny Gorodok Str., Zernograd, Rostov region, 347740, Russia



VI Федеральный ИТ-форум  
агропромышленного комплекса  
России

# SMART AGRO

Цифровая трансформация в АПК

01 ноября 2024 г.



Организатор:



COMNEWS  
CONFERENCES

отель Continental,  
г. Москва, ул. Тверская, 22

# 1

день

# 50

спикеров

# 400

участников



УДК 633.63:632.51:632.954

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-101-106

**Т.С. Астарханова**<sup>1, 2</sup> ✉  
**Д.А. Алибалаев**<sup>2</sup>  
**Л.И. Алибалаева**<sup>3</sup>  
**Т.И. Абасова**<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов  
им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия

<sup>2</sup>Чеченский государственный университет  
им. А.А. Кадырова, Грозный, Россия

<sup>3</sup>Российский экономический университет  
им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

<sup>4</sup>Федеральный исследовательский центр  
«Немчиновка», Московская обл., Россия

✉ astarkhanova\_ts@rudn.ru

Поступила в редакцию: 05.02.2024  
 Одобрена после рецензирования: 13.08.2024  
 Принята к публикации: 29.08.2024

© Астарханова Т.С., Алибалаева Л.И.,  
 Абасова Т.И., Алибалаев Д.А.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-101-106

**Tamara S. Astarkhanova**<sup>1, 2</sup> ✉  
**Leila I. Alibalayeva**<sup>2</sup>  
**Tevriz I. Abasova**<sup>3</sup>  
**Denis A. Alibalaev**<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia  
named after Patrice Lumumba, Moscow,  
Russia

<sup>2</sup>Kadyrov Chechen State University, Grozny,  
Russia

<sup>3</sup>Plekhanov Russian University of Economics,  
Moscow, Russia

<sup>4</sup>Federal Research Center "Nemchinovka",  
Moscow region, Russia

✉ astarkhanova\_ts@rudn.ru

Received by the editorial office: 05.02.2024  
 Accepted in revised: 13.08.2024  
 Accepted for publication: 29.08.2024

© Astarkhanova T.S., Alibalaeva L.I., Abasova T.I.,  
 Alibalaev D.A.

## Эффективность современных фунгицидов в защите зерновых культур

### РЕЗЮМЕ

Проведен фитосанитарный мониторинг агроценоза яровой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения на степень развития и распространенность заболеваний. Изучена фунгицидная активность и эффективность протравителей семян различных классов против семенной инфекции на яровой пшенице сорта Ясенка. Результаты исследований установлена эффективность протравителя ДВД Шанс, КС (30 г/л дифеноконазола + 6,3 г/л ципроконазола), соответствующая 85,7% относительно эффективности эталона Поларис, МЭ Эко Плюс (100 г/л прохлораза + 25 г/л имазалила + 15 г/л тебуконазола) (84,6%). Установлено возрастание на 15–20% поражения растений яровой пшеницы корневой и прикорневой гнилью, вызванной грибами рода *Fusarium* в фазу «кущения» и его зависимость от климатических условий вегетационного периода.

К фазе «флаговый лист» распространенность корневых и прикорневых гнилей, вызванных грибами рода *Fusarium*, увеличивалось до 20,5%, а степень развития — до 7–9%.

Оценка действия фунгицида ДВД Шанс, КС (30 г/л дифеноконазола + 6,3 г/л ципроконазола) путем предпосевной обработки зерна пшеницы яровой сорта Ясенка установила эффективность препарата в норме расхода 1,0 л/т от плесневения семян, соответствующая 85,6%, в эталонном варианте показатель — 84,6%, при развитии болезни в контроле — 34,5%. К уборке урожая эффективность препарата сохранялась и достигала 79,2%, в эталоне — 78,3% при развитии болезни 43,7%. Исследования способствуют расширению ассортимента фунгицидов для обработки зерновых культур, разработке регламентов применения и возможность их рекомендации к проведению регистрационных испытаний для дальнейшего включения в Государственный каталог разрешенных к применению.

**Ключевые слова:** фитосанитарный мониторинг, средства защиты растений, протравители, пестициды, биологическая эффективность, плесневение семян, урожайность

**Для цитирования:** Астарханова Т.С., Алибалаева Л.И., Абасова Т.И., Алибалаев Д.А. Эффективность современных фунгицидов в защите зерновых культур. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 101–106. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-101-106>

## The effectiveness of modern fungicides in the protection of grain crops

### ABSTRACT

Sanitary monitoring of spring wheat agroecosystem in the zone of unstable moisture was carried out to determine the degree of development and prevalence of diseases. The fungicidal activity and effectiveness of seed protectants of various classes against seed infection on spring wheat variety Yassenka have been studied. The results of the research established the effectiveness of the disinfectant DVD Chance, KS, corresponding to 85.7% relative to the effectiveness of the standard Polaris, ME Eco Plus (100 g/l prochloraz + 25 g/l imazalil + 15 g/l tebuconazole) (84.6%). An increase of 15–20% in damage to spring wheat plants by root and basal rot caused by fungi of the genus *Fusarium* in the "tillering" phase and its dependence on the climatic conditions of the growing season was established.

By the "flag leaf" phase, the prevalence of root and basal rot caused by fungi of the genus *Fusarium* increased to 20.5%, and the degree of development — to 7–9%.

Evaluation of the effect of the fungicide DVD Chance, KS (30 g/l difenoconazole + 6.3 g/l cyproconazole) by pre-sowing treatment of spring wheat grain of the Yassenka variety established the effectiveness of the drug at a consumption rate of 1.0 l/t against molding of seeds, corresponding to 85.6%, in the reference variant the indicator is 84.6%, with the development of the disease in the control — 34.5%. By harvest, the effectiveness of the drug remained and reached 79.2%, in the standard — 78.3% with the development of the disease 43.7%. Research contributes to the expansion of the range of fungicides for treating grain crops, the development of regulations for use and the possibility of recommending them for registration tests for further inclusion in the State Catalog of those approved for use.

**Key words:** phytosanitary monitoring, plant protection products, disinfectants, pesticides, biological effectiveness, seed molding, yield

**For citation:** Astarkhanova T.S., Alibalaeva L.I., Abasova T.I., Alibalaev D.A. The effectiveness of modern fungicides in the protection of grain crops. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 101–106 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-101-106>

## Введение/Introduction

В целях обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации Указом Президента Российской Федерации (от 21 января 2020 года № 20) утверждена Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации<sup>1</sup>, реализация которой позволит обеспечить продовольственную безопасность как важнейшую составную часть национальной безопасности. Зерновые культуры являются одним из ведущих культур, и ежегодно площади под ними расширяются. Так, в 2021 году яровая пшеница в России была посеяна на 13,1 млн га, в 2023 году на посевные площади яровой пшеницы пришлось 14,12 млн га, что на 10,4% превышает значения посевной кампании 2022 года. По итогам 2022 года урожай зерна в России в чистом весе составил 153,8 млн т, увеличившись на 26,6% по сравнению с 2021 годом (121,4 млн т). Было собрано 104,4 млн т пшеницы — рост на 37,1% по сравнению с 76,1 млн т годом ранее, сбор озимой пшеницы составил 73,99 млн т, яровой — 30,44 млн т<sup>2</sup>.

По сравнению со средним показателем за последние пять лет урожайность зерновых выросла на 7,7%. В частности, в 2023 году урожайность озимой пшеницы составила 40,9 ц/га, это второй по величине показатель за последние шесть лет, яровой пшеницы — 21,4 ц/га [1]. По данным Росстата<sup>2</sup>, в структуре посевных площадей сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий Российской Федерации зерновые культуры в 2023 году составляют 47 839 тыс. га, в том числе пшеница озимая — 44 890 тыс. га, пшеница яровая — 15705 тыс. га. Относительно 2022 года это 100,7%, в том числе пшеница озимая — 99,4%, пшеница яровая — 93,9%».

Тенденцией в системах защиты растений в настоящее время являются экологическая безопасность и биологизация [2]. В настоящее время актуальна фитосанитарная оптимизация агробиоценозов с внедрением фитобезопасных методов мониторинга и прогнозирования роста вредных и полезных видов, подготовки семян и растительного материала для сельского хозяйства, использовать малотоксичные средства защиты растений и биопрепараты с высокой биологической эффективностью [3, 4].

Большое количество посевов яровой пшеницы, климатические и экологические факторы, такие как теплые зимы, высокие температуры, продолжительный вегетационный период и поверхностная обработка почвы, вызвали снижение плодородия, биологической активности, супрессивности почвы и создали благоприятные почвенные условия для развития и размножения многих видов фитопатогенных грибов [5].

В последние годы в посевах зерновых культур складывается весьма напряженная фитопатологическая ситуация, которая ежегодно характеризуется своими особенностями [6]. В республике повсеместное распространение получили корневые и прикорневые гнили различной этиологии (*Fusarium spp.* и др.) [7], мучнистая роса (*Blumeria graminis* (D. C.) Speer.), которые в изменяющихся агрометеорологических условиях стали доминирующими видами [8].

Более 75% видов вредных организмов адаптированы к передаче через семена. К ним относится пыльная и твердая головня зерновых культур, снижать их вредоносность и прервать их жизненный цикл позволяют протравливание [9]. Для фитопатогенов группы фузариозной этиологии — корневых гнилей и септориоза зерновых культур — протравливание семян защищает растения на ранних этапах развития, так как высокая численность вредных организмов в агроценозах обусловлена воздушным потоком [10].

Поэтому изучение новых протравителей в качестве фунгицидов в определенных природно-климатических зонах является актуальным и имеет большое значение в оптимизации фитосанитарного состояния и повышения урожайности зерновых культур на территории республики [11]. Предпосевное протравливание семян сдерживает инфекцию семян, а опрыскивание в период вегетации снижает развитие заболеваний на листьях и стебле зерновых культур [12]. В семенах развиваются фузариоз, виды головни и септориоз. При хранении зерна на семенах выявляются плесневые грибы *Aspergillus spp.* и *Penicillium spp.* [13, 14]. Заболевания отрицательно влияют на полевую всхожесть, энергию прорастания и переходят на само растение при отсутствии защитных мероприятий [15].

*Цель исследований* — определение биологической эффективности для разработки регламентов применения новых комбинированных фунгицидов для совершенствования ассортимента в защите зерновых культур.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводились на опытном участке агротехнологического института «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», расположенном в Байсангуровском районе (г. Грозный, Чеченская Республика, Россия) в 2020–2023 гг.

Материалами исследований служили пшеница яровая сорта Ясенка, приобретенная у оригинатора ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко», и новые фунгициды из химического класса триазолы ДВД Шанс, КС (30 г/л дифенококсазола + 6,3 г/л ципроконазола), двухкомпонентный протравитель семян зерновых культур, способный подавить в течение длительного времени как внутреннюю, так и внешнюю грибную инфекцию производства ГК «Шанс» (Россия) и «Поларис, МЭ Эко Плюс» (100 г/л прохлораза + 25 г/л имазалила + 15 г/л тебуконазола), трехкомпонентный микроэмульсионный протравитель семян зерновых культур с направленным действием против почвенной и семенной инфекции, обладающий иммунизирующим и лечащим действием «Щёлково-Агрохим», (Россия).

Фитозэкспертизу семян проводили в соответствии с ГОСТ 12044–93<sup>3</sup>, биологическую эффективность рассчитывали согласно Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве<sup>4</sup>, статистическую обработку — по Б.А. Доспехову<sup>5</sup>, энергию прорастания — по ГОСТ 10968<sup>6</sup>, всхожесть семян — по ГОСТ 12038<sup>7</sup>, массу 1000 зерен — по ГОСТ 10842<sup>8</sup>.

<sup>1</sup> Указ Президента РФ от 21 января 2020 года № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации».

<sup>2</sup> <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>

<sup>3</sup> ГОСТ 12044–93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. М.: Стандартинформ. 2011.

<sup>4</sup> Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Долженко. Санкт-Петербург: 2009; 377.

<sup>5</sup> Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1985; 385.

<sup>6</sup> ГОСТ 10968–88 Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания.

<sup>7</sup> ГОСТ 12038–84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

<sup>8</sup> ГОСТ 10842–89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян.

Опытные участки расположены в зоне луговых и лугово-каштановых почв, по гранулометрическому составу — средне- и тяжелосуглинистые. Содержание гумуса — 2,8%, pH — 8,2. По обеспеченности доступными формами азота, фосфора почвы относятся к средне- и сильно нуждающимся. Содержание в пахотном слое почвы легкогидролизуемого азота (5,61 мг / 100 г почвы), обменного калия (32,0 мг / 100 г почвы) и подвижного фосфора (1,82 мг / 100 г почвы) низкое.

Перед посевом пшеницы яровой для определения pH почвы, содержания аммиачного и нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия, влаги в слое почвы 0–20 см отбирались почвенные образцы, результаты которых представлены в таблице 1.

Агрохимические исследования проводились: гумус — по методике И.В. Тюрина в модификации Б.А. Никитина (ГОСТ 26213<sup>9</sup>), нитратный азот — ионометрическим методом (ГОСТ 26951<sup>10</sup>), обменный аммоний — по методу ЦИНАО (ГОСТ 26489<sup>11</sup>), гидролитическая кислотность — по Каппену (ГОСТ 27821<sup>12</sup>), подвижный калий и фосфор — по Кирсанову в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 54650<sup>13</sup>).

С марта и до конца июня 2023 года погодные условия были близкими к оптимальным, а по осадкам даже превосходили средние многолетние данные, отклонения от средних многолетних показателей не наблюдалось. По данным метеостанции «Грозный» за 2021–2023 гг., температура воздуха за вегетационный период составила 16,3 °С, при этом ее максимум отмечается в июле и поднимается до 30,2 °С.

Сумма активных температур воздуха в зоне исследований составляет 3730–4120 °С, а среднегодовая сумма осадков — 390 мм, в т. ч. в период вегетации 57,9% при средней влагообеспеченности 0,52–0,58. Климат характеризовался умеренно теплой зимой и жарким летом без резких колебаний температуры воздуха с преобладанием восточных и западных ветров.

Прирост температуры воздуха привел как к увеличению температуры периода активной вегетации, так и к увеличению продолжительности этого периода<sup>14</sup>. Погодные условия способствовали развитию и распространению возбудителей (температура воздуха колебалась в среднем в пределах 16–23 °С, относительная влажность воздуха соответствовала 90–95%<sup>9</sup> при экономическом пороге вредоносности (ЭПВ = 5%).

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

По результатам фитозащиты семян установлено в семенах пшеницы яровой наличие: возбудителя заболеваний корневых гнилей (*Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem.) — 6,0%; грибов рода *Fusarium* Link. — 1,8%; возбудителя септориоза (*Parastagonospora nodorum* Berk.) — 7,1%; плесневения семян — 0,7% (табл. 2).

Фитосанитарный мониторинг в фазу весеннего кущения агроценоза пшеницы яровой выявил пораженность растений корневой и прикорневой гнилью, вызванной грибами рода *Fusarium*. Развитие болезни в контроле возрастала

Таблица 1. Агрохимические показатели почвы перед закладкой опыта

Table 1. Agrochemical indicators of the soil before laying the experiment

pH		Содержание в почве мг на 100 г почвы				Содержание влаги в почве 0–20 см, % от НВ
водн.	сол.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Обменный натрий	NO <sub>3</sub>	
7,4	7,3	16,3	25,4	6,2	5,2	63

от 15 до 20%. Учеты, проведенные к фазе «флаговый лист», установили возрастание распространенности корневых и прикорневых гнилей, вызванных указанными грибами из рода *Fusarium*, соответствующее 25–30%, степень развития возрастала до 7–9%. Учеты, проведенные в фазу «цветение», установили максимальную вредоносность пшеницы яровой возбудителем септориоза, достигающую 26,3% (табл. 2).

Мониторинг листостебельных инфекций в фазу формирования основных элементов структуры урожая установил существенное распространение и развитие вредоносности растений пшеницы яровой листостебельными фитопатогенами, при котором необходима защита применения фунгицидов по вегетации. Симптомы болезней хорошо проявляются с фазы кущения-выхода в трубку до молочно-восковой спелости на зеленых частях растений, когда прекращается период действия препарата, которое установлено до фазы кущения.

В среднем за исследуемые годы отмечено возрастание количества партий, зараженных видами грибов из рода *Fusarium*, связанных с наличием на подземных органах пшеницы яровой данной группы фитопатогенов. Учеты, проведенные к уборке урожая, выявили зараженность семян пшеницы яровой фузариевыми грибами до 40%, превышая экономический порог вредоносности. При ЭПВ 5% больше половины партий были инфицированы более 10%.

Фузариоз колоса приводит к загрязнению продовольственного зерна микотоксинами. Полученные данные свидетельствуют о необходимости обязательной предпосевной обработки семян [16]. Сравнительный анализ двух многокомпонентных протравителей установил эффективность, достигающую 95,4% у протравителя ДВД Шанс, КС. Протравитель «Поларис, МЭ Эко Плюс» (100 г/л прохлораза + 25 г/л имазалила + 15 г/л тебуконазола), исследуемый в качестве эталона, снижал зараженность семян на 90,7–92,4%. Предпосевная обработка семян исследуемыми протравителями оказала положительное действие на энергию прорастания семени, повысив ее на 15,1–18,5%, при этом повысилась лабораторная всхожесть семян на 4,3–6,5%.

Период защитного действия (после которого снижается эффективность примененного препарата и

Таблица 2. Фитосанитарный мониторинг посевов яровой пшеницы сорта Ясенка (средние данные за 2020–2023 гг.)

Table 2. Phytosanitary monitoring of spring wheat crops of the Ashen variety (average data for 2020–2023)

Наименование патогена	Зараженность семян, %	Фазы учета, зараженность, %			
		кущение	флаговый лист	цветение	формирование элементов структуры урожая
Корневые гнили	6,0	12,0	20,0	25,0	30,0
Грибы рода <i>Fusarium</i>	1,8	15,2	20,5	23,8	40,0
Септориоз	7,1	8,2	12,5	26,3	28,0
Плесневение семян	0,7	–	–	–	2,1

<sup>9</sup> ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.

<sup>10</sup> ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом.

<sup>11</sup> ГОСТ 26489-85 Почвы. Определение обменного аммония.

<sup>12</sup> ГОСТ 27821-2020 Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена.

<sup>13</sup> ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.



возникает необходимость повторной обработки) испытываемых препаратов — до фазы кущения пшеницы яровой и после отмечены постепенное повышение действия возбудителей болезней, их повторное развитие и проявление вредоносности.

Таким образом, протравливание семян пшеницы яровой повышало полевую всхожесть семян, но после фазы кущения пшеницы действие препаратов снижалось и возбудители преодолевали их защитное действие.

Дальнейшие исследования были направлены на влияние протравливания семенного материала фунгицидами на плесневение семян. Возбудителями плесневения семян, согласно данным многих авторов, являются несовершенные грибы рода *Aspergillus* (*A. milchellii*, *A. candidis*, *A. fumigatus*, *A. glaucum*, *A. niger*), рода *Penicillium* (*P. cyclopium*, *P. glaucum*, *P. rudilosum* и др.) [17–19]. Для этого заблаговременно была проведена предпосевная обработка семян препаратами ДВД Шанс, КС и в качестве эталона «Поларис, МЭ Эко Плюс».

Фитозэкспертиза семян пшеницы яровой показала, что в варианте опыта с фунгицидом ДВД Шанс, КС в норме применения 1,0 л/т были заражены 1,2% семян при биологической эффективности препарата, равной 78,6%. В варианте опыта с эталоном «Поларис, МЭ Эко Плюс» в норме 1,5 л/т зараженность семян соответствовала 1,4% при биологической эффективности препарата, равной 75,0%. Лабораторная всхожесть семян пшеницы яровой и энергия прорастания в варианте опыта с ДВД Шанс, КС в норме 1,0 л/т составила 86,5% и 98,0%, в варианте с эталонным препаратом — 84,0% и 96,0% соответственно.

В контрольном варианте без обработки данные показатели значительно ниже (табл. 3).

Изучение влияния нового комбинированного фунгицида протравителя в полевых условиях на густоту

Таблица 3. Фитозэкспертиза семян пшеницы яровой (сорт Ясенка)

Table 3. Phytoexamination of spring wheat seeds (Yasenka variety)

Вариант опыта	Норма расхода, л/т	Энергия прорастания семян, %	Лабораторная всхожесть семян, %	Плесневение семян	
				заражено, %	эффективность, %
1. ДВД Шанс, КС	1,0	86,5	98,0	1,2	78,6
2. Поларис, МЭ Эко Плюс (эталон)	1,5	84,0	96,0	1,4	75,0
3. Контроль		73,0	92,0	5,6	–
НСР <sub>05</sub>		1,98	2,12	1,51	

стояния и полевую всхожесть пшеницы яровой в варианте опыта показало следующие результаты: полевая всхожесть семян — 85,6%, густота стояния растений — 263,0 шт/м<sup>2</sup>, в варианте с эталонным препаратом «Поларис, МЭ Эко Плюс» — 250,0 шт/м<sup>2</sup> и 83,0%. В контрольном варианте без обработки данные показатели были ниже.

Эффективность препарата ДВД Шанс, КС против поражения плесенью при норме расхода 1,0 л/т соответствовала 85,6%, в эталонном варианте с препаратом «Поларис, МЭ Эко Плюс» в норме 1,5 л/т показатель соответствовал 84,6% при развитии болезни в контроле, соответствующем 34,5%.

В последующие учеты эффективность препарата снижалась до 79,2%, в эталоне — до 78,3% при развитии болезни в контроле 43,7% (табл. 4).

При предпосевной обработке число продуктивных стеблей увеличилось на 40–55 шт. Наибольшее количество продуктивных стеблей сформировалось в результате предпосевной обработки препаратом ДВД Шанс, КС, превышение составляло 10,9% относительно контроля (табл. 5).

Под действием изучаемых препаратов масса зерна с одного колоса возрастала на 0,1 г, число зерен в колосе повышалось с 18,0 до 22,0 шт., превышая контроль на 15,5–20,0%. Масса 1000 зерен возрастала с 40 до 44 г, превысив контроль на 9,0–10,0%.

Прибавка урожая, полученная в варианте с испытываемым препаратом, соответствовала 27,7% и была выше показателя с эталоном «Поларис, МЭ Эко Плюс» 21,1% (табл. 6).

Таблица 4. Эффективность препарата ДВД Шанс, КС против плесневения семян на пшенице яровой сорта Ясенка

Table 4. Efficacy of the preparation DVD Chance, CS against seed mold on spring wheat Ash

Вариант опыта	Полевая всхожесть семян, %	Густота стояния растений, шт/м <sup>2</sup>	Даты учета (2023 г.)					
			1-й учет (налив зерна)		2-й учет (молочно-восковая спелость)		3-й учет (уборка урожая)	
			развитие, %	эффективность, %	развитие, %	эффективность, %	развитие, %	эффективность, %
ДВД Шанс, КС	85,6	263,0	4,5	85,6	6,0	82,6	9,1	79,2
Поларис, МЭ Эко Плюс	83,0	250,0	4,8	84,6	6,5	81,1	9,5	78,3
Контроль (без обработки)	70,0	214,0	31,3	–	34,5	–	43,7	–
НСР <sub>05</sub>	3,25	2,13	1,34		2,12		2,45	

Таблица 5. Влияние предпосевной обработки семян на элементы продуктивности яровой пшеницы сорта Ясенка

Table 5. The effect of pre-sowing seed treatment on the productivity elements of spring wheat of the Ashen variety

Варианты	Кол-во растений на 1 м <sup>2</sup> , шт.	Кол-во продук. стеблей на 1 м <sup>2</sup> , шт.	Масса 1000 зерен, г	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с одного колоса, г
ДВД Шанс, КС (30 + 6,3 г/л) — 1 л/т	480	355	44,0	21,6	0,7
Поларис, МЭ Эко Плюс (100 + 25 г + 15 г/л) 1,5 л/т	450	340	43,6	20,8	0,6
Контроль (без обработки)	420	320	40,0	18,0	0,6

Таблица 6. Урожайность пшеницы яровой сорта Ясенка при предпосевной обработке семян

Table 6. Yield of spring wheat variety Yasenka with pre-sowing seed treatment

Вариант опыта	Белок, %	Клейковина, %	Урожайность	
			ц/га	% к контролю
ДВД Шанс, КС (30 + 6,3 г/л) — 1 л/т	16,1	26,0	23,0	27,7
Поларис, МЭ Эко Плюс (100 + 25 г + 15 г/л) 1,5 л/т	15,8	25,2	21,8	21,1
Контроль (без обработки)	14,0	21,5	18,0	–
НСР <sub>05</sub>	0,97	3,11	2,12	

Применение препарата ДВД Шанс, КС позволило сохранить 5,0 ц/га урожая зерна пшеницы яровой, «Поларис, МЭ Эко Плюс» — 3,8 ц/га в сравнении с контролем (без обработки). Превышение содержания клейковины составило 5,5% и 3,7%, белка — 2,1% и 1,8% соответственно.

Исходя из данных, можно сделать вывод, что сравнительное изучение эффективности нового препарата ДВД Шанс, КС и зарегистрированного «Поларис, МЭ Эко Плюс» на посевах пшеницы яровой позволило установить, что применение фунгицида может надежно и эффективно защитить посевы пшеницы яровой от болезней фузариозной этиологии.

Эффективность испытываемого препарата ДВД Шанс, КС в норме 1,0 л/т в фазе «налив зерна» достигала 85,6%, эталона «Поларис, МЭ Эко Плюс» в норме 1,5 л/т — 84,6%, снижаясь к уборке урожая до 79,2% и 78,3% соответственно.

### Выводы/Conclusions

Применение в защите пшеницы яровой от болезней многокомпонентных новых фунгицидов ДВД Шанс, КС в норме расхода 1,0 л/т и «Поларис, МЭ Эко Плюс» (1,5 л/т) привело к прибавке урожайности на 27,7% относительно контроля и позволило сохранить 5,0 и 3,8 ц/га урожая зерна.

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

### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках государственного задания ФГБОУ ВО «ЧГУ им. А. Кадырова» (тема FECS-0006).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ленточкин А.М. Оценка состояния посевных площадей зерновых культур. *Пермский аграрный вестник*. 2019; (1): 55–62. <https://elibrary.ru/sawswe>
2. Xu Q., Sarker R., Fox G., McKenney D. Effect of climatic and economic factors on corn and soybeans yields in Ontario: a country level analysis. *International Journal of Food and Agricultural Economics*. 2019; 7(1): 1–17.
3. Глазунова Н.Н., Безгина Ю.А., Устинов Д.В., Мазницына Л.В. Влияние фунгицидов на количество и качество урожая озимой пшеницы. *Вестник АПК Ставрополья*. 2017; (4): 98–102. <https://elibrary.ru/vtqzrb>
4. Дубровская Н.Н., Корабельская О.И., Чекарев В.В., Бучнева Г.Н. Сроки обработки посевов озимой пшеницы фунгицидами для контроля развития возбудителя бурой ржавчины. *Зерновое хозяйство России*. 2018; (4): 70–72. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-70-72>
5. Singh A. et al. Advances in controlled release pesticide formulations: Prospects to safer integrated pest management and sustainable. *Journal of Hazardous Materials*. 2020; 3855: 121525. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121525>
6. García-Galán M.J. et al. Microalgae-based bioremediation of water contaminated by pesticides in peri-urban agricultural areas. *Environmental Pollution*. 2020; 265(B): 114579. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114579>
7. Котляров В.В., Котляров Д.В., Сединина Н.И., Поплевина В.А., Донченко Д.Ю. Наиболее вредоносная семенная инфекция и перспективы использования биопрепаратов для протравливания семян. *Научный взгляд в будущее*. 2016; 9(4): 17–23. <https://elibrary.ru/xrkzft>
8. Matzen N., Heick T.M., Jørgensen L.N. Control of powdery mildew (*Blumeria graminis* spp.) in cereals by Serenade®ASO (*Bacillus amyloliquefaciens* (former *subtilis*) strain QST 713). *Biological Control*. 2019; 139: 104067. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104067>
9. Reiss A., Jørgensen L.N. Biological control of yellow rust of wheat (*Puccinia striiformis*) with Serenade®ASO (*Bacillus subtilis* strain QST713). *Crop Protection*. 2017; 93: 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.009>
10. 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)

Предпосевная обработка семян испытанными препаратами способствовала снижению развития патогенов, и в фазу «налива зерна» эффективность препарата ДВД Шанс, КС в норме 1,0 л/т против плесневения семян достигала 85,6%, а препарата «Поларис, МЭ Эко Плюс» в норме 1,5 л/т — 84,6%.

К фазе молочно-восковой спелости эффективность испытываемых препаратов снижалась до 82,6% и 81,1%, достигая к уборке урожая 79,2% и 78,3%, что подтверждает эффективность подобранных норм применения препаратов в защите пшеницы яровой.

Регламенты применения новых фунгицидов положительно повлияли на элементы продуктивности пшеницы яровой: превышение количества продуктивных стеблей составляло 10,9% в варианте предпосевной обработки препаратом ДВД Шанс, КС, число зерен в колосе превышало контроль на 15,5–20,0%, масса 1000 зерен — на 9,0–10,0%.

При возделывании пшеницы яровой с целью увеличения урожайности, качества зерна, снижения поражаемости растений болезнями целесообразно применение многокомпонентных фунгицидов ДВД Шанс, КС в норме расхода 1,0 л/т и «Поларис, МЭ Эко Плюс» (1,5 л/т) путем предпосевной обработки. Полученные данные использовать при проведении регистрационных испытаний.

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 within the framework of the state task of the Kadyrov State State University (topic FECS-0006).

### REFERENCES

1. Lentochnik A.M. Assessment of the state of cultivated areas of grain crops. *Perm Agrarian Journal*. 2019; (1): 55–62 (in Russian). <https://elibrary.ru/sawswe>
2. Xu Q., Sarker R., Fox G., McKenney D. Effect of climatic and economic factors on corn and soybeans yields in Ontario: a country level analysis. *International Journal of Food and Agricultural Economics*. 2019; 7(1): 1–17.
3. Glazunova N.N., Bezgina Yu.A., Ustimov D.V., Maznitsyna L.V. Influence of fungicides on the quantity and quality of the winter wheat yield. *Agricultural Bulletin of Stavropol region*. 2017; (4): 98–102 (in Russian). <https://elibrary.ru/vtqzrb>
4. Dubrovskaya N.N., Korabelskaya O.I., Chekmarev V.V., Buchneva G.N. Terms of winter wheat treatment by fungicides to control development of brown rust pathogen. *Grain Economy of Russia*. 2018; (4): 70–72 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-70-72>
5. Singh A. et al. Advances in controlled release pesticide formulations: Prospects to safer integrated pest management and sustainable. *Journal of Hazardous Materials*. 2020; 3855: 121525. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121525>
6. García-Galán M.J. et al. Microalgae-based bioremediation of water contaminated by pesticides in peri-urban agricultural areas. *Environmental Pollution*. 2020; 265(B): 114579. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114579>
7. Kotlyarov V.V., Kotlyarov D.V., Sedinina N.I., Poplevina V.A., Donchenko D.Yu. The most harmful seed infection and prospects for the use of biological products for seed treatment. *Nauchnyy vzglyad v budushcheye*. 2016; 9(4): 17–23 (in Russian). <https://elibrary.ru/xrkzft>
8. Matzen N., Heick T.M., Jørgensen L.N. Control of powdery mildew (*Blumeria graminis* spp.) in cereals by Serenade®ASO (*Bacillus amyloliquefaciens* (former *subtilis*) strain QST 713). *Biological Control*. 2019; 139: 104067. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104067>
9. Reiss A., Jørgensen L.N. Biological control of yellow rust of wheat (*Puccinia striiformis*) with Serenade®ASO (*Bacillus subtilis* strain QST713). *Crop Protection*. 2017; 93: 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.009>
10. 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)

11. Гришечкина Л.Д., Долженко В.И. Микробиологические препараты для защиты пшеницы от возбудителей грибных болезней. *Агрохимия*. 2017; (6): 81–91. <https://doi.org/10.7868/S0002188117060102>
12. Торопова Е.Ю., Порсев И.Н., Купцевич Н.А. Фитозэкспертиза семян как фактор оптимизации технологии посева зерновых колосовых культур и льна в Курганской области. *Вестник Курганской ГСХА*. 2012; (2): 37–40. <https://elibrary.ru/pyjyt>
13. Шелихова Е.В. и др. Влияние *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* на состав почвенной микробиоты и урожайность картофеля. *Аграрная наука*. 2024; (1): 107–113. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-378-1-107-113>
14. Фокин С.А., Куркова И.В. Влияние применения жидких удобрений на качественные показатели зерна сорта яровой пшеницы ДальГАУ 1. *Аграрная наука*. 2023; (9): 74–78. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-74-78>
15. Bazhenova I.A., Makarova T.N., Chernyshova L.V., Ulitina O.S. Veterinary and sanitary control during storage and sale of grain crops on the example of rye. *E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Ensuring the Technological Sovereignty of the Agro-Industrial Complex: Approaches, Problems, Solutions" (ETSAIC2023)*. EDP Sciences. 2023; 03006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339503006>
16. Долженко В.И., Кармазин А.П., Астарханова Т.С. Пестициды и их действие на человека и окружающую среду. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2023; 18(4): 455–463. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2023-18-4-455-463>
17. Rezvyakova S.V., Eremin L.P., Tarakin A.V., Danilov S.Yu., Tarakina V.Yu. Biological protection of winter wheat against fungal diseases. *International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development: agriculture, ecology and earth science" (AEES 2021)*. IOP Publishing Ltd. 2022; (1010): 012021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1010/1/012021>
18. Nechaeva E.M., Dmitrevskaya I.I. Epin Plus and Epin-Extra — effective instruments for spring wheat. *BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Methods for Synthesis of New Biologically Active Substances and Their Application in Various Industries of the World Economy — 2023" (MSNBAS2023)*. Les Ulis. 2024; (82): 01008. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248201008>
19. Mudrykh N., Akentieva T. Evaluation of the action of growth regulator on spring wheat in laboratory experiment. *E3S WEB OF CONFERENCES. International Scientific Conference "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East" (AFE-2023)*. EDP Sciences, 2023; (462): 02011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346202011>
11. Grishechkina L.D., Dolzhenko V.I. Microbiological preparations for wheat protection against fungal diseases pathogens. *Agricultural Chemistry*. 2017; (6): 81–91 (in Russian). <https://doi.org/10.7868/S0002188117060102>
12. Toropova E.Yu., Porsev I.N., Kuptsevich N.A. Seed analysis as a factor of sowing technology optimization for cereals and flax in the Kurgan region. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 2012; (2): 37–40 (in Russian). <https://elibrary.ru/pyjyt>
13. Shelikhova E.V. et al. The effect of *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* on the composition of soil microbiota and potato yield. *Agrarian science*. 2024; (1): 107–113 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-378-1-107-113>
14. Fokin S.A., Kurkova I.V. Influence of the use of liquid fertilizers on the quality indicators of grain of the spring wheat variety DalGAU 1. *Agrarian science*. 2023; (9): 74–78 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-74-78>
15. Bazhenova I.A., Makarova T.N., Chernyshova L.V., Ulitina O.S. Veterinary and sanitary control during storage and sale of grain crops on the example of rye. *E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Ensuring the Technological Sovereignty of the Agro-Industrial Complex: Approaches, Problems, Solutions" (ETSAIC2023)*. EDP Sciences. 2023; 03006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339503006>
16. Dolzhenko V.I., Karmazin A.P., Astarkhanova T.S. Effects of pesticides on human health and environment. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023; 18(4): 455–463 (in Russian). <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2023-18-4-455-463>
17. Rezvyakova S.V., Eremin L.P., Tarakin A.V., Danilov S.Yu., Tarakina V.Yu. Biological protection of winter wheat against fungal diseases. *International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development: agriculture, ecology and earth science" (AEES 2021)*. IOP Publishing Ltd. 2022; (1010): 012021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1010/1/012021>
18. Nechaeva E.M., Dmitrevskaya I.I. Epin Plus and Epin-Extra — effective instruments for spring wheat. *BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Methods for Synthesis of New Biologically Active Substances and Their Application in Various Industries of the World Economy — 2023" (MSNBAS2023)*. Les Ulis. 2024; (82): 01008. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248201008>
19. Mudrykh N., Akentieva T. Evaluation of the action of growth regulator on spring wheat in laboratory experiment. *E3S WEB OF CONFERENCES. International Scientific Conference "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East" (AFE-2023)*. EDP Sciences, 2023; (462): 02011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346202011>

## ОБ АВТОРАХ

### Тамара Саржановна Астарханова<sup>1, 2</sup>

доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
astarkhanova\_ts@rudn.ru  
<https://orcid.org/0009-0004-4349-9486>

### Денис Алибалаевич Алибалаев<sup>2</sup>

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник  
d.alibalaev@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0005-2351-9934>

### Лейла Ибрагимовна Алибалаева<sup>3</sup>

кандидат экономических наук, доцент  
leyla.alibalaeva@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-6995-9354>

### Тевриз Ибрагимовна Абасова<sup>4</sup>

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник  
tevriz-ast@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1431-9309>

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, ул. им. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198, Россия

<sup>2</sup>Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, ул. им. Шерипова, 32, Грозный, 364907, Россия

<sup>3</sup>Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный пер. 36, Москва, 115054, Россия

<sup>4</sup>Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, 6, Одинцово, Московская обл., 143026, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

### Tamara Sarzhanovna Astarkhanova<sup>1, 2</sup>

Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
astarkhanova\_ts@rudn.ru  
<https://orcid.org/0009-0004-4349-9486>

### Denis Alibalaevich Alibalaev<sup>2</sup>

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher  
d.alibalaev@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0005-2351-9934>

### Leila Ibragimovna Alibalayeva<sup>3</sup>

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor  
leyla.alibalaeva@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-6995-9354>

### Tevriz Ibragimovna Abasova<sup>4</sup>

Candidate of Biological Sciences, Leading Research  
tevriz-ast@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-1431-9309>

<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, 6 Miklukho-Maklay Str., Moscow, 117198, Russia

<sup>2</sup>Kadyrov Chechen State University 32 Sheripov Str., Grozny, 364907, Russia

<sup>3</sup>Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 115054, Russia

<sup>4</sup>Federal Research Center "Nemchinovka", 6 Agrochemikov Str., Odintsovo, Moscow region, 143026, Russia



УДК 633.854.78:631.8:631.445.4

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-107-113

С.В. Резвякова<sup>1</sup> ✉И.Я. Пигорев<sup>2</sup>Т.С. Некипелов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, Орёл, Россия

<sup>2</sup> Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, Курск, Россия

✉ Lana8545@yandex.ru

Поступила в редакцию: 11.06.2024

Одобрена после рецензирования: 13.08.2024

Принята к публикации: 29.08.2024

© Резвякова С.В., Пигорев И.Я., Некипелов Т.С.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-107-113

Svetlana V. Rezvyakova<sup>1</sup> ✉Igor Ya. Pigorev<sup>2</sup>Timofey S. Nekipelov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

<sup>2</sup> Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

✉ Lana8545@yandex.ru

Received by the editorial office: 11.06.2024

Accepted in revised: 13.08.2024

Accepted for publication: 29.08.2024

© Rezvyakova S.V., Pigorev I.Ya., Nekipelov T.S.

# Особенности роста и развития гибридов подсолнечника при использовании ЖКУ в условиях лесостепи России

## РЕЗЮМЕ

Изучены индивидуальные особенности роста, развития и накопления сухого вещества гибридами подсолнечника одной группы спелости на черноземе типичном, среднегумусном, среднесуглинистом. Исследования проведены в звене зернопропашного севооборота на землях КФХ Некипелов С.Е. Пристенского района Курской области в разных гидротермических условиях 2020–2022 годов. Объектом изучения были гибриды подсолнечника (Сумико-Syngenta, П63ЛЕ10-Pioneer и Элион-Галактика), высеванные на глубину 4–5 см при прогреве почвы до 10 °С в количестве 60 тыс. шт/га всхожих семян. Работы выполнялись в технологии планирования урожайности 40 ц/га с внесением жидких комплексных удобрений (ЖКУ NP 11:37) перед посевом в количестве 50, 100 и 150 л/га на глубину 5, 10 и 15 см. В опыте применялась традиционная технология подготовки почвы под подсолнечник с регулированием численности сорного компонента технологией Express Sun. Высота растений в силу повышенной энергии роста у изучаемых гибридов в условиях применения ЖКУ изменялась по фазам развития и к фазе созревания на опытных вариантах достигала 177–191 см, что на 4,7–6,5% превышало контрольные значения. Масса растений в агроценозе подсолнечника возрастала у гибрида Сумико на 13,2%, П63ЛЕ10 — на 11,1%, Элион — на 12,5%. Больше накапливают сухого вещества в надземной массе растения гибрида Элион. Применение ЖКУ в максимальной дозе 150 л/га при внесении на глубину 15 см способствовало повышению накопления сухого вещества к фазе созревания в биомассе растений у гибрида Сумико на 304,3 г/м<sup>2</sup>, гибрида П63ЛЕ10 — на 177,7 г/м<sup>2</sup>, гибрида Элион — на 354,0 г/м<sup>2</sup>, или, соответственно, на 34,7%, 17,2% и 33,7% по отношению к контролю.

**Ключевые слова:** подсолнечник, гибриды, удобрения, энергия роста, масса растений

**Для цитирования:** Резвякова С.В., Пигорев И.Я., Некипелов Т.С. Особенности роста и развития гибридов подсолнечника при использовании ЖКУ в условиях лесостепи России. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 107–113.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-107-113>

# Peculiarities of growth and development of sunflower hybrids when using LCS in the conditions of forest-steppe of Russia

## ABSTRACT

Individual features of growth, development and dry matter accumulation by sunflower hybrids of one maturity group on typical, medium-humus, medium-loamy chernozem were studied. The research was carried out in a link of grain-plowing crop rotation on the lands of farm S.E. Nekipelov Pristensky district of Kursk region in different hydrothermal conditions in 2020–2022. The object of the study were sunflower hybrids (Sumico-Syngenta, P63LE10-Pioneer and Elion-Galaktika), sown to a depth of 4–5 cm when the soil was heated to 10 °C in the amount of 60 thousand pcs/ha of germinating seeds. The work was carried out in the technology of yield planning 40 c/ha, with the introduction of liquid complex fertilizers (HCS NP 11:37) before sowing in the amount of 50, 100 and 150 l/ha per depth 5, 10 and 15 cm. In the experiment, the traditional technology of preparing the soil for salting with the regulation of the number of the weed component by Express Sun technology was used. Due to the increased growth energy of the hybrids under consideration, the height of plants varies according to the phases of development and maturation in the studied variants reached 177–191 cm, which is 4.7–6.5% higher than the control values. The mass of plants in the sunflower agroecosystem increased in the Sumico hybrid by 13.2%, P63LE10 by 11.1%, Elion by 12.5%. The plants of the hybrid Elion accumulate more dry matter in the aboveground mass. The use of HCS at a maximum dose of 150 l/ha when applied to a depth of 15 cm contributed to an increase in the accumulation of dry matter by the maturation phase in the plant biomass of the Sumico hybrid by 304.3 g/m<sup>2</sup>, the P63LE10 hybrid by 177.7 g/m<sup>2</sup>, the Elion hybrid by 354.0 g/m<sup>2</sup>, or, respectively, by 34.7%, 17.2% and 33.7% relative to the control.

**Key words:** corn, hybrids, grain yield, green mass, grain

**For citation:** Rezvyakova S.V., Pigorev I.Ya., Nekipelov T.S. Peculiarities of growth and development of sunflower hybrids when using LCS in the conditions of forest-steppe of Russia. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 107–113 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-107-113>

## Введение/Introduction

Возрастающие потребности масел растительно-го происхождения стимулируют возделывание технических культур [1–3]. Подсолнечник — самая распространенная масличная культура, позволяющая получать масла самого широкого применения. В России сложилась тенденция роста производства маслосемян как за счет посевных площадей, так и в ходе урожайности районированных сортов и гибридов. Подсолнечник входит в число маргинальных культур, обеспечивающих стабильную прибыль в зонах возделывания [4–6].

В Курской области его возделывают более 220 крупных и средних хозяйствующих субъектов на площади 148 тыс. га, используя для этого 78 сортов и гибридов разных селекционных центров. Анализ используемых в регионе сортообразцов подсолнечника в 2023 г. показывает, что при обилии отечественных гибридов (41,3%) основные площади посева представлены зарубежными гибридами компаний Syngenta (48,1%) и Pioneer (31,3%), лидерами среди которых являются гибриды Неома (41 542 га), Сузука (8582 га), П63ЛЕ10, П64ЛЕ25, П64ХЕ (17 224 га), Фортими (6214 га) [5, 6].

При постоянном обновлении ассортимента сортов и гибридов подсолнечника урожайность их в зонах возделывания остается низкой. Для реализации генетического потенциала предлагаемых сортообразцов требуются адаптивные к почвенно-климатическим условиям технологии возделывания [7–10].

Подсолнечник отзывчив на плодородие земель, но эффективность агрохимикатов зависит от почвенно-климатических условий. В отдельные годы сухие (гранулированные) удобрения не реализуют себя полностью в урожае, но существенно увеличивают затраты. Использование жидких удобрений меньше лимитируется наличием почвенной влаги, и, как следствие, они лучше усваиваются полевыми культурами в период вегетации.

В свою очередь, насыщение технологии возделывания подсолнечника техногенными факторами влияет на фенологию растений, величину репродуктивной части и сроки созревания. Низкая урожайность подсолнечника в отдельные годы связана со сроками уборки в Черноземье России.

Подсолнечник в интенсивных технологиях хорошо реагирует на агрофон и в силу биологической индивидуальности семенного материала нуждается в эффективных агрохимикатах для каждой зоны возделывания [11–13]. Влияние техногенных факторов технологии возделывания на рост и развитие подсолнечника в агроценозе определяет в конечном результате урожайность маслосемян и их качество [14, 15].

**Цель исследований** — провести сравнительную оценку энергии роста и накопления биомассы гибридами подсолнечника в условиях применения ЖКУ на черноземе типичном.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводились в звене зернопропашного севооборота на землях КФХ в С.Е. Некипело (Пристенский р-н, Курская обл., Россия) в 2020–2022 гг., представленных черноземом типичным.

Согласно группировке почв по обеспеченности гидролизующим азотом и обменным калием почва имела низкие значения, по подвижному фосфору — средние.

Схема опыта включала три фактора: А — гибриды подсолнечника (Сумико, П63ЛЕ10, Элион), В — дозы ЖКУ ( $N_8P_{26}$ ,  $N_{16}P_{52}$ ,  $N_{24}P_{78}$ ), С — глубину заделки ЖКУ в почву (5 см, 10 см и 15 см). Сумико — оригинатор Singenta CROP Protection AG, семенная компания Limagrain (г. Краснодар, Россия); П63ЛЕ10 — оригинатор Pioneer oversears corporation (США); Элион — оригинатор НПО «Галактика», селекционно-семеноводческая компания (г. Воронеж).

Жидкое комплексное удобрение ЖКУ 11-17 («ФосАгро», Россия) с массовой долей аммонийного азота 11% и мономерных ортофосфатов 37% вносили стандартным культиватором-растениепитателем.

Гибриды высевали с междурядьями 70 см сеялкой «Веста 8» (Россия). В период «2–4 пары настоящих листьев» у растений подсолнечника использовали в посевах химические средства защиты от сорняков — гербициды «Экспресс» (750 г/кг трибенурон-метил) — 25 г/га (Du Pont, США) и «Фюзилат Форте» (150 г/л флуазифоп-П-бутил) — 1 л/га (ООО «Сингента», Швейцария). Расход рабочей жидкости — 300 л/га.

Фенологические наблюдения за ростом, развитием и густотой растений подсолнечника проводились в течение всей вегетации по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур<sup>1</sup>. Начало фаз развития учитывали при вступлении в фазу 10% растений, полное наступление фазы фиксировали при вступлении в нее 75% растений. Линейный рост стебля определяли по фазам развития на 20 растениях в трехкратной повторяемости<sup>2</sup>.

Статистическая обработка результатов выполнялась по рекомендациям Б.А. Доспехова<sup>3</sup>.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Генетическая неоднородность гибридов и разная реакция на факторы среды приводили к тому, что в отдельные фазы роста растения одних гибридов то опережали, то отставали в росте от других (табл. 1).

Гибрид Сумико обладал низкой энергией роста в период формирования настоящих листьев, и при наличии 2-й пары листьев в 2020 году растения в вариантах имели высоту 14–17 см, что на 5–7 см ниже, чем у гибридов П63ЛЕ10 и Элион. К периоду формирования корзинки он не только достигал высоты растений гибрида П63ЛЕ10, но и опережал растения гибрида Элион на 7–11 см, или на 5,2–8,4%.

В свою очередь, растения гибрида Элион в период формирования корзинки-цветения опережали в росте растения гибридов Сумико и П63ЛЕ10, достигая высоты на контроле 169 см и 178 см в вариантах с удобрениями. К созреванию высота растений гибридов П63ЛЕ10 и Элион в 2020 году была максимальной за годы наблюдений и в изучаемых вариантах достигала, соответственно, 174–185 см и 184–197 см. В период созревания колебания высоты растений между гибридами на контроле были в пределах 4–17 см, а от действия ЖКУ у гибрида Сумико — до 7 см, у гибрида П63ЛЕ10 — до 11 см, у гибрида Элион — до 10 см.

Посевы подсолнечника в 2021 году показали лучшие результаты ростовых процессов в период начала формирования настоящих листьев. У всех гибридов растения в период 2-й пары листьев были выше, чем в 2020 и 2022 годах. Начиная с 4-й пары, листьев рост стебля замедлялся и отставал от значений других лет. К периоду

<sup>1</sup> Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Москва. 1989; 197.

<sup>2</sup> Лукомец В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК. 2007; 113.

<sup>3</sup> Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. М.: Альянс. 2014; 351.

Таблица 1. Влияние ЖКУ на линейный рост растений гибридов подсолнечника, см. 2020–2022 гг.

Table 1. Influence of LCS on linear plant growth of hybrids sunflower hybrids, cm. 2020–2022

Варианты			2-я пара листьев	4-я пара листьев	Образование корзинки	Цветение	Созревание
гибрид	доза ЖКУ	глубина заделки					
Сумико Syngenta	N <sub>8</sub> P <sub>26</sub>	контроль	15	50	123	158	169
		5 см	15	49	121	156	169
		10 см	15	51	123	158	170
		15 см	16	51	124	158	170
	N <sub>16</sub> P <sub>52</sub>	5 см	16	50	124	159	171
		10 см	17	53	126	160	173
		15 см	17	52	125	161	174
		5 см	17	54	128	162	173
	N <sub>24</sub> P <sub>78</sub>	10 см	18	55	129	164	175
		15 см	18	56	130	165	177
П63ЛЕ10 Pioneer	N <sub>8</sub> P <sub>26</sub>	контроль	18	57	123	157	170
		5 см	18	57	123	156	170
		10 см	18	57	123	157	170
		15 см	18	58	123	157	170
	N <sub>16</sub> P <sub>52</sub>	5 см	20	59	128	161	173
		10 см	21	61	130	162	174
		15 см	21	61	130	163	175
		5 см	22	61	130	160	175
	N <sub>24</sub> P <sub>78</sub>	10 см	23	63	133	164	179
		15 см	23	63	133	166	180
Элион Галактика	N <sub>8</sub> P <sub>26</sub>	контроль	19	57	124	168	181
		5 см	20	58	124	169	181
		10 см	20	58	126	168	182
		15 см	20	58	126	169	182
	N <sub>16</sub> P <sub>52</sub>	5 см	21	59	127	171	184
		10 см	22	61	129	173	186
		15 см	23	62	129	175	186
		5 см	22	62	128	174	187
	N <sub>24</sub> P <sub>78</sub>	10 см	24	64	132	176	190
		15 см	25	64	133	178	191
HCP <sub>05</sub>	2020 г.	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
HCP <sub>05</sub>	2021 г.	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
HCP <sub>05</sub>	2022 г.	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Среднее	N <sub>8</sub> P <sub>26</sub>	контроль	17	55	123	161	173
		5 см	18	54	123	160	173
		10 см	18	56	124	161	174
		15 см	18	56	125	161	174
	N <sub>16</sub> P <sub>52</sub>	5 см	19	57	126	163	173
		10 см	20	58	128	165	178
		15 см	20	58	128	166	178
		5 см	20	59	129	166	178
	N <sub>24</sub> P <sub>78</sub>	10 см	22	61	131	168	180
		15 см	22	60	132	169	183

созревания высота растений гибрида Сумико была в пределах 161–166 см, а гибридов П63ЛЕ10 и Элион — соответственно, 164–174 см и 177–185 см. Минимальный прирост установлен и от действия ЖКУ. В лучших вариантах он составлял 5 см у гибрида Сумико, 10 см у гибрида П63ЛЕ10, 8 см у гибрида Элион. Минимальная доза ЖКУ (N<sub>8</sub>P<sub>26</sub>) на глубине 5 см на высоте растений к концу вегетации не проявлялась.

В 2022 году развитие подсолнечника в начальный период было аналогично 2020 году, но с периода образования корзинки линейный рост изменялся в сторону увеличения. Особенно это выражено у растений гибрида Элион, где в период образования корзинки они достигли высоты 139 см на контроле и 140–151 см — в вариантах с ЖКУ.

Линейный рост подсолнечника установлен и в период формирования репродуктивных органов. Максимальный

прирост в период «цветение — созревание» был у растений гибрида Сумико и достигал: 14 см — на контроле, 21 см — от максимальной дозы ЖКУ.

К концу вегетации высота растений в лучших вариантах достигала у гибрида Сумико 187 см, у гибрида П63ЛЕ10 181 см, у гибрида Элион 192 см. Средние результаты линейного роста за три года подтвердили, что уже на первых этапах гибриды имеют различия в показателях по энергии роста. Максимальную высоту имели растения гибридов Элион и П63ЛЕ10, которые в период 2-й пары листьев были на 5–7 см выше растений гибрида Сумико.

К периоду образования корзинки растения выравнивались по высоте как на контроле, так и в вариантах с ЖКУ. Устойчивый прирост растений в этой фазе отмечен от ЖКУ в дозах N<sub>16</sub>P<sub>52</sub> и N<sub>24</sub>P<sub>78</sub>, внесенных на глубину 10 см и 15 см. Растения в этих вариантах были выше контрольных на 6–10 см. Дальнейшая вегетация подсолнечника хотя и сопровождалась ростом стебля, но интенсивность его замедлялась от образования корзинки к цветению и созреванию.

Анализ полученных результатов показывает, что за достаточно продолжительный период налива и созревания семян прирост растений достигал у гибрида Сумико 11–12 см, а у гибридов П63ЛЕ10 и Элион, соответственно, 13–14 см и 13 см.

К уборке при средней высоте растений на контроле 169–181 см ЖКУ в минимальной дозе (N<sub>8</sub>P<sub>26</sub>) не оказывали заметного влияния на этот показатель, а увеличение их количества в два и три раза способствовало нарастанию стебля до 177 см у гибрида Сумико, до 180 см у гибрида П63ЛЕ10, до 191 см у гибрида Элион, или увеличению к контролю, соответственно, на 1,7%, 5,9%, 5,5%.

Средние значения высоты растений при разной глубине внесения ЖКУ на изучаемые гибриды показали лучший результат их действия на глубине 10 см и 15 см при минимальной и средней дозе, а в максимальной дозе — на глубине 15 см.

Наблюдения за приростом надземной массы растений подсолнечника показали, что, как и при линейном росте, изменения были под влиянием погодных условий. В ходе их нестабильности в процессе вегетации одни периоды роста и развития проходили в лучших условиях, другие — в худших, что сказалось на массе растений.

В 2020 году благоприятные условия мая позволили в фазу 2-й пары листьев иметь растениям большую массу, чем в другие годы наблюдений. У растений гибрида Элион она достигала на контроле 402 г/м<sup>2</sup>, что на 16 г больше, чем в 2021 году, и на 43 г больше, чем в 2022-м. Разница в надземной массе растений между гибридами достигала в 2020 году 76 г, в 2021-м — 84 г, в 2022-м — 73 г.

С увеличением зеленой массы растений от периода к периоду возрастала и разница между гибридами. В фазу 4-й пары листьев она в 2020 году достигала



на контроле 183–237 г, в 2021-м — 173–224 г, в 2022-м — 162–227 г. Дальнейшее нарастание зеленой массы растениями сокращало различия между гибридами. К цветению масса растений возрастала на 75–86%, максимальных значений на контроле достигала у гибрида Элион (4616 г/м<sup>2</sup>). При меньшей массе растений в 2020 году разница между гибридами в период цветения достигала 757–1047 г/м<sup>2</sup>. Периоды налива и созревания семян способствовали к уборке увеличению массы растений, которая была выше в 2020 и 2022 годах. Разница между гибридами контрольных вариантов достигала в 2020 году 808–1392 г/м<sup>2</sup>, в 2021-м — 539–849 г/м<sup>2</sup>, в 2022-м — 658–1277 г/м<sup>2</sup>.

Влияние ЖКУ на формирование вегетативной массы растений подсолнечника установлено на всех гибридах, однако величина биомассы изменялась по годам наблюдений. Устойчивый рост массы растений от ЖКУ установлен в фазу «2-я пара листьев», что составляло 8,4–12,8% к контролю. В последующие периоды роста увеличение массы растений в удобренных вариантах изменялось в более широком диапазоне. В фазу «4-я пара листьев» 2020 года разница массы растений вариантов с ЖКУ и контрольными у гибридов П63ЛЕ10 и Элион достигала 25,7–26,8%, снижаясь к созреванию до 2,7–8,5%.

В 2021 и 2022 годах растения на вариантах ЖКУ независимо от гибрида на протяжении всей вегетации имели повышенную массу: на 6,4–19,1% у гибрида Сумико, на 8,2–16,1% у гибрида П63ЛЕ10, на 7,2–19,5% у гибрида Элион.

Действие ЖКУ сохранялось до созревания подсолнечника, формируя большую массу растений в этих вариантах на 2,7–8,5% в 2020 году, на 15,0–18,2% в 2021-м, на 10,1–11,7% в 2022-м.

Средние значения за три года упрощают анализ изучаемых факторов в опыте, показывая роль ЖКУ в формировании надземной массы растений у гибридов (табл. 2).

С увеличением дозы ЖКУ и глубины заделки повышалась масса растений на всех этапах роста. Отзывчивость на ЖКУ у гибридов была разной. В фазу «2-я пара листьев» масса растений с учетной площади в лучших вариантах ЖКУ повышалась у гибрида Сумико с 305 до 339 г/м<sup>2</sup>, или 11,1%, у П63ЛЕ10 — с 351 до 395 г/м<sup>2</sup>, или на 12,5%, у Элион — с 382 до 417 г/м<sup>2</sup>, или на 9,2%.

К 4-й паре листьев прирост составил у изучаемых гибридов 63 г, 152 г, 224 г, или 9,1%, 17,6%, 24,3% к контролю. В последующие периоды роста действие ЖКУ на изучаемые гибриды выравнивалось.

В фазу «образование корзинки» растения при дозе ЖКУ N<sub>24</sub>P<sub>78</sub> увеличивали массу на 254–300 г/м<sup>2</sup>, или на 12,1–15,0%. В период цветения и созревания сохранялось влияние ЖКУ на уровне 11,1–13,9% к контролю, обеспечивая прирост массы растений до 512–661 г/м<sup>2</sup>.

К уборке средняя масса растений различалась между гибридами на 17,3–30,4% на контроле и на 15,1–30,2% в вариантах с ЖКУ. Средние данные свидетельствуют о положительном влиянии роли ЖКУ на величину

Таблица 2. Масса растений подсолнечника по фазам развития, надземная, г/м<sup>2</sup>. 2020–2022 гг.

Table 2. Sunflower plant mass by development phases, aboveground, g/m<sup>2</sup>. 2020–2022

Варианты			2-я пара листьев	4-я пара листьев	Образование корзинки	Цветение	Созревание
гибрид	доза ЖКУ	глубина заделки					
Сумико Syngenta	контроль		305	693	1884	3410	3866
	N <sub>8</sub> P <sub>26</sub>	5 см	305	696	1901	3433	3882
		10 см	309	704	1915	3472	3944
		15 см	312	710	1928	3505	3956
	N <sub>16</sub> P <sub>52</sub>	5 см	312	712	1936	3628	3937
		10 см	317	725	2017	3698	4049
		15 см	325	728	2046	3735	4144
	N <sub>24</sub> P <sub>78</sub>	5 см	320	736	2004	3730	4135
		10 см	333	751	2112	3799	4283
		15 см	339	756	2138	3885	4378
	контроль		351	866	1984	4055	4535
	N <sub>8</sub> P <sub>26</sub>	5 см	355	868	1996	4046	4530
		10 см	365	883	2010	4080	4548
П63ЛЕ10 Pioneer	N <sub>8</sub> P <sub>26</sub>	15 см	374	885	2058	4104	4585
		5 см	367	879	2045	4124	4624
		10 см	378	908	2134	4258	4740
	N <sub>16</sub> P <sub>52</sub>	15 см	379	923	2168	4340	4830
		5 см	370	899	2176	4342	4836
		10 см	386	991	2249	4444	4965
	N <sub>24</sub> P <sub>78</sub>	15 см	395	1018	2284	4538	5039
		5 см	382	922	2131	4350	5040
		10 см	383	922	2125	4385	5041
	N <sub>8</sub> P <sub>26</sub>	15 см	394	945	2177	4449	5102
		5 см	395	944	2209	4471	5125
		10 см	396	956	2211	4490	5198
Элион Галактика	N <sub>16</sub> P <sub>52</sub>	10 см	407	985	2212	4570	5329
		15 см	412	1037	2274	4632	5392
	N <sub>24</sub> P <sub>78</sub>	5 см	406	1002	2302	4710	5399
		10 см	416	1061	2379	4835	5595
		15 см	417	1146	2394	4920	5701
	HCP <sub>05</sub>		2020 г.	10	17	39	73
	HCP <sub>05</sub>		2021 г.	11	18	42	74
	HCP <sub>05</sub>		2022 г.	9	16	34	86
Среднее по гибридам	контроль		346	827	1997	3938	4480
	N <sub>8</sub> P <sub>26</sub>	5 см	347	828	2008	3955	4479
		10 см	356	843	2034	4000	4528
		15 см	361	847	2065	4026	4555
	N <sub>16</sub> P <sub>52</sub>	5 см	358	849	2064	4081	4582
		10 см	368	873	2141	4176	4706
		15 см	372	896	2163	4235	4989
	N <sub>24</sub> P <sub>78</sub>	5 см	365	878	2160	4260	4790
		10 см	379	935	2247	4359	4947
		15 см	384	974	2273	4448	5039

надземной массы растений со 2-й пары листьев до созревания. Лучшие результаты роста и развития установлены при максимальной дозе ЖКУ (N<sub>24</sub>P<sub>78</sub>), внесенной на глубину 15 см.

По заключению исследователей, интенсивное формирование биомассы и сухого вещества у подсолнечника происходит с развитием глубоко проникающей корневой системы [16–18].

Механизм динамики нарастания сырой надземной массы отличается от накопления сухого вещества по периодам роста и развития растений. Накопление сухого вещества усиливается с нарастанием вегетативных и генеративных органов у растений подсолнечника. Как и при формировании зеленой массы, величина сухого вещества зависит от гидротермического режима погодных условий периода исследований.

В данном опыте на начальных этапах роста растений больше накапливали сухого вещества в 2020 и 2021 годах, когда в период «2-я пара листьев» его было на контроле у гибрида Сумико на 23,3–23,5% больше, чем в 2022 году, а у гибридов П63ЛЕ10 и Элион — на 15,9–21,3% и 11,8–25,3% соответственно.

В последующие периоды роста до образования корзинки гибриды выравнивались в годы наблюдений по величине накопленной сухой массы. К созреванию каждый гибрид имел свою массу сухого вещества в растениях, величина которой на контроле у гибрида Сумико была больше в 2022 году, а у гибридов П63ЛЕ10 и Элион — в 2020-м. Во все годы наблюдений меньше накапливал сухой массы гибрид Сумико, что отчетливо видно во все периоды вегетации.

Влияние ЖКУ и глубины заделки проявилось в годы наблюдений с разной величиной изменения массы сухого вещества в учитываемые периоды роста. Отличались из общей закономерности результаты 2020 года, когда растения рассматриваемых гибридов в период созревания не подтверждали достоверного влияния ЖКУ на всех вариантах.

Анализ полученных данных показал, что в период «цветение — созревание» нарастание сухого вещества на контроле шло более интенсивно, чем в вариантах с ЖКУ, что обезличило действие изучаемого приема. Вероятно, в период налива и созревания семян подсолнечника состояние педоценоза благоприятствовало реализации потенциала сухих минеральных удобрений, внесенных на контроле в эквивалентных дозах с ЖКУ.

Средние результаты за три года показали, что гибриды П63ЛЕ10 и Элион с периода образования настоящих листьев и до появления корзинки на 21,9–25,2% имели больше сухого вещества в растениях, чем гибрид Сумико (рис. 1).

В период образования корзинки, когда идет максимальное нарастание вегетативной массы, разница в величине сухой массы между растениями гибридов сокращалась до 7,1–7,4%. В период цветения, налива и созревания семян гибриды П63ЛЕ10 и Элион имели близкие по величине значения сухой массы между собой, но отличавшиеся, как и в начальный период роста, от растений гибрида Сумико на 22,1–24,6% в сторону увеличения.

Действие с ЖКУ было отмечено на растениях всех гибридов с периода формирования настоящих листьев до созревания. При минимальной дозе ЖКУ ( $N_8P_{26}$ ), внесенной на глубину 15 см, прирост сухой массы к

контролю в периоды наблюдений составлял у гибрида Сумико на 2,3–2,8%, у П63ЛЕ10 — на 1,2–6,5%, у Элиона — на 12,2–32,7%.

Глубина заделки ЖКУ определяла эффективность их действия. При внесении ЖКУ на глубину 5 см их действие на накопление сухого вещества от минимальной дозы ( $N_8P_{26}$ ) не установлено на изучаемых гибридах. Лучшие результаты накопления сухого вещества были получены при внесении ЖКУ на глубину 15 см, где их действие в дозе  $N_{24}P_{78}$  было выше, чем от внесения этой же дозы на глубину 10 см, на 0,9–2,6% у гибрида Сумико, на 1,7–5,7% — у гибрида П63ЛЕ10, на 0,3–9,3% — у гибрида Элион.

Средние значения по изучаемым гибридам показали прирост сухой массы растений от дозы ЖКУ  $N_{24}P_{78}$ , внесенной на глубину 15 см, на 16,3% в фазу «2-я пара листьев», на 25,6% в фазу «4-я пара листьев», на 18,9% в фазу «образование корзинки», на 18,1% в фазу «цветение». К созреванию масса сухого вещества с учетной площади этого варианта достигала 1251,4 г/м<sup>2</sup>, что на 185,5 г больше, чем в контрольном варианте.

На основе данных сбора сухого вещества подсолнечника с единицы площади установили, что содержание сухого вещества в биомассе растений существенно менялось в ходе вегетации. В начале формирования настоящих листьев растения содержали от 12,7 до 14,6% сухого вещества. В фазу «4-я пара листьев» соотношение «вода — сухое вещество» изменялось в сторону увеличения сухого вещества до 14,0–16,1%.

Формирование вегетативной массы сопровождалось накоплением органических и минеральных соединений с ростом количества сухого вещества у изучаемых гибридов до 17,0–18,3%. В период формирования семян растения были менее обводнены и увеличивали количество сухого вещества на контроле до 22,0% в период цветения, до 25,1% в период созревания.

Наблюдения за ходом прироста сухого вещества в растениях показали, что в период формирования вегетативной массы действие ЖКУ было установлено только в дозе  $N_{24}P_{78}$ , внесенной на глубину 15 см. В период созревания растений гибрида Сумико увеличение сухого вещества было при всех дозах ЖКУ, а у гибридов П63ЛЕ10 и Элион — только от максимальной дозы ( $N_{24}P_{78}$ ).

## Выводы/Conclusion

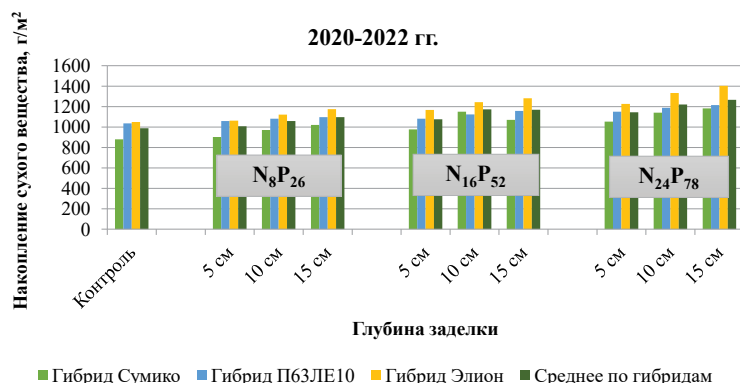
1. Выявлена сортовая специфичность гибридов подсолнечника по фазам развития в отношении влияния абиотических факторов сезона вегетации и отзывчивости на подкормку ЖКУ (жидким комплексным удобрением) и глубину внесения удобрения.

2. Тройная доза ЖКУ ( $N_{24}P_{78}$ ) способствовала увеличению высоты стеблей гибридов Сумико, П63ЛЕ10 и Элион, соответственно, на 1,7%, 5,9%, 5,5% по отношению к контролю. Гибриды П63ЛЕ10 и Элион с периода образования настоящих листьев и до появления корзинки на 21,9–25,2% имели больше сухого вещества в растениях, чем гибрид Сумико.

3. Лучший результат по показателям «высота растений» и «накопление сухого вещества» гибридами подсолнечника к фазе созревания получен при максимальной дозе внесения ЖКУ ( $N_{24}P_{78}$ ) на глубину 15 см.

**Рис. 1.** Среднее накопление сухого вещества гибридами подсолнечника к периоду созревания. 2020–2022 гг.

**Fig. 1.** Average dry matter accumulation of sunflower hybrids by maturity. 2020–2022



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. Vinogradov D., Zubkova T. Study of imidazolinone-resistant hybrids of rapeseed and sunflower for yield depending on doses of mineral nutrition. *II International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-II-2023)*. Les Ulis Cedex A, France. 2023; (71): 1044. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237101044>
2. Mamyрко Yu., Bushnev A., Luchkina T., Krivoslyukov K. Herbicide effectiveness of tank mixtures on oil flax varieties in different pedoclimatic conditions of Southern Russia. *International Scientific and Practical Conference "Current Issues of Biology, Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops" (CIBTA2022). Conference Proceedings (To the 110<sup>th</sup> anniversary of V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops)*. United States, 2023; (2777): 020067-1-020067-5. <https://doi.org/10.1063/5.0140414>
3. Orlov A., Rendov N., Ershov V., Nekrasova E., Mozyleva S. The timing of oilseed flax sowing in the steppe zone of Western Siberia. *E3S Web of Conferences. EBWFF 2023 – International Scientific Conference Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna*. 2023; 1: (420): 01015. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342001015>
4. Гулидова В.А. Морфологические особенности гибридов подсолнечника как показатель их производственной оценки в условиях северо-запада Центрального Черноземья. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2023; (6): 32–39. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2023-224-6-32-39>
5. Дубовик Д.В., Чуюн О.Г. Качество сельскохозяйственных культур в зависимости от агротехнических приемов и климатических условий. *Земледелие*. 2018; (2): 9–13. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10202>
6. Зеленский Н.А., Зеленская Г.М., Шуркин А.Ю. Влияние различных технологий возделывания подсолнечника на водный режим почвы и его продуктивность. *Вестник Донского государственного аграрного университета*. 2020; (4–1): 101–111. <https://www.elibrary.ru/lqgqelz>
7. Шитиков Н.В., Пигорев И.Я. Продуктивность гибридов подсолнечника при повышенных фонах минеральных удобрений на черноземе типичном. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2023; (5): 6–13. <https://www.elibrary.ru/qcncnu>
8. Колягин Ю.С., Новичихин О.В. Влияние корневого питания на рост растений и урожайность подсолнечника. *Аграрная наука*. 2011; (10): 15–16. <https://www.elibrary.ru/oiozrb>
9. Пигорев И.Я., Никитина О.В., Шитиков Н.В. Водопотребление гибридами подсолнечника при локальном внесении жидких комплексных удобрений в условиях Курской области. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2023; (2): 175–179. <https://www.elibrary.ru/vqonkm>
10. Насиев Б.Н., Есенгузина А. Влияние сроков посева на продуктивность и качество подсолнечника. *Аграрная наука*. 2020; (4): 60–62. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-337-4-60-62>
11. Рыженко Е.Н., Арасланова Н.М., Гончаров С.В. Селекция линий подсолнечника, устойчивых к расе G заразики. *Аграрная наука*. 2021; (6): 42–45. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-350-6-42-45>
12. Тishkov Н.М., Еремин Г.И. Эффективность применения жидких комплексных удобрений под подсолнечник на черноземе Краснодарского края. *Масличные культуры*. 2020; (2): 51–61. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2020-2-182-51-61>
13. Khan I. et al. Boosting Achene Yield and Yield Related Traits of Sunflower Hybrids through Boron Application Strategies. *American Journal of Plant Sciences*. 2015; 6(11): 1752–1759. <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.611175>
14. Пигорев И.Я., Петрова С.Н., Трутаева Н.Н., Шитиков Н.В. Эффективность локального применения жидких комплексных удобрений в агроценозах подсолнечника. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; (9): 45–51. <https://www.elibrary.ru/ntknbb>
15. Резвякова С.В., Титов В.Н., Данилов С.Ю., Конеева О.А., Зайцев В.А. Урожайность и качество зерна новых сортов озимой пшеницы в условиях Орловской области. *Аграрная наука*. 2023; (2): 76–81. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81>
16. Ващенко А.В., Каменев Р.А., Севостьянова А.А. Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность подсолнечника в условиях Нижнего Дона. *Аграрная наука*. 2020; (2): 64–66. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-335-2-64-66>
17. Пигорев И.Я., Шитиков Н.В. Засоренность посевов подсолнечника при локальном внесении ЖКУ в условиях Курской области. *Земледелие*. 2023; (7): 43–47. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-7-43-47>
18. Kotlyarova E.G., Gritsina V.G., Titovskaya A.I., Litsukov S.D. Formation of the Symbiotic Apparatus and Yield of Soy Varieties Depending On the Level of Fertilization. *International Journal of Advanced Biotechnology Research*. 2017; 8(4): 1156–1164. <https://www.elibrary.ru/xzpywd>

## REFERENCES

1. Vinogradov D., Zubkova T. Study of imidazolinone-resistant hybrids of rapeseed and sunflower for yield depending on doses of mineral nutrition. *II International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-II-2023)*. Les Ulis Cedex A, France. 2023; (71): 1044. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237101044>
2. Mamyрко Yu., Bushnev A., Luchkina T., Krivoslyukov K. Herbicide effectiveness of tank mixtures on oil flax varieties in different pedoclimatic conditions of Southern Russia. *International Scientific and Practical Conference "Current Issues of Biology, Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops" (CIBTA2022). Conference Proceedings (To the 110<sup>th</sup> anniversary of V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops)*. United States, 2023; (2777): 020067-1-020067-5. <https://doi.org/10.1063/5.0140414>
3. Orlov A., Rendov N., Ershov V., Nekrasova E., Mozyleva S. The timing of oilseed flax sowing in the steppe zone of Western Siberia. *E3S Web of Conferences. EBWFF 2023 – International Scientific Conference Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna*. 2023; 1: (420): 01015. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342001015>
4. Gulidova V.A. Morphological features of sunflower hybrids as indicator of their production evaluation in the north-west of the Central Chernozem region. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2023; (6): 32–39 (in Russian). <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2023-224-6-32-39>
5. Dubovik D.V., Chuyan O.G. Quality of crops depending on agronomical practices and climatic conditions. *Zemledelie*. 2018; (2): 9–13 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10202>
6. Zelensky N.A., Zelenskaya G.M., Shurkin A.Yu. The influence of various technologies of cultivation of sunflower on the water regime of the soil and its productivity. *Bulletin of Don State Agrarian University*. 2020; (4–1): 101–111 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/lqgqelz>
7. Shitikov N.V., Pigorev I.Ya. Productivity of sunflower hybrids with increased backgrounds of mineral fertilizers on typical chernozem. *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2023; (5): 6–13 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/qcncnu>
8. Kolyagin Yu.S., Novichikhin O.V. Influence of root feeding on growth and yield of sunflower plants. *Agrarian science*. 2011; (10): 15–16 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/oiozrb>
9. Pigorev I.Ya., Nikitina O.V., Shitikov N.V. Water consumption by sunflower hybrids with local application of liquid complex fertilizers in the conditions of the Kursk region. *International Agricultural Journal*. 2023; (2): 175–179 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vqonkm>
10. Nasiev B.N., Yesenguzhina A. Influence of seeding terms on productivity and quality of sunflower. *Agrarian science*. 2020; (4): 60–62 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-337-4-60-62>
11. Ryzhenko E.N., Araslanova N.M., Goncharov S.V. Breeding of sunflower lines resistant to race G of Broomrape. *Agrarian science*. 2021; (6): 42–45 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-350-6-42-45>
12. Tishkov N.M., Eremin G.I. Efficiency of application of liquid complex fertilizers under sunflower on black soil of the Krasnodar region. *Oil Crops*. 2020; (2): 51–61 (in Russian). <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2020-2-182-51-61>
13. Khan I. et al. Boosting Achene Yield and Yield Related Traits of Sunflower Hybrids through Boron Application Strategies. *American Journal of Plant Sciences*. 2015; 6(11): 1752–1759. <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.611175>
14. Pigorev I.Ya., Petrova S.N., Trutaeva N.N., Shitikov N.V. The effectiveness of local application of liquid complex fertilizers in sunflower crops. *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2021; (9): 45–51 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ntknbb>
15. Rezvyakova S.V., Titov V.N., Danilov S.Yu., Koneeva O.A., Zaitsev V.A. Grain yield and quality of new winter wheat varieties in the Orel region. *Agrarian science*. 2023; (2): 76–81 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81>
16. Vashchenko A.V., Kamenev R.A., Sevostyanova A.A. Influence of mineral fertilizers and bacterial preparations on sunflower yield in the conditions of the Lower Don. *Agrarian science*. 2020; (2): 64–66 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-335-2-64-66>
17. Pigorev I.Ya., Shitikov N.V. Weed infestation of sunflower crops with local application of liquid complex fertilizers under the conditions of the Kursk region. *Zemledelie*. 2023; (7): 43–47 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-7-43-47>
18. Kotlyarova E.G., Gritsina V.G., Titovskaya A.I., Litsukov S.D. Formation of the Symbiotic Apparatus and Yield of Soy Varieties Depending On the Level of Fertilization. *International Journal of Advanced Biotechnology Research*. 2017; 8(4): 1156–1164. <https://www.elibrary.ru/xzpywd>



## ОБ АВТОРАХ

**Светлана Викторовна Резвякова<sup>1</sup>**

доктор сельскохозяйственных наук, доцент,  
 lana8545@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-7681-4516>

**Игорь Яковлевич Пигорев<sup>2</sup>**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
 igoigo4@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-8863-8102>

**Тимофей Сергеевич Некипелов<sup>2</sup>**

аспирант  
 timofeynekipelov@mail.ru  
<https://orcid.org/0009-0002-5892-1315>

<sup>1</sup>Орловский государственный аграрный университет  
 им. Н.В. Парахина,  
 ул. им. Генерала Родина, 69, Орёл, 302019, Россия

<sup>2</sup>Курский государственный аграрный университет  
 им. И.И. Иванова,  
 ул. им. Карла Маркса, 70, Курск, 305021, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Svetlana Viktorovna Rezvyakova<sup>1</sup>**

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor  
 lana8545@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-7681-4516>

**Igor Yakovlevich Pigorev<sup>2</sup>**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
 igoigo4@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-8863-8102>

**Timofey Sergeevich Nekipelov<sup>2</sup>**

Graduate Student  
 timofeynekipelov@mail.ru  
<https://orcid.org/0009-0002-5892-1315>

<sup>1</sup>Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin,  
 69 General Rodin Str., Orel, 302019, Russia

<sup>2</sup>Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov,  
 70 Karl Marx Str., Kursk, 305021, Russia



23-25  
октября  
2024

- ЖИВОТНОВОДСТВО
- ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
- ЗЕМЛЕДЕЛИЕ
- ПРОДУКТЫ. НАПИТКИ. ОБОРУДОВАНИЕ
- РАСТЕНИЕВОДСТВО
- СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА
- КОРМОПРОИЗВОДСТВО
- ПЕРЕРАБОТКА И СБЫТ
- ВЕТЕРИНАРИЯ
- КАДРЫ

МЕРОПРИЯТИЯ ДЕЛОВОЙ ПРОГРАММЫ СЕМИНАРЫ,  
 КРУГЛЫЕ СТОЛЫ, СОВЕЩАНИЯ, ТРЕНИНГИ ПО РАЗВИТИЮ АПК

Место проведения: г. Новокузнецк, ул. Автотранспортная, 51,  
 ВК «Кузбасская ярмарка», тел: +7 (3843) 32-11-16, 8-951-587-9690  
[www.kuzbass-fair.ru](http://www.kuzbass-fair.ru)



В.П. Понажев ✉

Н.Н. Козьякова

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

✉ info.trk@fncl.ru

Поступила в редакцию: 27.02.2024

Одобрена после рецензирования: 13.08.2024

Принята к публикации: 29.08.2024

© Понажев В.П., Козьякова Н.Н.

Vladimir P. Ponazhev ✉

Natalya N. Kozyakova

Federal Scientific Center for Bast Crops, Tver, Russia

✉ info.trk@fncl.ru

Received by the editorial office: 27.02.2024

Accepted in revised: 13.08.2024

Accepted for publication: 29.08.2024

© Ponazhev V.P., Kozyakova N.N.

# Методы ускоренного создания обновленных семян льна высокого качества в первичном семеноводстве

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Создание высококачественных семян льна масличного с использованием новых методов отбора растений является важным направлением совершенствования первичного семеноводства культуры. Существующие методы создания таких семян по-прежнему остаются сложными и трудоемкими. В связи с этим разработка более совершенных методов получения обновленных семян с высоким уровнем проявления посевных, сортовых качеств и морфофизиологических свойств является актуальным и имеет практическое значение.

**Методы.** Эксперименты выполняли в соответствии с методиками закладки, проведения полевых опытов со льном, методическими рекомендациями по семеноводству льна масличного. Оценка посевного качества, семенного материала проводили в соответствии с действующим ГОСТ, сортового качества — методом грунтового контроля.

**Результаты.** Выявлена высокая эффективность создания обновленных семян льна масличного с использованием метода отбора растений в периоде вегетации — от начала до окончания полного цветения, позволившего обеспечить достоверное увеличение их выхода до 61,5%, по сравнению с контролем. Отбор растений в интервале от начала до окончания полного цветения обеспечил сохранение посевных качеств, созданных семян на уровне контроля — отбора по действующей методике, повышение однородности показателей морфофизиологических свойств семян, в том числе однородности проростков семян по длине на 4,6%. Метод отбора с удалением нетипичных по морфологическим признакам растений по сравнению с контролем позволил увеличить выход обновленных семян льна масличного на 29,7%, улучшить их морфофизиологические свойства.

Сортовое качество обновленного семенного материала при всех методах его создания характеризовалось отсутствием нетипичных по цвету семян, незначительными различиями между вариантами по выравненности сортовых признаков.

**Ключевые слова:** лен, семена, семеноводство, метод отбора, растения, качество

**Для цитирования:** Понажев В.П., Козьякова Н.Н. Методы ускоренного создания обновленных семян льна высокого качества в первичном семеноводстве. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 114–118. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-114-118>

# Methods for the accelerated creation of updated high-quality flax seeds in primary seed production

## ABSTRACT

**Relevance.** The creation of high-quality oilseed flax seeds using new plant breeding methods is an imperative principle with the advent of better crop seed production. Current methods for creating such seeds continue to be complicated and laborious. In this regard, the development of more advanced methods for obtaining renewed seeds with a high level of manifestation of sowing, various types and morphophysiological properties is relevant and has practical importance.

**Methods.** The experiments were carried out in accordance with the methods of planting, conducting field experiments with flax, and methodological recommendations for seed production of oil flax. The assessment of sowing quality and seed material was carried out in accordance with the current certification system, varietal quality — by the soil control method.

**Results.** The high efficiency of creating updated oilseed flax seeds using the method of plant selection during the growing season — from the beginning to the end of full flowering, which allowed for a significant increase in their yield to 61.5%, compared with the control. Selection of plants in the interval from the beginning to the end of full flowering ensured the preservation of the sowing qualities of the created seeds at the control level — selection according to the current method, as well as increasing the uniformity of indicators of the morphophysiological properties of seeds, including the uniformity of seed sprouts along the length by 4.6%. The selection method with the removal of plants atypical in morphological characteristics compared with the control allowed to increase the yield of updated oilseed flax seeds by 29.7%, improve their morphophysiological properties.

The varietal quality of the updated seed material for all methods of its creation was characterized by the absence of atypical seeds in color and minor differences between the options in the uniformity of varietal characteristics.

**Key words:** flax, seeds, seed production, selection method, plants, quality

**For citation:** Ponazhev V.P., Kozyakova N.N. Methods for the accelerated creation of updated high-quality flax seeds in primary seed production. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 114–118 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-114-118>

## Введение/Introduction

Качество и урожайность семян льна зависят от методов и технологий, применяемых в первичном семеноводстве. Это в полной мере относится и к льну масличному [1, 2]. Отличительными особенностями существующих методов создания обновленных семян культуры на первых этапах семеноводства являются высокая трудоемкость и затратность, невысокий коэффициент их последующего размножения. Это не позволяет обеспечить получение необходимых объемов высококачественной семенной продукции [3, 4].

Данное обстоятельство не способствует ускоренному внедрению новых высокопродуктивных сортов культуры, увеличению урожайности и повышению качества семян, в том числе за счет содержащихся в них ценных пищевых компонентов и биологически активных веществ. Эти сорта созданы в результате скрининга и использования в селекции исходного генетического материала на устойчивость к болезням, эдафическим факторам среды и стрессам [4–7].

Под влиянием ряда абиотических факторов, в том числе засухи и высокой температуры воздуха, у сортов культуры происходит нарушение развития семян, изменение их сортового качества, в том числе сопровождаемое уменьшением массы, изменением цвета (почернением) семени, ухудшением химического состава, нарушением соотношения макроэлементов [8–11].

Формирование качественных показателей семян культуры зависит не только от абиотических факторов, но и от применяемых методов создания и приемов последующего размножения оригинального семенного материала [12–14].

При создании семян наиболее сложным и трудоемким является индивидуальный отбор растений, который не позволяет в полной мере проводить оценку качественных показателей семенного материала [15–18].

Цель исследований — разработка ускоренных и менее трудоемких методов создания обновленных семян культуры высокого качества с использованием при этом отборов растений по фенотипическим и морфологическим признакам в ленточном двухстрочном посеве.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили на опытном поле и в лаборатории селекционных технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» в 2019–2022 годах (Тверская обл., Россия).

Полевые<sup>1</sup> и лабораторные<sup>2</sup> эксперименты выполняли в соответствии с действующими методиками<sup>3</sup> и рекомендациями<sup>4</sup>. В питомниках отбора растений использовали посевы семян льна сорта ЛМ-98, включенного в Госреестр селекционных достижений РФ, созданного в Федеральном научном центре лубяных культур (оригинатор сорта) ленточным двухстрочным способом (0,075 × 0,45 м), с целью максимального проявления у растений модификационной изменчивости и проведения необходимого отбора.

Интеллектуальная собственность на сорт принадлежит оригинатору — ФНЦ лубяных культур.

Контрольным вариантом в полевом опыте являлся отбор растений по действующей методике (индивидуальный отбор)<sup>1</sup>. Отбор растений проводился от начала до окончания полного цветения растений. Растения, которые были отобраны в этот период, считались типичными. При проведении отбора по морфологическим признакам из питомника удалялись нетипичные растения — низкорослые, высокостебельные, малокоробочные и пораженные болезнями. После удаления нетипичных растений оставшиеся относились к типичным. Норма высева составляла 6 млн/га всхожих семян.

Оценку однородности растений по общей длине<sup>5</sup>, содержанию волокна в технической части стебля, окраске (цвету) семян осуществляли методом грунтового контроля<sup>6</sup>. Качество высеваемых семян культуры определяли в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52325-2005<sup>7</sup>. Семена по всхожести (91–93%) соответствовали для масличного льна категории оригинальных.

Опыты закладывали на дерново-подзолистой, среднесуглинистой почве, которая характеризовалась следующими показателями: РН kCl — 5,1–5,4; Р<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 200–274 мг/кг; К<sub>2</sub>O — 118–128 мг/кг.

Обработку экспериментальных данных, включая определение индекса, характеризующего уровень стабильности (варьирования) полученных данных (показателей) по годам исследований, осуществляли согласно методике полевого опыта<sup>8</sup>.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Показатели выхода семян культуры при различных методах отбора исходного материала представлены в таблице 1.

Исследования показали, что преимущество отбора растений от начала до окончания полного цветения по сравнению с контролем — отбором по действующей методике — наблюдалось во все годы исследований

Таблица 1. Влияние методов отбора растений льна масличного на выходное количество обновленных семян

Table 1. Influence of methods of selection of oil flax plants on the output quantity of renewed seeds

Метод отбора растений при создании обновленных семян	Выход (масса) обновленных семян, г/м <sup>2</sup>				Индекс, характеризующий уровень стабильности (варьирования) выхода семян по годам, ед.
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее: (2019–2021 гг.)	
Отбор растений по действующей методике, контроль	52,0	80,5	66,5	66,3	0,86
Отбор растений с удалением нетипичных по комплексу морфологических признаков	54,3	75,6	114,3	81,4	0,78
Отбор растений от начала до окончания полного цветения	84,0	86,4	99,0	89,8	0,93
Примечание: НСР <sub>05</sub> , г/м <sup>2</sup>	5,1	5,8	6,7		

<sup>1</sup> Понажев В.П., Павлова Л.Н., Рожмина Т.А. Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца: Методические указания. Тверь: Издательство Тверского государственного университета. 2014; 92–94.

<sup>2</sup> Рожмина Т.А., Понажев В.П. Лен масличный сорт ЛМ-98 и его агротехнология. Рекомендации. Тверь: Издательство Тверского государственного университета. 2014; 18.

<sup>3</sup> Лукомец В.М., Бочкарев Н.И., Горлов С.Л. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна масличного. Рекомендации. М.: Росинформагротех. 2010; 51.

<sup>4</sup> Лошомойников И.А., Пузиков А.Н. Рекомендации по возделыванию льна масличного в Омской области. Иссыкуль: Золотой тираж. 2011; 16.

<sup>5</sup> ГОСТ Р 52784-2007 Лен -долгунец. Термины и определения.

<sup>6</sup> Янышина А.А. Грунтовой контроль льна-долгунца: методические указания. М.: Типография Россельхозакадемии. 1999; 21.

<sup>7</sup> ГОСТ Р 52325-2005 Семена сельскохозяйственных растений. Сортные и посевные качества. Общие технические условия. М.: Стандартинформ. 2005; 20.

<sup>8</sup> Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): монография. М.: Альянс. 2011; 295.



Таблица 2. Качество созданных обновленных семян льна масличного при различных методах отбора растений (среднее: 2019–2021 гг.)  
Table 2. Quality of created updated oil flax seeds using various plant selection methods (average: 2019–2021)

Метод отбора растений при создании обновленных семян	Энергия прорастания семян, %	Всхожесть семян, %	Масса 1000 семян, г	Индекс, характеризующий уровень стабильности (варьирования) показателя по годам, ед.		
				энергия прорастания семян	всхожесть семян	масса 1000 семян
Отбор растений по действующей методике, контроль	80	91	5,04	0,87	0,95	0,89
Отбор растений с удалением нетипичных по комплексу морфологических признаков	85	92	5,07	0,88	0,96	0,90
Отбор растений от начала до окончания полного цветения	85	91	5,15	0,90	0,96	0,92

и сопровождалось достоверным увеличением выхода обновленных семян. При этом наибольшее увеличение их выхода отмечено в 2019 году — 61,5%.

Отбор растений от начала до окончания полного цветения по сравнению с контролем в среднем за три года увеличивал выход семян на 35,4%. Проведение отбора с удалением из питомника нетипичных по комплексу морфологических признаков растений позволило в среднем за годы исследований увеличить выход семян на 22,7%.

Исследования позволили установить, что отбор растений по цветению обеспечил наибольшую стабильность (наименьшее варьирование) выхода семян в течение трех лет исследований, характеризуемую индексом 0,93 единицы при его значении 0,78–0,86 единицы в других вариантах (значение, равное 1,00, указывает на максимальную стабильность).

Исследуемые методы отбора и создания обновленных семян льна масличного оказали определенное влияние на формирование показателей посевного качества семенного материала, полученного из типичных растений (табл. 2).

Методы создания обновленных семян с использованием отборов по фенотипическим и морфологическим признакам растений по сравнению с контрольным вариантом повышали качество семян (энергию их прорастания) на 5%. При этом индекс, характеризующий уровень стабильности энергии прорастания, всхожести и массы 1000 семян в течение всего периода проведения исследований, указывает на незначительное изменение этих показателей качества во всех вариантах эксперимента.

Исследованиями установлено наличие определенных различий между вариантами эксперимента по одному из показателей морфофизиологических свойств семян — длине проростка семени. Наибольшая длина проростка семени в среднем за три года отмечена при проведении отбора растений по морфологическим признакам, которая превосходила контроль на 1,1 см, или на 25%. Этот метод по сравнению с другими вариантами позволил обеспечить формирование наиболее высокого уровня стабильности длины проростка семени в течение трех лет исследований (0,95 ед.), высокой однородности проростков семян по длине (95,8%).

Важнейший показатель качества семенного материала льна масличного (сила семян) зависел от методов отбора исходных растений. Отбор с удалением нетипичных по морфологическим признакам растений по сравнению с отбором по действующей методике повышал силу семян в среднем за три года на 13,6%, а отбор по цветению — только на 4,5%. Наиболее значительное влияние отбора растений по морфологическим признакам на этот показатель отмечено в 2020 году, позволившего повысить силу семян на 25,0%.

При оценке сортового качества созданных семян льна масличного методом грунтового контроля установлено, что все методы отбора растений обеспечили получение однородного по цвету оригинального материала. Отбор

исходного материала от начала до окончания полного цветения позволил повысить выравненность растений по общей длине, обеспечив снижение коэффициента вариации по этому признаку по сравнению с контролем на 21,8%. Выравненность растений по содержанию волокна в стеблях в варианте с этим отбором оказалась на уровне отбора по действующей методике.

Исследования показали, что индекс, отражающий уровень стабильности общей длины растений, составил в зависимости от вариантов 0,65–0,73 единицы, содержания волокна в стебле — 0,64–0,77 единицы.

Изучение урожайных свойств (качеств) созданных семян льна масличного в 2020 и 2022 годах не позволило выявить значительных различий между вариантами по семенной продуктивности растений. Вместе с тем незначительное преимущество, сопровождаемое формированием на растениях наибольшего количества семян, наблюдалось при проведении отбора, предусматривающего удаление из питомника нетипичных по морфологическим признакам растений.

### Выводы/Conclusion

Установлено преимущество метода отбора растений льна масличного в периоде вегетации от начала до окончания полного цветения, позволившего по сравнению с контролем (отбором по действующей методике) достоверно увеличить выходной объем созданных обновленных семян во все годы эксперимента, в том числе в 2019 году на 61,5% (23,5 г/м<sup>2</sup>), и обеспечить наиболее высокий уровень его стабильности в течение всего периода проведения исследований, характеризуемый индексом 0,93 единицы. Отбор исходного материала в обозначенном периоде позволил обеспечить сохранение морфофизиологических свойств семян на уровне контрольного варианта.

Метод отбора с удалением из питомника нетипичных растений по сравнению с контролем увеличил выходное количество созданных семян на 22,7% (15,1 г/м<sup>2</sup>). Однако его преимущество наблюдалось не во все годы, а индекс, отражающий уровень стабильности выхода семян во время всего периода исследований, оказался несколько ниже, чем в контроле. Этот метод отбора по сравнению с контрольным вариантом улучшал морфофизиологические свойства полученного оригинального материала во все годы проведения полевых опытов.

Сортовое качество семян при всех методах их создания характеризовалось, высокой однородностью семенного материала по цвету, незначительными различиями между вариантами по выравненности сортовых признаков у растений, определяемой коэффициентами вариации по общей длине и содержанию волокна в стебле, равными, соответственно, 5,7–7,2 и 7,7–8,9 единицы.

Обозначенные критерии оценки указывают на определенные преимущества метода отбора исходного материала по цветению над отбором растений по морфологическим признакам.

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 выполнены в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования в Федеральном научном центре лубяных культур по теме FGSS-2019-0016.

## FUNDING

The research was carried out within the framework of the State assignment of the Ministry of Science and Higher Education at the Federal Scientific Center for Bast Crops on the topic FGSS-2019-0016.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Кривошлыков К.М., Трунова М.В., Лукомец А.В. Объективные предпосылки для усиления роли государства в развитии селекции и семеноводства масличных культур в России. *Масличные культуры*. 2019; (3): 79–84. <https://elibrary.ru/waolbp>
- Ван Мансвелт Е.Д., Тимирбекова С.К. Органическое сельское хозяйство: принципы, опыт и перспективы. *Сельскохозяйственная биология*. 2017; 52(3): 478–486. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.478rus>
- Рожмина Т.А., Павлова Л.Н., Поназев В.П., Захарова Л.М. Льняная отрасль на пути к возрождению. *Защита и карантин растений*. 2018; (1): 3–8. <https://elibrary.ru/ynmxfe>
- Голуб И.А. Возделывание льна масличного в Республике Беларусь. *Земледелие и защита растений*. 2017; (S4): 35–38. <https://elibrary.ru/vqvmw>
- Caser M., Lovisolo C., Scariot V. The influence of water stress on growth ecophysiology and ornamental quality of potted *Primula vulgaris* 'Heidy' plants. New insights to increase water use efficiency in plant production. *Plant Growth Regulation*. 2017; 83(2): 361–373. <https://doi.org/10.1007/s10725-017-0301-4>
- Figueiredo N. et al. Elevated carbon dioxide and temperature effects on rice yield, leaf greenness, and phenological stages duration. *Paddy and Water Environment*. 2015; 13(4): 313–324. <https://doi.org/10.1007/s10333-014-0447-x>
- Лоскутов И.Г., Блинова Е.В., Гаврилова О.П., Гаткаева Т.Ю. Разнообразие культурного овса по хозяйственно ценным признакам и их связь с устойчивостью к фузариозу. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2016; 20(3): 286–294. <https://doi.org/10.18699/VJ16.151>
- Zhang M., Coaker G. Harnessing Effector-Triggered Immunity for Durable Disease Resistance. *Phytopathology*. 2017; 107(8): 912–919. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-17-0086-RWW>
- Mundt C.C. Pyramiding for Resistance Durability: Theory and Practice. *Phytopathology*. 2018; 108(7): 792–802. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-12-17-0426-RWW>
- Spring O., Zipper R. New highly aggressive pathotype 354 of *Plasmopara halstedii* in German sunflower fields. *Plant Protection Science*. 2018; 54(2): 83–86. <https://doi.org/10.17221/99/2017-PPS>
- Pecrix Y., Penouilh-Suzette C., Muñoz S., Vear F., Godiard L. Ten Broad Spectrum Resistances to Downy Mildew Physically Mapped on the Sunflower Genome. *Frontiers in Plant Science*. 2018; 9: 1780. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01780>
- Голуб И.А., Снопов А.Н., Полонетская Л.М., Маслинская М.Е., Снопов А.А. Результаты оценки генофонда льна масличного в условиях Республики Беларусь для целей селекции. *Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы*. Тврь: Тверской государственный университет. 2018; 106–108. <https://elibrary.ru/poumrv>
- Пакудин В.З., Лопатин Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 1984; 19(4): 109–113.
- Ouyang W., Xiong D., Li G., Li X. Unraveling the 3D Genome Architecture in Plants: Present and Future. *Molecular Plant*. 2020; 13(12): 1676–1693. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2020.10.002>
- Поназев В.П. Эффективность методов отбора исходного материала льна масличного в первичном семеноводстве. *Аграрная наука*. 2022; (9): 126–130. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-126-130>
- Zolkin A., Matvienko E., Pankratova L., Snegirev D., Bogdanov M. Monitoring and methods for seed quality assessment using modern technical means and digital technologies. *International Conference on Ensuring Sustainable Development: Ecology, Energy, Earth Science and Agriculture (AEES2023)*. Les Ulis, France. 2024; (494): 4008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449404008>
- Yakubov M., Rashidova D., Oripov Sh. Impact of internal control on varietal and sowing qualities of seeds. *BIO Web of conferences. International Scientific-Practical Conference "Modern Trends of Science, Innovative Technologies in Viticulture and Winemaking" (MTSITVW2023)*. EDP Sciences. 2023; (78): 06007. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237806007>
- Aydarov Sh.G., Yuldoshev O.K., Usmanov I.I. Scientific basis of selection of seeding seeds from the starting material *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. "International Conference on Agricultural Engineering and Green Infrastructure Solutions, AEGIS 2021". 2021; (868): 012078. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/868/1/012078>

## REFERENCES

- Krivoshlykov K.M., Trunova M.V., Lukometz A.V. Objective suppositions for strengthening of the state role in development of breeding and seed growing of oil crops in Russia. *Oil Crops*. 2019; (3): 79–84 (in Russian). <https://elibrary.ru/waolbp>
- Van Mansvelt J.D., Timirbekova S.K. General position of organic agriculture in western Europe: concept, practical aspects and global prospects. *Agricultural Biology*. 2017; 52(3): 478–486. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.478eng>
- Rozhmina T.A., Pavlova L.N., Ponazhev V.P., Zakharova L.M. The linen industry is on the way to revival. *Plant protection and quarantine*. 2018; (1): 3–8 (in Russian). <https://elibrary.ru/ynmxfe>
- Golub I.A. Cultivation of oil flax in the Republic of Belarus. *Agriculture and Plant Protection*. 2017; (S4): 35–38 (in Russian). <https://elibrary.ru/vqvmw>
- Caser M., Lovisolo C., Scariot V. The influence of water stress on growth ecophysiology and ornamental quality of potted *Primula vulgaris* 'Heidy' plants. New insights to increase water use efficiency in plant production. *Plant Growth Regulation*. 2017; 83(2): 361–373. <https://doi.org/10.1007/s10725-017-0301-4>
- Figueiredo N. et al. Elevated carbon dioxide and temperature effects on rice yield, leaf greenness, and phenological stages duration. *Paddy and Water Environment*. 2015; 13(4): 313–324. <https://doi.org/10.1007/s10333-014-0447-x>
- Loskutov I.G., Blinova E.V., Gavriloova O.P., Gagkaeva T.Yu. The valuable characteristics of oats genotypes and resistance to Fusarium disease. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2016; 20(3): 286–294 (in Russian). <https://doi.org/10.18699/VJ16.151>
- Zhang M., Coaker G. Harnessing Effector-Triggered Immunity for Durable Disease Resistance. *Phytopathology*. 2017; 107(8): 912–919. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-17-0086-RWW>
- Mundt C.C. Pyramiding for Resistance Durability: Theory and Practice. *Phytopathology*. 2018; 108(7): 792–802. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-12-17-0426-RWW>
- Spring O., Zipper R. New highly aggressive pathotype 354 of *Plasmopara halstedii* in German sunflower fields. *Plant Protection Science*. 2018; 54(2): 83–86. <https://doi.org/10.17221/99/2017-PPS>
- Pecrix Y., Penouilh-Suzette C., Muñoz S., Vear F., Godiard L. Ten Broad Spectrum Resistances to Downy Mildew Physically Mapped on the Sunflower Genome. *Frontiers in Plant Science*. 2018; 9: 1780. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01780>
- Golub I.A., Snopov A.N., Polonetskaya L.M., Maslinskaya M.E., Snopov A.A. The results of the assessment of the oil flax gene pool in the conditions of the Republic of Belarus for the purposes of breeding. *Scientific support for the production of spinning crops: state, problems and prospects*. Tver: Tver State University. 2018; 106–108 (in Russian). <https://elibrary.ru/poumrv>
- Pakudin V.Z., Lopatin L.M. Assessment of ecological plasticity and stability of crop varieties. *Agricultural Biology*. 19(4): 109–113 (in Russian).
- Ouyang W., Xiong D., Li G., Li X. Unraveling the 3D Genome Architecture in Plants: Present and Future. *Molecular Plant*. 2020; 13(12): 1676–1693. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2020.10.002>
- Ponazhev V.P. Efficiency of methods for selecting the initial material of oil flax in primary seed production. *Agrian science*. 2022; (9): 126–130 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-126-130>
- Zolkin A., Matvienko E., Pankratova L., Snegirev D., Bogdanov M. Monitoring and methods for seed quality assessment using modern technical means and digital technologies. *International Conference on Ensuring Sustainable Development: Ecology, Energy, Earth Science and Agriculture (AEES2023)*. Les Ulis, France. 2024; (494): 4008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449404008>
- Yakubov M., Rashidova D., Oripov Sh. Impact of internal control on varietal and sowing qualities of seeds. *BIO Web of conferences. International Scientific-Practical Conference "Modern Trends of Science, Innovative Technologies in Viticulture and Winemaking" (MTSITVW2023)*. EDP Sciences. 2023; (78): 06007. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237806007>
- Aydarov Sh.G., Yuldoshev O.K., Usmanov I.I. Scientific basis of selection of seeding seeds from the starting material *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. "International Conference on Agricultural Engineering and Green Infrastructure Solutions, AEGIS 2021". 2021; (868): 012078. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/868/1/012078>

## ОБ АВТОРАХ

**Владимир Павлович Понажев**

доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,  
главный научный сотрудник  
info.trk@fncl.ru

**Наталья Николаевна Козьякова**

научный сотрудник  
<https://orcid.org/0000-0001-9220-5908>,

Федеральный научный центр лубяных культур,  
Комсомольский пр-т, 17/56, Тверь, 170041, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Vladimir Pavlovich Ponazhev**

Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher,  
Chief Researcher  
info.trk@fncl.ru

**Natalya Nikolaevna Kozyakova**

Research Associate  
<https://orcid.org/0000-0001-9220-5908>

Federal Scientific Center for Fibre Crops,  
17/56 Komsomolsky Prospekt, Tver, 170041, Russia

## Форум и выставка по глубокой переработке зерна и промышленной биотехнологии «Грэйнтек»



Форум и выставка по глубокой переработке зерна и биоэкономике

+7 (495) 585-5167 | [info@graintek.ru](mailto:info@graintek.ru) | [www.graintek.ru](http://www.graintek.ru)

**Форум является уникальным специализированным  
событием отрасли в России и СНГ и пройдет  
19–20 ноября 2024 года в отеле «Лесная Сафмар» в г. Москве.**

В фокусе форума — практические аспекты глубокой  
переработки зерна как для производства продуктов питания  
и кормов, так и биотехнологических продуктов с высокой  
добавленной стоимостью.

**Темы форума:** производство и рынок нативных и модифицированных  
крахмалов, клейковины, сиропов, органических кислот, аминокислот  
(лизина, треонина, триптофана и т. д.), сахарозаменителей (сорбита, ксилита, маннита)  
и других химических веществ.

21 ноября 2024 года пройдет семинар **«ГрэйнЭксперт»**, посвященный  
практическим вопросам запуска и эксплуатации завода глубокой переработки  
зерна. Семинар проводится для технических специалистов, которые отвечают  
за производственный процесс и высокое качество конечной продукции.





УДК 634.631.52

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-119-123

Р.А. Шахмирзоев

Федеральный аграрный научный центр  
Республики Дагестан, Махачкала, Россия

✉ russad66@mail.ru

Поступила в редакцию: 26.05.2024

Одобрена после рецензирования: 13.08.2024

Принята к публикации: 29.08.2024

© Шахмирзоев Р.А.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-119-123

Ruslan A. Shakhmirzoev

✉ russad66@mail.ru

Received by the editorial office: 26.05.2024

Accepted in revised: 13.08.2024

Accepted for publication: 29.08.2024

© Shakhmirzoev R.A.

## Урожайность и товарные качества плодов яблони сорта Голден Делишес на слаборослых подвоях в зависимости от обрезки

### РЕЗЮМЕ

Одним из основных агротехнических мероприятий, осуществляемых в саду, является обрезка деревьев.

При изучении сортоподвойных комбинаций яблони в определенных экологических условиях необходимо учитывать силу роста, густоту обрастания, тип ветвления, структуру плодовых образований, что зависит от сортовых особенностей и технологий выращивания насаждений.

Автор приводит результаты изучения параметров влияния степени обрезки деревьев сорта яблони Голден Делишес, привитого на слаборослых подвоях СК-7 и М-9 в зависимости от подвоя на ростовые процессы, продуктивность и товарные качества плодов яблони. Определена реакция насаждений на обрезку в зависимости от биологических особенностей сорта и от степени удаления ветвей и их направленности. При повышении интенсивности обрезки площадь листовой поверхности на один плод на подвое СК-7 составила 180–750 см<sup>2</sup>, на подвое М-9 — 172–619 см<sup>2</sup> соответственно. Урожай яблони с одного дерева на подвое СК-7 составил при минимальной форме 13,2 кг, средней — 11,4 кг, максимальной — 10,5 кг, на подвое М-9, соответственно, 11,4 кг, 9,5 кг и 7,7 кг. Увеличилась средняя масса плодов, привитых на подвое СК-7, в 1,9 раза, а на подвое М-9 — в 1,3 раза.

Отмечено, что жизненные циклы деревьев на слаборослом карликовом подвое СК-7 были выше на 10–12%, чем на подвое М-9.

**Ключевые слова:** садоводство, Голден Делишес, обрезка, сорт, подвой, продуктивность, качество

**Для цитирования:** Шахмирзоев Р.А. Урожайность и товарные качества плодов яблони сорта Голден Делишес в зависимости от обрезки на слаборослых подвоях. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 119–123. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-119-123>

## Productivity and amarketable qualities of apple tree fruits of the Golden Delicious variety on low growing rootstocks depending on pruning

### ABSTRACT

One of the main agrotechnical activities carried out in the garden is tree pruning.

When studying the variety-double combinations of apple trees in certain environmental conditions, it is necessary to take into account the strength of growth, the density of fouling, the type of branching, the structure of fruit formations, which depends on the varietal characteristics and technologies of growing plantations.

The author presents the results of studying the parameters of the influence of the degree of pruning of Golden Delicious apple trees grafted on low-growing rootstocks SK-7 and M-9, depending on the rootstock, on growth processes, productivity and marketable qualities of apple fruits. The reaction of plantings to pruning was determined depending on the biological characteristics of the variety and on the degree of branch removal and their orientation. With an increase in the intensity of pruning, the leaf surface area per fruit on the rootstock SK-7 was 180–750 cm<sup>2</sup>, on the rootstock M-9 — 172–619 cm<sup>2</sup>, respectively. The yield of apple trees from one tree on the rootstock SK-7 was 13.2 kg with a minimum shape, 11.4 kg with an average, 10.5 kg with a maximum, and 11.4 kg, 9.5 kg and 7.7 kg on the rootstock M-9, respectively. The average weight of fruits grafted on the rootstock SK-7 increased by 1.9 times, and on the rootstock M-9 — by 1.3 times.

It was noted that the life cycles of trees on the low-growing dwarf rootstock SK-7 were 10–12% higher than on the rootstock M-9.

**Key words:** gardening Golden Delicious, pruning, variety, system, rootstock, productivity, quality

**For citation:** Shakhmirzoev R.A. Productivity and amarketable qualities of apple tree fruits of the Golden Delicious variety on low growing rootstocks depending on pruning. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 119–123 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-119-123>

## Введение/Introduction

На современном этапе создание высокопродуктивных интенсивных садов возможно при использовании высококачественного посадочного материала на слаборослых подвоях и с использованием всего комплекса агротехнологии [1].

Агротехнологическая система ведения садоводства является наиболее трудоемким процессом и определяет стабильность плодоношения, урожайность и качество плодов [2].

Формирование сада необходимо осуществлять с учетом почвенно-климатических условий ландшафта местности на основе зональных принципов подбора сорто-подвойных комбинаций, определяющих схему посадки плодовых насаждений, создающих крону, и применение систем обрезки деревьев, направленную на приоритет к репродуктивному росту [3].

Снижение высоты и ограничение объема кроны деревьев направлены на улучшение светового режима. Обрезка, проводимая качественно и своевременно, улучшает условия освещения в кроне, влияет на повышение продуктивности насаждений и на товарные качества плодов, увеличивает продуктивный период плодоношения, появление новых побегов и плодовых образований [4].

Хотя плодородное дерево является целостным организмом, все части которого взаимосвязаны, имеет место локализация отдельных его частей. Она выражена в ограниченности места действия обрезки. Следует помнить, что обрезка является главным фактором создания урожая, но вместе с тем при наличии должного ухода эти сады регулярно плодоносят. При этом необходимо учитывать биологические закономерности, лежащие в основе проводимых агротехнологических мероприятий интенсивного садоводства [5, 6].

В Республике Дагестан яблоня — основная плодовая культура. Она, как и другие культуры, обладает выраженной полярностью роста, на годичных ее приростах из верхушечной почки образуется самый сильный побег, направленный вертикально вверх, а из нижерасположенных почек образуются единичные или несколько слабых приростов в зависимости от сортовых особенностей [7].

Сорта существующие и нового поколения должны соответствовать зональным технологиям садоводства и по основным критериям рынка: экологическая безопасность, экономическая целесообразность и повышение конкурентоспособности [8]. Одним из направлений возделывания плодовых культур является использование слаборослых подвоев, обеспечивающих создание уплотненных насаждений за счет существенного уменьшения размера растений [6–8]. В связи с этим одним из проявлений полярности роста у сортов яблони с хорошей побегообразовательной способностью является ярусность в расположении боковых ответвлений на центральном проводнике.

В плодовых насаждениях используется набор сортов в сочетании с различными по силе роста подвоями. Выбор сорта в сочетании с сортоподвойными комбинациями определяет схему посадки, особенности формирования кроны, приобретающие с возрастом существенные недостатки, влияющие на использование солнечной энергии и продуктивность яблони [9].

С развитием ландшафтного плодового хозяйства применительно к определенным участкам территории возделывания и к самим деревьям вопросы агротехнологии формирования, обрезки с целью улучшения светового режима крон деревьев и защиты насаждений являются актуальными.

Урожайность насаждений на слаборослых подвоях связана с улучшением работы листового аппарата, освещенностью и экономным расходованием продуктов ассимиляции, в ходе которого 75% приходится на урожай и закладку плодовых почек, 25% — на образование древесины и рост на биологическую массу [10].

Жизненный цикл деревьев, их долговечность зависят от силы роста подвоя. Обрезка плодовых деревьев сдерживает рост и плодоношение, способствует эффективному уходу за насаждениями и получению высокого урожая качественных плодов [11].

Особую значимость приемы обрезки приобретают при ориентации рядов с востока на запад, где южная сторона крон получает избыточную солнечную радиацию, а северная — больше затенена.

С применением технологии обрезки удается формировать крону деревьев, создать размеры по высоте и ширине, что дает возможность поступления солнечной радиации [12]. В зависимости от ее степени происходит изменение силы роста плодовых деревьев — это объясняется наличием обратной взаимосвязи между ростом и плодоношением [13]. Активные ростовые процессы сдерживают питательные элементы, плодоношение и дальнейший рост.

Сады на слаборослых подвоях являются наиболее продуктивными, которые обеспечивают эффективное использование деревом ассимилированных веществ.

Дагестан — один из регионов в Российской Федерации, где сосредоточены около 6% площадей всех садов. Садоводство до перестроечного периода давало свыше 7,3% валовой продукции сельского хозяйства, 16% продукции растениеводства.

*Цель исследований* — оптимизация обрезки интенсивных насаждений яблони, привитых на слаборослых подвоях СК-7, М-9.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводились в юго-восточной зоне предгорной подпровинции Республики Дагестан на стационарном опытно-экспериментальном участке Федерального аграрного научного центра.

Объектом исследований являлся сорт яблони Голден Делишес, привитый на подвоях СК-7 и М-9. Сад интенсивного типа, посадка 2018 года. Схема размещения — 3,5 x 1,5 м.

Основные учеты и наблюдения проводили согласно существующим методикам<sup>1</sup>. Качество, стандартность плодов определяли согласно ГОСТ 34314-2017<sup>2</sup>.

Площадь листьев определяли весовым методом<sup>3</sup>.

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли по Доспехову<sup>4</sup> и с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel (США).

Климат в зоне характеризуется как умеренно континентальный, засушливый, переходящий в субтропический. Среднегодовая температура составляет около 10,8 °С. Сумма активных температур воздуха выше

<sup>1</sup> Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел. 1999; 609.

<sup>2</sup> ГОСТ 34314-2017 Яблоки свежие, реализуемые в розничной торговле. Технические условия.

<sup>3</sup> Девятков А.С. Определение площади листовой поверхности плодоносящего плодового дерева. Садоводство и виноградарство Молдавии. 1986; 10: 50–53.

<sup>4</sup> Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 1985; 356.

10 °C достигает 345 °C. Большая сухость воздуха способствует сильному испарению. В среднем за год выпадает 300–400 мм осадков. Почвенный покров представлен лугово-каштановыми почвами. Мощность горизонта А + В 30–40 см с содержанием гумуса 2,9%. Агрофизические и агрохимические свойства почвы благоприятны для ведения культуры яблони.

При изучении применялись три формы обрезки деревьев: минимальная — удаление вертикальных ветвей с санитарной обрезкой; средняя — удаление отплодоносивших ветвей и вертикальных; максимальная — удаление вертикальных и 1/2 боковых ветвей.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

В процессе исследований были определены биометрические параметры деревьев: окружность штамба, высота деревьев, площадь листьев, количество и средняя длина побега в зависимости от подвоя.

Установлено, что система обрезки деревьев оказывает заметное влияние на ростовые процессы яблони. С повышением степени обрезки увеличивается рост вегетативных органов яблони. На слаборослых карликовых подвоях СК-7 и М-9 окружность штамба у сорта составила при максимальной форме обрезки 19,5–18,6 см (табл. 1).

Средняя длина побегов более рельефно отражает ростовую активность деревьев при различных привойно-подвойных комбинациях в зависимости от конструкции насаждений. Особенно это прослеживается по общему и среднему приросту однолетних побегов. Наименьшая длина прироста отмечена на подвое М-9 при минимальной форме 1020 см, а при максимальной — 2583 см, а на подвое СК-7, соответственно, 1188–2873 см, что в среднем на 16% больше, чем на подвое М-9.

Таблица 1. Основные биометрические параметры деревьев яблони в зависимости от обрезки (среднее за 2020–2022 гг.)  
Table 1. Main biometric parameters of apple trees depending on pruning (average for 2020–2022)

Форма обрезки	Высота дерева, см	Окружность штамба, см	Количество побегов, шт.	Длина побегов, см	
				средняя	общая
Подвой СК-7					
минимальная	240	18,0	54	22,0	1188
средняя	270	19,8	60	36,4	2184
максимальная	310	19,5	65	44,2	2873
НСР <sub>0,5</sub>	4,5	1,8	2,3		
Подвой М-9					
минимальная	280	17,9	50,0	20,4	1020
средняя	286	18,7	53,0	34,0	1823
максимальная	295	18,6	63,0	41,0	2583
НСР <sub>0,5</sub>	3,9	0,5	5,7		

Таблица 2. Основные показатели плодов яблони в зависимости от листовой пластинки деревьев яблони (среднее за 2020–2022 гг.)  
Table 2. The main indicators of apple fruits depending on the leaf blade of apple trees (average for 2020–2022)

Форма обрезки	Количество плодов на одно дерево, шт.	Вес плода, г	Урожайность, с одного дерева, кг	Урожайность, т/га	Площадь листовой поверхности		
					одно дерево, м²	на один лист, см²	на один плод, см²
Подвой СК-7							
минимальная	136,0	97,0	13,2	25,1	2,45	24,87	180,0
средняя	78,0	146,0	11,4	21,6 21,6	3,33	28,99	426,0
максимальная	56,0	189,0	10,5	19,9	4,20	29,46	750,0
НСР <sub>0,5</sub>	2,8	2,4	0,9	1,4			
Подвой М-9							
минимальная	96,0	1119,0	11,4	21,6	1,65	21,6	172,0
средняя	68,0	1139,0	9,5	18,0	2,10	24,8	308,0
максимальная	51,0	1150,0	7,7	14,6	3,16	26,32	619,0
НСР <sub>0,5</sub>	2,2	3,8	0,4	1,2			

Аналогичная тенденция наблюдается у сорта по количеству побегов на кроне деревьев и площади листовой поверхности (табл. 2).

При минимальной системе обрезки дерева больше нагружены плодами, отмечается минимальный рост побегов, недостаточная освещенность в центре кроны дерева и в плодах в малой степени происходит синтез питательных веществ, масса плода становится меньше, чем в кронах деревьев, при средней и максимальной обрезке.

При усилении уровня интенсивности обрезки деревьев сила роста вегетативных органов возрастает, что влечет за собой увеличение совокупности процесса ассимиляции в растениях и увеличение общей площади листовой поверхности.

В данном случае у исследуемого сорта яблони деревьев на подвое СК-7 при максимальной системе обрезки произошло увеличение площади листовой поверхности с 2,45 до 4,20 м<sup>2</sup>, а на подвое М-9 — с 1,65 до 3,16 м<sup>2</sup>. Особенности обрезки деревьев влияют и на размер листа. При переходе от минимальной к максимальной форме обрезки для деревьев яблони на подвое СК-7 этот показатель вырос с 24,87 до 29,46 см<sup>2</sup>, а на подвое М-9 — с 21,6 до 26,32 см<sup>2</sup>. Так как с проведением максимальной обрезки большое количество ветвей удаляется с плодовыми почками, в связи с этим происходит снижение количества соцветий и количества плодов на дереве. Эта особенность проявляется и в увеличении листовой площади на один плод. Чем больше приходится площадь листовой поверхности на один плод, тем выше его качественные показатели.

При минимальной форме обрезки на подвое СК-7 средний вес плода яблони Голден Делишес составлял 97,0 г, а при максимальной — соответственно, 189,0 г. Такая тенденция наблюдалась и на подвое М-9 (119–150 г).

В результате проведенных исследований установлено последовательность снижения урожая как с одного дерева, так и в пересчете с 1 га площади сада в связи с проведением максимальной обрезки. Но при обрезке деревьев при переходе от минимальной формы к средней существенного уменьшения урожая не происходит (табл. 3). Снижение урожая происходит в связи с уменьшением количества плодов на одном дереве, а при максимальной обрезке на дереве остается меньшее количество плодов по сравнению с минимальной.

На подвое СК-7 при минимальной обрезке деревьев среднее количество плодов составило 136 шт., а при сильной — 56,0 шт., то есть в 1,3 раза меньше. При этом вес плода яблони по сравнению с минимальной обрезкой увеличивается в 1,9 раза (97,0–189,0 г). Масса плодов на деревьях, привитых на подвое М-9



с минимальной обрезкой, в среднем была 119 г, а при максимальной — 150 г.

Интенсивность плодоношения можно оценить по показателю «урожай в расчете на 1 м<sup>2</sup> листовой поверхности дерева» (табл. 3).

В расчете на 1 м<sup>2</sup> площади листовой поверхности большей степенью плодоношения выделились деревья на подвое М-9, при минимальной форме обрезки получено 6,2 кг, максимальной — 2,4 кг, а на подвое СК-7 — соответственно, 5,3 кг и 2,5 кг.

Уровень обрезки деревьев влияет и на товарные качества плодов яблони. С увеличением нагрузки на

дерево плодами объем увеличивается, а товарные качества продукции снижаются. При обрезке деревьев по максимальной форме на подвое СК-7 урожайность с одного дерева составляет: высший сорт — 6,0 кг, первый сорт — 3,6 кг, не стандарт — 0,9 кг, при минимальной форме — соответственно, 2,3 кг, 5,7 кг, 5,2 кг.

На подвое М-9 соотношение плодов составило при максимальной форме обрезки высшего сорта 4,3 кг, первого — 2,3 кг, не стандарта — 1,7 кг, а при минимальной — соответственно, 2,0 кг, 5,1 кг, 4,4 кг. Оценка качества, товарности плодов проводилась в зависимости от привлекательного вида, размера и их форм (табл. 3).

В связи с интенсивностью проведения обрезки яблони отмечается заметное снижение урожайности, а товарное качество плодов улучшилось. В расчете на 1 т/га урожайность на подвое СК-7 при минимальной форме обрезки составила 25,1 т, по показателям качества: высший сорт — 4,6 т, первый — 10 т, не стандарт — 9,8 т, а максимальной — 19,6 т/га, 12,0 т/га, 6,7 т/га и 1,0 т/га соответственно (табл. 4).

Урожайность деревьев, привитых на подвое М-9, в отличие от деревьев, привитых на СК-7, составила при минимальной обрезке 21,9 т/га, по качеству — 3,8 т/га, 9,5 т/га, 8,3 т/га, при максимальной — 14,6 т/га, соотношение по качеству — 8,2 т/га, 4,4 т/га и 2,0 т/га соответственно.

Урожайность при минимальной степени обрезки деревьев, привитых на подвое СК-7, выше на 3,5 т, или на 14%, по сравнению с подвоями, привитыми на М-9, а при максимальной — соответственно, на 5,0 т, или на 33%.

## Выводы/Conclusions

При проведении максимальной обрезки и удалению большого количества плодовых почек наблюдается увеличение интенсивности роста вегетативной части дерева, что и влияет на снижение урожая.

С уменьшением нагрузки на деревья оставшиеся на них плоды становятся более крупными, получают питательные вещества от большего количества листьев, что характерно влияет на удельный вес плодов. Площадь листовой поверхности на один плод при этом увеличилась на подвое СК-7 в 4,6 раза, а на подвое М-9 — соответственно, в 3,6. Средний вес плода яблони, привитых на подвое СК-7, увеличился в 1,9 раза, что повлияло на качество яблок, а для деревьев, привитых на М-9, — в 1,3 раза.

Таким образом, с увеличением интенсивности проведения обрезки урожайность деревьев снижается на 29–48%, качество продукции увеличилось на 38–50%.

Таблица 3. Интенсивность плодоношения в зависимости от степени обрезки и типа подвоя (среднее за 2020–2022 гг.)

Table 3. Fruiting intensity depending on the degree of pruning and type of rootstock (average for 2020–2022)

Форма обрезки	В среднем на одно дерево		Произведено урожая			
	вес плодов, кг	площадь листьев, м <sup>2</sup>	на 1 м <sup>2</sup> листовой поверхности, кг	высший сорт, кг	первый сорт, кг	не стандарт, кг
<b>Подвой СК-7</b>						
минимальная	13,2	2,45	5,3	2,3	5,7	5,2
средняя	11,4	3,33	3,4	4,8	5,0	1,6
максимальная	10,5	4,20	2,5	6,0	3,6	0,9
НСР <sub>0,5</sub>	1,4	0,5				
<b>Подвой М-9</b>						
минимальная	11,4	1,85	6,2	2,0	5,0	4,4
средняя	9,50	2,10	4,5	3,2	4,5	1,8
максимальная	7,7	3,16	2,4	4,0	2,0	1,7
НСР <sub>0,5</sub>	1,8	0,4				

Таблица 4. Урожайность и товарное качество яблони в зависимости от степени обрезки в расчете на 1 т/га (среднее за 2020–2022 гг.)

Table 4. Yield and commercial quality of apple trees depending on the degree of pruning per 1 t/ha (average for 2020–2022)

Степень обрезки	Урожайность плодов						
	всего, т/га	по товарным качествам					
		высший сор	1-й сорт	не стандарт			
		т/га	%	т/га	%	т/га	%
<b>Подвой СК-7</b>							
минимальная	25,1	4,6	18,3	10,7	42,6	9,8	39,1
средняя	22,0	8,0	37,0	9,0	39,8	5,0	23,2
максимальная	19,6	12,0	61,0	6,6	34,0	1,0	5,0
НСР <sub>0,5</sub>	1,0	0,6	3,8				
<b>Подвой М-9</b>							
минимальная	21,6	3,8	17,6	9,5	44,0	8,3	38,4
средняя	18,0	6,1	33,9	8,5	47,2	3,4	18,9
максимальная	14,6	8,2	56,2	4,4	30,1	2,0	13,7
НСР <sub>0,5</sub>	1,2	0,8	3,2				

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.  
Автор несет ответственность за плагиат.  
Автор объявил об отсутствии конфликта интересов.

The author is responsible for the work and the submitted data.  
The author is responsible for plagiarism.  
The author declared no conflict of interest.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Куликов И.М., Медведев С.М., Принева Л.А. Реализация научных разработок в садоводстве — важная составляющая развития сельского хозяйства России. *Садоводство и виноградарство*. 2016; (5): 7–14. <https://doi.org/10.18454/VSTISP.2016.5.3441>
- Седов Е.Н. Селекция и новые сорта яблони. Орел: *Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур*. 2011; 622. ISBN 978-5-900705-58-3
- Причко Т.Г., Крицкий Е.И. Оптимизация технологических процессов в целях повышения эффективности садоводства. *Оптимизация технологических параметров структуры агроценозов и регламентов возделывания плодовых культур и винограда*. Краснодар: Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия. 2008; 1: 20–30. <https://elibrary.ru/resslv>

## REFERENCES

- Kulikov I.M., Medvedev S.M., Prineva L.A. Implementation of scientific elaborations in horticulture is an important component of development of agriculture in Russia. *Horticulture and viticulture*. 2016; (5): 7–14 (in Russian). <https://doi.org/10.18454/VSTISP.2016.5.3441>
- Sedov E.N. Breeding and new apple cultivars. Orel: *Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding*. 2011; 622 (in Russian). ISBN 978-5-900705-58-3
- Prichko T.G., Kritsky E.I. Optimization of technological processes in order to increase the efficiency of gardening. *Optimization of technological and economic parameters of the structure of agroecosystems and regulations for the cultivation of fruit crops and grapes*. Krasnodar: North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2008; 1: 20–30 (in Russian). <https://elibrary.ru/resslv>

4. Колесников В.А. (ред.). Плодоводство. М.: Колос. 1979; 415.

5. Проворченко А.В., Варфоломеева Н.И. Рост и плодоношение деревьев черешни на клоновом подвое ВСЛ-2 в зависимости от схемы посадки. *Субтропическое и декоративное садоводство*. 2013; 48: 163–169. <https://elibrary.ru/qyykhx>

6. Борисова А.А., Куликов И.М. Интенсивные сады яблони на семенном подвое. М.: Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства. 2016; 51. ISBN 978-5-9908580-9-1 <https://elibrary.ru/wknfnb>

7. Алибеков Т.Б. и др. Плодоводство Дагестана: современное состояние и перспективы развития. Махачкала: Наука Дагестана. 2013; 632.

8. Шахмирзоев Р.А. Оценка биохимического состава и товарных качеств интродуцированных сортов яблони в условиях Дагестана. *Аграрная наука*. 2023; (8): 131–136. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-373-8-131-136>

9. Муравьев А.А., Халекова Н.И. Влияние периодичности обрезки на ростовые процессы, освещенность кроны и плодоношение у яблони. *Селекция и сортоведение садовых культур*. Орел: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур. 2007; 142–146. <https://elibrary.ru/yhalex>

10. Алферов В.А., Соколов О.А. Влияние интенсивности обрезки на продуктивность и качество плодов яблони. *Научные труды Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства*. 2016; 9: 165–172. <https://elibrary.ru/wazstf>

11. Шахмирзоев Р.А. Продуктивность сортоподвойных комбинаций яблони в условиях Дагестана. *Селекция, семеноводство и генетика*. 2018; (4): 27–31. <https://doi.org/10.24411/2413-4112-2018-10004>

12. Муравьев А.А., Халекова Н.И. Освещенность кроны яблони в связи с обрезкой. *Садоводство и виноградарство*. 2006; (5): 6–7. <https://elibrary.ru/mguicb>

13. Хроменко В.В. Формирование и обрезка деревьев семечковых культур с округлой кроной. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2008; 20: 388–400. <https://www.elibrary.ru/miczit>

4. Kolesnikov V.A. (ed.). Cultivation. Moscow: Kolos. 1979; 415 (in Russian).

5. Provorchenko A.V., Varfolomeeva N.I. Growth and fruit bearing of cherry trees on clonal rootstock depending on planting scheme. *Subtropical and ornamental horticulture*. 2013; 48: 163–169 (in Russian). <https://elibrary.ru/qyykhx>

6. Borisova A.A., Kulikov I.M. Intensive gardens of apple seed rootstock. Moscow: Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery. 2016; 51 (in Russian). ISBN 978-5-9908580-9-1 <https://elibrary.ru/wknfnb>

7. Alibekov T.B. et al. Fruit growing of Dagestan: current state and development prospects. Makhachkala: Nauka Dagestana. 2013; 632 (in Russian).

8. Shakhmirzoev R.A. Evaluation of the biochemical composition and commercial qualities of introduced apple varieties in the conditions of Dagestan. *Agrarian science*. 2023; (8): 131–136 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-373-8-131-136>

9. Muraviev A.A., Halekova N.I. The influence of pruning periodicity on growing process, crown lightening and fruiting in apple trees. *Selection and variety breeding of garden crops*. Orel: Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding. 2007; 142–146 (in Russian). <https://elibrary.ru/yhalex>

10. Alferov V.A., Sokolov O.A. Influence of pruning intensity on productivity and quality of apple fruits. *Nauchnyye trudy Severo-Kavkazskogo zonal'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva i vinogradarstva*. 2016; 9: 165–172 (in Russian). <https://elibrary.ru/wazstf>

11. Shakhmirzoev R.A. Main indicators of the productivity of variety-rootstock apple tree combinations in Dagestan. *Breeding, seed production and genetics*. 2018; (4): 27–31 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/2413-4112-2018-10004>

12. Muraviev A.A., Halekova N.I. Illumination of the crown of an apple tree in connection with pruning. *Horticulture and viticulture*. 2006; (5): 6–7 (in Russian). <https://elibrary.ru/mguicb>

13. Khromenko V.V. Formation and pruning of pome trees with a rounded crown. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2008; 20: 388–400 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/miczit>

#### ОБ АВТОРАХ

**Руслан Абузарович Шахмирзоев**

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, russad66@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-4972-9535>

Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, ул. А. Шахбанова, 30, Махачкала, 367014, Россия

#### ABOUT THE AUTHORS

**Ruslan Abuzarovich Shakhmirzoev**





Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, russad66@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-4972-9535>

Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan, 30 A. Shakhbanova Str., Makhachkala, 367014, Russia







## Достойное вознаграждение за привлеченную рекламу от ИД «Аграрная наука»

**Вы**

-  общительны и активны
-  владеете связями в сфере АПК
-  есть 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

АГРОНОМИЯ



**В.В. Волкова** ✉  
**В.В. Храпач**

Северо-Кавказский федеральный  
научный аграрный центр, Михайловск,  
Ставропольский край, Россия

✉ [lotos026@mail.ru](mailto:lotos026@mail.ru)

Поступила в редакцию: 17.05.2024  
Одобрена после рецензирования: 13.08.2024  
Принята к публикации: 29.08.2024

© Волкова В.В., Храпач В.В.



**Valentina V. Volkova** ✉  
**Vasily V. Khrapach**

North Caucasus Federal Agricultural  
Research Center, Mikhailovsk, Stavropol  
Territory, Russia

✉ [lotos026@mail.ru](mailto:lotos026@mail.ru)

Received by the editorial office: 17.05.2024  
Accepted in revised: 13.08.2024  
Accepted for publication: 29.08.2024

© Volkova V.V., Khrapach V.V.

# Рост и развитие лотоса в искусственных водоемах в условиях Ставропольской возвышенности

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Создание ботанической коллекции семейства лotosовых позволило изучить биологию и адаптивные особенности редкого реликтового вида лotosа орехоносного и его сорта в условиях Ставропольской возвышенности.

**Методы.** Фиксировали основные фазы развития (начало роста, бутонизация, цветение). Статистическая обработка проводилась методом дисперсионного анализа по Г.Н. Зайцеву.

**Результаты.** В 2010 году были приобретены семена *Nelumbo nucifera* из дельты реки Волги и посажены в контейнер объемом 100 л, который находился в закрытом грунте. С 2010 по 2014 год растение вегетировало каждый год со II декады января по ноябрь, в ноябре искусственно прекращалась вегетация. При такой агротехнике у растения отсутствовали фазы цветения и плодоношения. В июне 2014 года были посажены корневища и посеяны семена лotosа в водоем из бутылкаучуковой пленки. В 2017 году наблюдали первое цветение. За период исследования растения не достигли природных показателей, в среднем диаметр листьев меньше на  $18,5 \pm 1,6$  см, цветов — на  $2 \pm 0,1$  см, высота —  $1,0-1,5$  м. Продолжительность цветения —  $57 \pm 4$  дня, что соответствует естественным условиям произрастания лotosов с середины июля до начала сентября. За годы исследования получены 495 семян. Под влиянием абиотических факторов в ботаническом саду лotos орехоносный живет до 8 лет. *Nelumbo nucifera* Betsy интенсивно разрастается, цветение наступило на третий год после посева, диаметр листа  $57 \pm 3$  см, высота над поверхностью воды  $78 \pm 7$  см, продолжительность цветения  $73 \pm 7$  дней, что длиннее, чем у лotosа орехоносного, образуются полноценные семена.

**Ключевые слова:** вид, реликт, лotos орехоносный, сорт, искусственный, водоем, фенология

**Для цитирования:** Волкова В.В., Храпач В.В. Рост и развитие лotosа в искусственных водоемах в условиях Ставропольской возвышенности. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 124–129.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-124-129>

# Lotus growth and development in artificial water bodies in the conditions of the Stavropol Upland

## ABSTRACT

**Relevance.** The creation of a botanical collection of the lotus family made it possible to study the biology and adaptive features of a rare relict species of *Nelumbo nucifera* and its variety in the conditions of the Stavropol Upland.

**Methods.** The main phases of development (the beginning of growth, budding, flowering) were recorded. Statistical processing was carried out by the method of variance analysis according to G.N. Zaitsev.

**Results.** In 2010, *Nelumbo nucifera* seeds were purchased from the Volga River Delta and planted in a 100-liter container, which was located in a closed ground. From 2010 to 2014, the plant vegetated every year from the second decade of January to November, in November, vegetation was artificially stopped. With such agricultural techniques, the plant had no flowering and fruiting phases. In June 2014, rhizomes were planted and lotus seeds were sown in a pond made of butyl rubber film. In 2017, the first flowering was observed. During the study period, the plants did not reach natural indicators, on average, the diameter of the leaves is less by  $18.5 \pm 1.6$  cm, the flowers are  $2 \pm 0.1$  cm, the height is  $1.0-1.5$  m. The duration of flowering is  $57 \pm 4$  days, which corresponds to the natural conditions of lotus growth from mid-July to early September. During the years of research, 495 seeds were obtained. Under the influence of abiotic factors, the nut-bearing lotus lives up to 8 years in the botanical garden. *Nelumbo nucifera* Betsy grows intensively, flowering occurred in the third year after sowing, leaf diameter  $57 \pm 3$  cm, height above the water surface  $78 \pm 7$  cm, flowering duration  $73 \pm 7$  days, which is longer than that of the nut-bearing lotus, full-fledged seeds are formed.

**Key words:** species, relic, *Nelumbo nucifera*, variety, artificial, reservoir, phenology

**For citation:** Volkova V.V., Khrapach V.V. The growth and development of the lotus in artificial reservoirs in the conditions of the Stavropol upland. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 124–129 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-124-129>



## Введение/Introduction

Главнейшие задачи ботанических садов — сохранение биоразнообразия растительного мира для устойчивого развития биосферы и проведение интродуцированных исследований. Создание коллекций позволяет на небольших территориях сосредоточить таксоны различного происхождения, что имеет большой научный интерес и дает возможность изучить их и подобрать лучшие виды с ценными хозяйственными признаками [1].

Прибрежно-водные растения благодаря своим морфологическим, биологическим и экологическим особенностям занимают особое положение в системе растительного мира. Многие прибрежно-водные растения являются высокодекоративными, участвуют в качестве декоративных элементов в садово-парковых композициях, а также кормовыми, лекарственными и пищевыми [2].

К ним можно отнести представителей семейства лотосовых (*Nelumbonaceae* A. Rich.). По данным GBIF, на декабрь 2022 года по результатам генетического анализа<sup>1</sup> семейство представлено одним родом — лотос (*Nelumbo* Adans.), включающим два реликтовых вида — лотос орехоносный (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) и лотос желтый (*N. lutea* Pers.). Они отличаются друг от друга окраской лепестков и географическим распространением.

В настоящее время ареал произрастания *Nelumbo nucifera* проходит от Индии через северный Индокитай и Восточную Азию. На территории России граница проходит до Приамурья на Дальнем Востоке в нижнем течении Амура, на территории Хабаровского края [3]. Другая граница ареала — изолированные места побережья Каспийского и Азовского морей, в дельте реки Волги и в устье реки Куры и на территории Дагестана. Произрастают лотосы в условиях жаркого тропического климата в слабoproточных водоемах, в заболоченных местах, озерах и речках с медленным течением.

Лотосы были широко распространены в третичном периоде. Резкое сокращение ареала распространения произошло в четвертичном периоде [4–6]. Этот редкий реликтовый род занесен в Красную книгу Российской Федерации<sup>2</sup>, Астраханской области<sup>3</sup>, Республики Дагестан<sup>4</sup>, Республики Калмыкия<sup>5</sup>, Краснодарского края<sup>6</sup>. У второго вида — *N. lutea* (лотос желтый) — ареал распространения проходит в Северной и Южной Америке, на Гавайях и Антильских островах.

Лотос — это высокодекоративное, кормовое, лекарственное и пищевое растение. Многолетнее, травянистое, земноводное растение (по классификации Г.Е. Павленко<sup>7</sup>) с мощными стеблями, корневища узловатые, ветвистые, сильно разрастающиеся, стелются по дну водоема. В узлах корневища развиваются черешки листьев и цветоносы. У растений сильно развита разнолистность: подводные и воздушные листья на одном и том же растении сильно различаются как по внешнему виду, так и по внутреннему строению. Подводные — сидячие, чешуевидные, а воздушные — плоские, плавающие, крупные, щитовидные, на высоких прямых черешках. Воздушные листья крупные, сизые от воскового

налета, сверху темно-зеленые, снизу бледные. Высота достигает 1–2 м [7–9].

По литературным данным, морфометрические показатели популяции в Астраханской области показали, что средний диаметр листьев составляет  $44,7 \pm 3,1$  см, минимальный —  $19 \pm 0,2$  см, максимальный —  $54 \pm 2,2$  см. Диаметр цветка —  $23 \pm 1,1$  см<sup>8</sup>.

У *Nelumbo nucifera* лепестки розовые, продолговатые или эллиптические, туповатые, тычиночные нити под пыльниками расширены, у *N. lutea* лепестки имеют все оттенки желтого цвета. Они обладают положительным гелеотропизмом. Семена темно-серые около 1,5 см длиной, приспособленные к периодическому высыханию водоемов, могут долго находиться в воде и без нее, не теряя всхожести [10–12]. В естественных условиях лотос размножается преимущественно вегетативно — с помощью своих корневищ, которые в весенне-летнее время активно растут, ветвятся, образуя тонкие длинные молодые «ветви», называемые столонами<sup>9</sup>.

**Цель исследования** — изучение адаптивных особенностей представителей семейства лотосовых в искусственных водоемах в условиях Ставропольской возвышенности.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

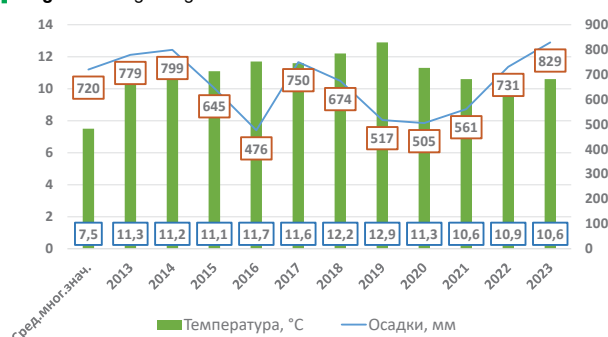
Исследования проводили в Ставропольском ботаническом саду (СБС) с 2010 по 2023 г. Ботанический сад расположен на высоте 630 м над уровнем моря (Ставропольский край, Россия).

Согласно агроклиматическому районированию территории Ставропольского края, по условиям влагообеспеченности он находится в пределах V умеренно влажного района, по теплообеспеченности — недостаточно жаркого подрайона с ГТК 1,1–1,3.

В течение вегетационного периода относительная влажность воздуха колеблется в пределах 54–66%. Сумма активных температур за период вегетации составляет 3000–3200 °С. Зима умеренно мягкая [13, 14]. По данным метеопункта ФГБНУ Ставропольского ботанического сада, климатические условия за годы исследований следующие (рис. 1): среднегодовое количество осадков — от 476 до 829 мм, максимальная температура достигала

**Рис. 1.** Средние многолетние климатические значения за 2013–2023 гг.

**Fig. 1.** Average long-term climatic values for 2013–2023



<sup>1</sup> <https://www.gbif.org/species/2424>

<sup>2</sup> <https://redbookrf.ru/lotos-orehonosnyy-nelumbo-nucifera>

<sup>3</sup> Красная книга Астраханской области. Астрахань: Астраханский государственный университет, издательский дом «Астраханский университет». 2014; 413: илл.

<sup>4</sup> Красная книга Республики Дагестан. Махачкала. 2009; 552.

<sup>5</sup> Красная книга Республики Калмыкия. В 2 т. Т. 2. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения растения и грибы. Элиста: Джангар. 2014; 199: илл.

<sup>6</sup> Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы. 2-е изд. / отв. ред. С.А. Литвинская. Краснодар. 2007; 279 640.

<sup>7</sup> Павленко Г.Е. Флора и растительность водоемов окрестностей г. Хабаровска. Автореф. канд. дисс. Томский университет. 1972.

<sup>8</sup> Пилипенко С.В. Эколого-ботаническая характеристика лотоса каспийского и технология его возделывания в условиях Астраханской области. Автореф. канд. дисс. Астрахань: Астраханский государственный университет. 2012.

<sup>9</sup> <https://real-aroma.ru/Fedotov/lotos.htm>

+36,0 °С, минимальная опускалась до -23,0 °С. Средние годовые температуры выше многолетней нормы.

Изменение климатических условий дает возможность предположить развитие и цветение субтропических растений в открытом грунте.

С 2010 по 2014 г. растения произрастали в контейнере объемом 100 л, который находился в бассейне оранжереи Ставропольского ботанического сада. На ученом совете Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра было принято решение от 04.05.2012 № 3 о строительстве водоема в открытом грунте.

В связи с тем что грунтовые воды на территории сада располагаются на глубине 10 м, были построены искусственные водоемы. Первый (125 м<sup>2</sup>) — в качестве гидроизоляции использовали бутилкаучковую пленку ЭПДМ, второй (30 м<sup>2</sup>) — с гидроизоляционным слоем бетона, покрытого полимерной гидроизоляцией. В качестве субстрата при посадке лотосов использовался чернозем, богатый гумусом (7,57%), обладающий высоким естественным и потенциальным плодородием и водорастворимыми солями ( $\text{HCO}_3^-$  — 0,054%,  $\text{Cl}^-$  — 0,005%,  $\text{SO}_4^{2-}$  — 0,93%,  $\text{Ca}^{2+}$  — 0,018%,  $\text{Mg}^{2+}$  — 0,011%,  $\text{Na}^+$  — 0,007%).

В качестве объекта изучения выступили вид и сорта лотоса орехоносного *Nelumbo nucifera*, *N. nucifera* Betsy. Семена лотоса орехоносного *N. nucifera* были интродуцированы с растений, произрастающих в дельте реки Волги. Семена *N. nucifera* Betsy были переданы из учебного ботанического сада Кубанского государственного университета (г. Краснодар, Россия).

Для лучшего прорастания семенам проводили скарификацию. Оборудование и растения генетической коллекции, использованные в работе, входят в состав УНУ-БК (уникальная научная установка — биологическая коллекция древесных, травянистых, тропических и субтропических растений). Для выявления агрохимического состава почвы (гумуса,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ) проводился почвенный анализ в лаборатории почвоведения и агрохимии на базе ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Первый анализ был сделан перед запуском водоемов в 2014 году, почвенный образец в объеме 1 кг был передан на исследования, второй — в 2023 году, образцы грунта, полученные на разных точках водоема и глубинах грунта (0,1 м и 0,3 м), переданы на исследование.

Фенологические наблюдения проводились по Методике фенологических наблюдений в ботанических садах СССР<sup>10</sup>. Фиксировали основные фазы развития (начало роста, бутонизация, цветение). Начало фазы отмечали, когда 5–10% растений вступили в нее, полную — 50–75%.

Статистическая обработка проводилась методом дисперсионного анализа по Г.Н. Зайцеву<sup>11</sup>. Определяли следующие показатели:  $M$  — средняя арифметическая,  $m$  — ошибка средней арифметической,  $a$  — стандартное отклонение.

Для расчетов и построения таблиц используется пакет компьютерных программ Excel 7.0 для Windows (США).

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

В 2010 году были приобретены семена лотоса орехоносного из дельты реки Волги. Они были посажены в контейнер объемом 100 л, который находился в оранжерее Ставропольского ботанического сада. С 2010 по 2014 г. растение вегетировало каждый год

со II декады января по ноябрь, в ноябре искусственно прекращалась вегетация (контейнер убрали из бассейна в помещение с температурой воздуха 5 °С). При такой агротехнике у растения отсутствовали фазы цветения и плодоношения. Максимальная высота растения над поверхностью воды достигала 98 см.

В 2013 году на территории Ставропольского ботанического сада началось строительство открытого водоема, который в 2014 г. был введен в эксплуатацию. В центральной части водоема был насыпан слой чернозема выщелоченного толщиной 0,5 м. В июне 2014 г. были посажены корневища и посеяны семена *Nelumbo nucifera*. Первые листья на поверхности воды появились через 34 дня, окончание вегетации отмечено со II декады сентября (рис. 2).

В период 2015–2023 гг. начало вегетации отмечается с появления первых надводных листьев — с 15 по 20 мая. Появление воздушных листьев фиксировали через 25–30 дней. Первое цветение после посева наступило в 2017 г. В последующие годы на 42-й день после появления первых воздушных листьев отмечали начало цветения при максимальной температуре воздуха 29 °С, массовое — с 6 августа (максимальная температура воздуха — 36 °С, температура воды — 24 °С), окончание — с 20 по 26 августа. У растений высота листьев над водой достигала  $59,0 \pm 3,2$  см с диаметром  $28,9 \pm 7,5$  см, высота цветоносов над водой —  $67,0 \pm 4,3$  см, диаметр цветов —  $21,0 \pm 2,3$  см. Всего распустились  $11,0 \pm 3$  цветков (рис. 3, 4). Продолжительность цветения —  $57 \pm 4$  дней.

Рис. 2. Лотос орехоносный в год посадки. 2014 г. Фото Н.В. Щегринцев

Fig. 2. The lotus is nut-bearing in the year of planting. 2014. Photo by N.V. Shchegrinets



Рис. 3. Первое цветение лотоса орехоносного. Фото Н.В. Щегринцев

Fig. 3. The first flowering of the nut-bearing lotus. Photo by N.V. Shchegrinets



<sup>10</sup> Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М.: Патент. 1975; 27.

<sup>11</sup> Г.Н. Зайцев. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука. 1990; 296.

**Рис. 4.** Массовое цветение лотоса орехоносного. Фото Н.В. Щегринца

**Fig. 4.** Mass flowering of the nut-bearing lotus. Photo by N.V. Shchegrinets



**Рис. 5.** Плоды-кубышки лотоса орехоносного. Фото Н.В. Щегринца

**Fig. 5.** The fruits are the pods of the nut-bearing lotus. Photo by N.V. Shchegrinets



Как следует из таблицы 1, у лотоса плодов-кубышек образовывалось меньше, чем цветов, причем не во всех плодах-кубышках завязались полноценные семена.

В основном их количество было от 7 до 14 шт., за весь период собрали 495 вызревших семян (рис. 5), рудиментарных (незрелых) — 152 шт.

Наибольшей процент вызревших семян (76,0–86,4%) отмечается при диаметре плодов-коробочек от  $6,1 \pm 0,1$  до  $7,3 \pm 0,2$  см, которые меньше природных показателей ( $13,3 \pm 0,1$  см) на 39%. Наблюдается сильная корреляционная связь ( $r = 0,92$ ) между диаметром плодов-кубышек и количеством зрелых семян. Вегетация завершалась во II декаде сентября.

К 2021 году площадь покрытия водоема лотосом орехоносным составила 70%. В 2023 году произошло резкое сокращение площади покрытия лотосом водной поверхности до 5%.

При запуске водоемов агрохимический состав почвенных образцов был следующий: гумуса — 7,57%; водорастворимых солей:  $\text{HCO}_3^-$  — 0,054%,  $\text{Cl}^-$  — 0,005%,  $\text{SO}_4^{2-}$  — 0,93%,  $\text{Ca}^{2+}$  — 0,018%,  $\text{Mg}^{2+}$  — 0,011%,  $\text{Na}^+$  — 0,007%. При повторном проведении в 2023 году почвенного анализа, который показал уменьшение количество гумуса до 3,54% (на 25,8 мг/кг) (слабогумусирован) и водорастворимых солей:  $\text{HCO}_3^-$  — 0,037%,  $\text{Cl}^-$  — 0,002%,  $\text{SO}_4^{2-}$  — 0,032,  $\text{Ca}^{2+}$  — 0,012,  $\text{Mg}^{2+}$  — 0,008,  $\text{Na}^+$  — 0,001. Такие абиотические факторы, как низкое содержание гумуса, солей, механическое воздействие, ограничение корневой системы, привели к ее гибели.

По данным С.В. Пилипенко, в Астраханской области природные морфометрические показатели популяции лотоса достигают в среднем диаметр листа  $44,7 \pm 3,1$  см, цветка —  $23,0 \pm 1,1$  см, в Крыму, по данным С.В. Халявиной и Ю.К. Каширской<sup>12</sup>, диаметр листьев составляет  $50,0 \pm 0,1$  см, а цветка —  $23,0 \pm 1,1$  см. Как видно, растения, произрастающие в Ставропольском крае, не достигают природных показателей Астраханской области и Крыма, в среднем диаметр листьев меньше на  $18,5 \pm 1,6$  см, цветов — на  $2 \pm 0,1$  см, высота —  $1,0$ – $1,5$  м (табл. 2).

Цветение продолжалось с середины июля до начала сентября и составило  $57 \pm 4$  дня, что соответствует естественным условиям произрастания лотосов. Полученные данные говорят, что лотос орехоносный под влиянием абиотических факторов живет до 8 лет и не достигает природных размеров. На территории Ставропольского края в искусственных водоемах с гидроизоляцией бутилкаучуковой пленки *N. nucifera* неперспективный вид.

В 2018 году введен в эксплуатацию второй водоем. Здесь толщина чернозема выщелоченного составила 0,7 м. В июне посеяны семена *Nelumbo nucifera* Betsy. В первый год в течение лета у растений развивались два вида листьев — подводные и плавающие. В 2019 году зафиксировано увеличение площади покрытия водной поверхности листьями и появление трех воздушных листьев. На третий год после посева семян наблюдали первое цветение (рис. 6).

**Таблица 1.** Семенная продуктивность лотоса орехоносного (2015–2023 гг.)  
**Table 1.** Seed productivity of the *Nelumbo nucifera* (2015–2023)

Год	Диаметр плодов-кубышек, см	Общее количество, шт.			Суммарное количество семян, шт.		% зрелых семян от общего количества
		цветков	плодов-кубышек	семян	зрелых	незрелых	
2015	$4,2 \pm 0,1$	5	3	19	4	15	21,1
2016	$6,3 \pm 0,1$	14	8	100	76	24	76,0
2017	$4,2 \pm 0,2$	11	6	63	42	21	26,5
2018	$6,1 \pm 0,1$	12	9	126	87	39	66,7
2019	$7,2 \pm 0,1$	11	8	98	84	14	69,1
2020	$7,3 \pm 0,2$	14	12	160	132	28	82,5
2021	$6,4 \pm 0,2$	13	7	81	70	11	86,4
2022	$2,1 \pm 0,1$	2	2	0	0	0	0
2023	$2,3 \pm 0,1$	2	2	0	0	0	0
Итого	–	84	57	647	495	152	–

**Таблица 2.** Морфологические показатели растений лотоса орехоносного в зависимости от мест произрастания

**Table 2.** Morphological Indicators of *Nelumbo nucifera* Depending on Their Growth Locations

Район произрастания	Диаметр, см	
	листа	цветка
Ставропольский край	$28,9 \pm 7,5$	$21,0 \pm 2,3$
Астраханская область (С.В. Пилипенко)	$44,7 \pm 3,1$	$23,0 \pm 1,1$
Республика Крым (С.В. Халявина, Ю.К. Каширская)	$50,0 \pm 0,1$	$23,0 \pm 1,1$

<sup>12</sup> Халявина С.В., Каширская Ю.К. Опыт интродукции *Nelumbo nucifera* Gaertn и его сортов в Восточном Крыму. Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2018; 147: 161–162.



**Рис. 6.** Первое цветение *Nelumbo nucifera* Betsy в 2020 году. Фото Н.В. Щегринцев

**Fig. 6.** The first flowering of *Nelumbo nucifera* Betsy in 2020. Photo by N.V. Shchegrinets



**Рис. 9.** Плодоношение *Nelumbo nucifera* Betsy. 2023 г. Фото Н.В. Щегринцев

**Fig. 9.** Fruiting of *Nelumbo nucifera* Betsy. 2023. Photo by N.V. Shchegrinets



**Рис. 10.** Семена *Nelumbo nucifera* Betsy. 2023 г. Фото Н.В. Щегринцев

**Fig. 10.** Seeds of *Nelumbo nucifera* Betsy. 2023. Photo by N.V. Shchegrinets



**Рис. 7.** Цветок *Nelumbo nucifera* Betsy. 2023 г. Фото Н.В. Щегринцев

**Fig. 7.** The flower of *Nelumbo nucifera* Betsy. 2023. Photo by N.V. Shchegrinets



**Рис. 8.** Начало цветения *Nelumbo nucifera* Betsy. 2023 г. Фото Н.В. Щегринцев

**Fig. 8.** The beginning of flowering of *Nelumbo nucifera* Betsy. 2023. Photo by N.V. Shchegrinets



С 2021 года плавающие листья появились с  $20.04 \pm 5$  дней, воздушные листья — с  $15.06 \pm 6$  дней, через  $32 \pm 4$  дня — начало цветения, продолжительность —  $73 \pm 7$  дней (рис. 7–10). Высота листьев над поверхностью воды достигала  $78 \pm 7$  см с диаметром  $57 \pm 3$  см. Растения интенсивно разрастаются, в плодах-кубышках завязываются полноценные семена.

#### Выводы/Conclusion

В условиях Ставропольского ботанического сада под влиянием абиотических факторов лотос орехоносный живет до 8 лет. При использовании гидроизоляции водоемов этот вид неперспективный, так как растения не достигают природных показателей, диаметр листьев —  $18,5 \pm 1,6$  см, цветов —  $2 \pm 0,1$  см, высота —  $1,0–1,5$  м. Продолжительность цветения составила  $57 \pm 4$  дня, что соответствует естественным условиям произрастания лотосов с середины июля до начала сентября. За годы исследования получены 495 семян.

*Nelumbo nucifera* Betsy интенсивно разрастается, цветение наступило на третий год после посева, диаметр листа —  $57 \pm 3$  см, высота над поверхностью воды —  $78 \pm 7$  см, продолжительность цветения —  $73 \pm 7$  дней, что длиннее, чем у *N. Nucifera*, образуются полноценные семена.

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. Лактионов А.П., Пилипенко В.Н., Кособокова С.Р. Распространение лотоса орехоносного (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) как один из возможных показателей антропогенной трансформации флоры. *Астраханский вестник экологического образования*. 2019; (2): 214–224. <https://www.elibrary.ru/pfdriis>
2. Пилипенко С.В. Эколого-ботаническая характеристика лотоса орехоносного (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) как один из возможных показателей антропогенной трансформации флоры. *Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых*. Астрахань: Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013; 176–185. <https://www.elibrary.ru/vjbdwkl>
3. Гордиенко И.М., Лепешкина Л.А., Воронин А.А., Клевцова М.А. Эколого-биологические особенности локальной популяции *Nelumbo komarovii* Grossh. во вторичном лесостепном ареале. *Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Биология. Химия*. 2023; 9(1): 38–52. <https://www.elibrary.ru/gndamh>
4. Лабутина И.А., Балдина Е.А. Мониторинг распространения лотоса в Дельте Волги. *Вестник Московского университета. Серия 5: География*. 2009; (4): 27–33. <https://www.elibrary.ru/kzapgx>

#### REFERENCES

1. Laktionov A.P., Pilipenko V.N., Kosobokova S.R. Distribution of the lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) as one of possible indicators of anthropogenic transformation of flora. *Astrakhan Bulletin of Ecological Education*. 2019; (2): 214–224 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pfdriis>
2. Pilipenko S.V. Ecological and botanical characteristics of the Caspian lotus and the technology of its cultivation in the Astrakhan region. *Theoretical and practical development of science in modern socio-economic conditions. Proceedings of the II International Scientific Conference of Young Scientists*. Astrakhan: Vestnik of the Russian agricultural science. 2013; 176–185 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vjbdwkl>
3. Gordienko I.M., Lepeshkina L.A., Voronin A.A., Klevtsova M.A. Ecological and biological features of the local population of *Nelumbo komarovii* Grossh. in the secondary forest-steppe area. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*. 2023; 9(1): 38–52 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/gndamh>
4. Labutina I.A., Baldina E.A. Monitoring of lotus distribution in the Volga Delta. *Bulletin of the Moscow University. Episode 5: Geography*. 2009; (4): 27–33. (in Russian). <https://www.elibrary.ru/kzapgx>

5. Атаев З.В., Братков В.В. Реакция ландшафтов Северного Кавказа на современные климатические изменения. *Юг России: экология, развитие*. 2014; 9(1): 141–157.  
<https://doi.org/10.18470/1992-1098-2014-1-141-157>
6. Громов В.В. Водная и прибрежно-водная растительность Северного Каспия: аванделта р. Волги, калмыцкое и казахское побережье. *Journal of Siberian Federal University. Biology*. 2010; 3(3): 250–266.  
<https://doi.org/10.17516/1997-1389-0198>
7. Чуйков Ю.С. Лотос орехоносный в дельте Волги: охрана и возможное использование. *Астраханский вестник экологического образования*. 2013; (3): 145–151.  
<https://www.elibrary.ru/nqoavn>
8. Зиновьев А.С., Гуков Г.В. Выращивание лотоса Комарова (*Nelumbo komarovii* Grossh.) в искусственных условиях. *Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология*. 2011; 4(2): 32–37.  
<https://www.elibrary.ru/nxqrwd>
9. Гуков Г.В., Зиновьев А.С. Опыт выращивания и интродукции лотоса в Приморском крае. *Вестник КрасГАУ*. 2010; 4 (43): 52–57.  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15199363>
10. Куприянова Н.Б. Краснодарский лотос: успешность интродукции и акклиматизации. *Ресурсы региона: культурно-историческое развитие в контексте науки и образования*. Славянск-на-Кубани: Кубанский государственный университет. 2016; 248–250.  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29085050>
11. Савиных Н.П., Коновалова И.А., Шаклеина М.Н., Лелекова Е.В. Структурная организация *Nelumbo nucifera* (*Nelumbonaceae*) на северной границе ареала. *Биология внутренних вод*. 2020; 3: 253–259.  
<https://doi.org/10.31857/S032096522003016X>
12. Рубцова Т.А., Прокопьева К.В. Опыт и проблемы интродукции лотоса Комарова (*Nelumbo komarovii* Grossh.) в озерах среднего Приамурья. *Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология*. 2011; 1: 74–76.  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16530252>
13. Литвинова Н.В. Методы изучения и оценки состояния зарослей *Nelumbo nucifera* Gaertn. в Астраханском государственном заповеднике. 100 лет охраны: уроки заповедания. *Сборник статей по итогам работы Всероссийской научной конференции, посвященной 100-летию юбилею Воронежского заповедника*. Воронеж. 2023; 315–323.  
<https://www.elibrary.ru/kckxhb>
14. The Angiosperm Phylogeny Group *et al.* An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2016; 181(1): 1–20.  
<https://doi.org/10.1111/boj.12385>
5. Atayev Z.V., Bratkov V.V. Reaction of landscapes of the North Caucasus on the current climatic changes. *South of Russia: ecology, development*. 2014; 9(1): 141–157 (in Russian).  
<https://doi.org/10.18470/1992-1098-2014-1-141-157>
6. Gromov V.V. Higher-Plant Aquatic and Coastal Vegetation of the Northern Caspian: Volga Foredelta, Kalmyk and Kazakh Coast. *Journal of Siberian Federal University. Biology*. 2010; 3(3): 250–266 (in Russian).  
<https://doi.org/10.17516/1997-1389-0198>
7. Chuiikov Yu.S. The nut-bearing lotus in the Volga Delta: protection and possible use. *Astrakhan Bulletin of Environmental Education*. 2013; (3): 145–151 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/nqoavn>
8. Zinoviev A.S., Gukov G.V. Cultivation of Komarov lotus (*Nelumbo komarovii* Grossh.) in artificial conditions. *Proceedings of Irkutsk State University. Series: Biology. Ecology*. 2011; 4(2): 32–37. (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/nxqrwd>
9. Gukov G.V., Zinoviev A.S. The experience of growing and introducing lotus in the Primorsky Territory. *Bulletin of KrasGAU*. 2010; 4 (43): 52–57 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15199363>
10. Kupriyanova N.B. Krasnodar lotus: success of introduction and acclimatization. *Resources of the region: cultural and historical development in the context of science and education*. Slavyansk-on-Kuban: Kuban State University. 2016; 248–250 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29085050>
11. Savinykh N.P., Kononova I.A., Shakleina M.N., Lelekova E.V. Structural organization *Nelumbo nucifera* (*Nelumbonaceae*) on the northern border of the range. *Inland water biology*. 2020; 3: 253–259 (in Russian).  
<https://doi.org/10.31857/S032096522003016X>
12. Rubtsova T.A., Prokopyeva K.V. The experience and problems of the introduction of Komarov lotus (*Nelumbo komarovii* Grossh.) in the lakes of the Middle Amur region. *Bulletin of the VSU. Series: Geography. Geoecology*. 2011; 1: 74–76.  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16530252>
13. Litvinova N.V. Methods of studying and assessing the condition of *Nelumbo nucifera* Gaertn thickets. In the Astrakhan State Nature Reserve. 100 years of protection: lessons of the commandment. *A collection of articles based on the results of the All-Russian Scientific conference dedicated to the 100th anniversary of the Voronezh Nature Reserve*. Voronezh. 2023; 315–323 (in Russian).  
<https://www.elibrary.ru/kckxhb>
14. The Angiosperm Phylogeny Group *et al.* An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2016; 181(1): 1–20.  
<https://doi.org/10.1111/boj.12385>

## ОБ АВТОРАХ

### Валентина Валентиновна Волкова

старший научный сотрудник  
lotos026@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-7958-2941>

### Василий Васильевич Храпач

кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, старший научный сотрудник  
v.khrapach@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0819-0227>

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр,  
ул. им. Никонова, 49, Михайловск, Шпаковский р-н,  
Ставропольский край, 356241, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

### Valentina Valentinovna Volkova

Senior Researcher  
lotos026@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-7958-2941>

### Vasily Vasilyevich Khrapach

Candidate of Agricultural Sciences, Deputy Director for Scientific Work, Senior Researcher  
v.khrapach@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0819-0227>

North Caucasus Federal Agricultural Research Center,  
49 Nikonov Str. Mikhailovsk, Shpakovsky district, Stavropol Territory,  
356241, Russia

А.В. Блинов<sup>1</sup>

А.А. Гвозденко<sup>1</sup> ✉

А.А. Блинова<sup>1</sup>

З.А. Рехман<sup>1</sup>

А.А. Нагдалян<sup>1</sup>

П.С. Леонтьев<sup>1</sup>

А.С. Аскерова<sup>1</sup>

М.Б. Ребезов<sup>2, 3</sup>

<sup>1</sup>Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия

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

<sup>3</sup>Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ gvozdenko.1999a@gmail.com

Поступила в редакцию: 11.06.2024

Одобрена после рецензирования: 11.07.2024

Принята к публикации: 26.08.2024

© Блинов А.В., Гвозденко А.А., Блинова А.А., Рехман З.А., Нагдалян А.А., Леонтьев П.С., Аскерова А.С., Ребезов М.Б.

Research article

 creative commons  
Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-130-135

Andrey V. Blinov<sup>1</sup>

Alexey A. Gvozdenko<sup>1</sup> ✉

Anastasia A. Blinova<sup>1</sup>

Zafar A. Rekhman<sup>1</sup>

Andrey A. Nagdalyan<sup>1</sup>

Pavel S. Leontiev<sup>1</sup>

Alina S. Askerova<sup>1</sup>

Maksim B. Rebezov<sup>2, 3</sup>

<sup>1</sup>North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

<sup>2</sup>Gorbatov Research Center for Food Systems, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

✉ gvozdenko.1999a@gmail.com

Received by the editorial office: 11.06.2024

Accepted in revised: 11.07.2024

Accepted for publication: 26.08.2024

© Blinov A.V., Gvozdenko A.A., Blinova A.A., Rekhman Z.A., Nagdalyan A.A., Leontiev P.S., Askerova A.S., Rebezov M.B.

# Наночастицы селена, стабилизированные хитозаном, для обогащения молочной продукции

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Одним из решений проблемы дефицита селена является обогащение биодоступными формами селена социально значимых продуктов питания, в частности молочных продуктов. К подобным формам можно отнести наночастицы селена.

**Цель работы** — разработка молочного продукта, обогащенного наночастицами селена, стабилизированными хитозаном.

**Методы.** По данным спектроскопии динамического рассеяния света, образец наночастиц селена, стабилизированный хитозаном, имеет мономодальное распределение по размерам со средним гидродинамическим радиусом частиц 25 нм.

**Результаты.** Квантово-химическое моделирование наночастиц селена, стабилизированных хитозаном, позволило установить, что наиболее энергетически выгодным является взаимодействие поверхности наночастиц селена с гидроксильной группой, присоединенной к C<sub>3</sub> остатка глюкозамина хитозана. Проводили исследование влияния технологических параметров на стабильность наночастиц селена, стабилизированных хитозаном. Установлено, что повышение времени экспозиции приводит к увеличению среднего гидродинамического радиуса наночастиц селена, стабилизированных хитозаном. В случае pH наблюдается обратная зависимость: частицы с наибольшим средним гидродинамическим радиусом находятся в образцах, имеющих кислую среду (pH < 5). В рамках исследования влияния технологических параметров на стабильность наночастиц селена, стабилизированных хитозаном, установлено, что наночастицы селена, стабилизированные хитозаном, можно использовать в качестве источника селена для продуктов питания, которые имеют нейтральный pH, однако могут подвергаться тепловой обработке при температуре выше 70 °C в течение 5–15 минут, в частности пастеризованное молоко. Исследование пастеризованного молока, обогащенного наночастицами селена, стабилизированными хитозаном, показало, что значительных изменений титруемой кислотности, поверхностного натяжения и pH молока, среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина после обогащения молока не наблюдается. Значение антиоксидантной активности увеличивает на 0,88% — с 6,50 до 7,38%.

**Ключевые слова:** эссенциальный микроэлемент, селен, молоко, обогащение, наночастицы

**Для цитирования:** Блинов А.В. и др. Наночастицы селена, стабилизированные хитозаном, для обогащения молочной продукции. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 130–135.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-130-135>

# Selenium nanoparticles stabilized with chitosan for fortifying dairy products

## ABSTRACT

**Relevance.** One solution to the problem of selenium deficiency is the enrichment of socially important food products, in particular dairy products, with bioavailable forms of selenium. Such forms include selenium nanoparticles.

**The aim of the work** is to develop a dairy product enriched with selenium nanoparticles stabilized with chitosan.

**Methods.** According to dynamic light scattering spectroscopy, a sample of selenium nanoparticles stabilized with chitosan has a monomodal size distribution with an average hydrodynamic particle radius of 25 nm.

**Results.** Quantum chemical modeling of selenium nanoparticles stabilized by chitosan has revealed that the most energetically favorable interaction is the interaction of the surface of selenium nanoparticles with the hydroxo group attached to the C<sub>3</sub> glucosamine residue of chitosan. A study was conducted of the influence of technological parameters on the stability of selenium nanoparticles stabilized with chitosan. It was found that increasing the exposure time leads to an increase in the average hydrodynamic radius of selenium nanoparticles stabilized by chitosan. In the case of pH, an inverse relationship is observed: particles with the largest average hydrodynamic radius are found in samples with an acidic environment (pH < 5). As part of a study of the influence of technological parameters on the stability of selenium nanoparticles stabilized by chitosan, it was found that selenium nanoparticles stabilized by chitosan can be used as a source of selenium for food products that have a neutral pH, but can be subjected to heat treatment at temperatures above 70 °C in for 5–15 minutes, in particular pasteurized milk. A study of pasteurized milk fortified with selenium nanoparticles stabilized by chitosan showed that there were no significant changes in titratable acidity, surface tension and pH of milk, as well as the average hydrodynamic radius of casein micelles after milk fortification. The value of antioxidant activity increases by 0.88% — from 6.50 to 7.38%.

**Key words:** Essential microelement, selenium, milk, enrichment, nanoparticles

**For citation:** Blinov A.V., et al. Selenium nanoparticles stabilized by chitosan for the fortification of dairy products. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 130–135 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-130-135>



## Введение/Introduction

Селен является жизненно важным для человека микроэлементом, необходимым для работы иммунной, антиоксидантной, эндокринной, нервной, репродуктивной систем [1–3].

Норма потребления селена составляет 70 мкг для взрослого мужчины и 55 мкг для взрослой женщины [4]. Дефицит селена в организме человека часто ассоциируется со снижением когнитивных способностей и иммунитета.

В работе [5] авторы сообщают о взаимосвязи между дефицитом селена и возникновением заболеваний нервной системы. Доказано, что достаточное ежедневное потребление селена приводит к уменьшению риска развития ряда заболеваний, в частности сердечно-сосудистых [6–8].

Известно, что не только дефицит, но и избыточное поступление селена несет опасность для здоровья. Авторы работ [9–11] сообщают, что избыточный прием селена может приводить к развитию у лабораторных животных сахарного диабета второго типа.

Однако стоит отметить, что на территории Российской Федерации наблюдается низкое содержание селена в почве, что снижает вероятность возникновения избытка селена в организме человека [12].

Одним из решений проблемы дефицита селена является обогащение биодоступными формами селена социально-значимых продуктов питания, в частности молочных продуктов [13–16]. К подобным формам можно отнести наночастицы селена [17]. Обогащение пищевых продуктов является одной из мер в области нутрициологии, которая играет важную роль в улучшении состояния питания населения [18–22].

Таким образом, целью данной работы является разработка молочного продукта, обогащенного наночастицами селена, стабилизированными хитозаном.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Синтез проводили с использованием следующих реактивов: селенистая кислота, хитозан (ч., АО «Ленреактив», С.-Петербург, Россия), аскорбиновая кислота (ч.д.а., ЛенРеактив, С.-Петербург).

Для синтеза наночастиц селена, стабилизированных хитозаном, растворяли навески селенистой кислоты и хитозана в 10 мл дистиллированной воды. В другом химическом стакане растворяли навеску аскорбиновой кислоты в 5 мл дистиллированной воды. Затем полученные раствор аскорбиновой кислоты добавляли в раствор селенистой кислоты и хитозана при постоянном перемешивании 500 об/мин.

Исследование среднего гидродинамического радиуса наночастиц селена, стабилизированных хитозаном, проводили методом динамического рассеяния света (DLS) на приборе Photocor-Complex (ООО «Антекс-97», Россия). Компьютерную обработку полученных результатов осуществляли с использованием программного обеспечения DynaLS<sup>1</sup>.

Компьютерное квантово-химическое моделирование наночастиц селена, стабилизированных хитозаном,

проводили в программе QChem<sup>2</sup> с использованием молекулярного редактора IQmol<sup>3</sup>. Расчет осуществлялся на оборудовании центра обработки данных (Schneider Electric, Франция) ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». Расчеты проводили со следующими параметрами: расчет: Energy, метод: HF, базис: 6-31G, convergence – 5, силовое поле – Chemical.

Для исследования стабильности наночастиц селена, при различных значениях технологических параметров проводили многофакторный эксперимент, который включал в себя 3 входных параметра и 3 уровня варьирования.

В качестве входных параметров рассматривали:

- активную кислотность среды (pH),
- время перемешивания ( $\tau$ , мин),
- температуру раствора ( $t$ , °C).

В качестве выходного параметра рассматривали средний гидродинамический радиус частиц.

Матрица многофакторного эксперимента представлена в таблице 1.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием программы Statistica 12.0<sup>4</sup> (США) и пакета прикладных программ Statistica Neural Networks<sup>5</sup> (США).

Обогащение молока с жирностью 3,2 % (АО «МКС», Ставрополь, Россия) наночастицами селена, стабилизированными хитозаном, проводили из расчета 30 % от суточной нормы потребления селена (21 мкг).

Активную кислотность среды определяли на pH-метре-(ионмере) «Эксперт-001» (ООО «Эконикс-Эксперт», Россия).

Титруемую кислотность молока определяли титриметрическим методом согласно ГОСТ 3624<sup>6</sup>.

Поверхностное натяжение определяли столбиметрическим методом<sup>7</sup>.

Анализ антиоксидантной активности проводили по методике, описанной в работе [23]. Для этого готовили раствор 2,2-азинобис-(3-этилбензотиазолин-6-сульфоновой кислоты) (АБТС) с концентрацией 7 мМ. Отбирали 5 мл раствора АБТС и добавляли 1 мл 14,7 мМ персульфата калия. Полученную смесь перед использованием выдерживали в темноте при комнатной температуре в течение 24 ч. Для проведения анализа раствор АБТС разбавляли дистиллированной водой до оптической плотности 0,70 ( $\pm 0,02$ ) при 734 нм. Затем смешивали 1 мл анализируемой пробы и 1 мл сульфосалициловой кислоты,

Таблица 1. Матрица многофакторного эксперимента

Table 1. Matrix of a multivariate experiment

№ образца	pH	$t$ , °C	$\tau$ , мин.
1	3	25	5
2	3	60	15
3	3	95	25
4	7	25	15
5	7	60	25
6	7	95	5
7	11	25	25
8	11	60	5
9	11	95	15

<sup>1</sup> [https://bio.pnpi.nrcki.ru/wp-content/uploads/2020/01/Photocor-Compact-Z\\_Manual.pdf](https://bio.pnpi.nrcki.ru/wp-content/uploads/2020/01/Photocor-Compact-Z_Manual.pdf)

<sup>2</sup> Q-Chem is a comprehensive ab initio quantum chemistry software for accurate predictions of molecular structures, reactivities, and vibrational, electronic and NMR spectra. Режим доступа: URL: <https://www.q-chem.com>

<sup>3</sup> Gilbert A. Introduction to IQmol / A. Gilbert. Режим доступа: URL: <http://iqmol.org/downloads/IQmolUserGuide.pdf>

<sup>4</sup> <https://statistica.software.informer.com/12.0/>

<sup>5</sup> <https://docs.tibco.com/pub/stat/14.0.0/doc/html/UsersGuide/GUID-F60C241F-CD88-4714-A8C8-1F28473C52EE.html>

<sup>6</sup> ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности.

<sup>7</sup> Шелудко А. Колоидная химия. София: Наука и искусство. 1983.

центрифугировали при 13000 об/мин в течение 5 минут, отбирали аликвоту 0,02 мл пробы и добавляли 1,98 мл раствора АБТС. Поглощение при 734 нм измеряли через 3 мин после смешивания на оптическом спектрофотометре СФ-56. В качестве стандарта использовали раствор тролокса в концентрации 1 мМ, с которым проводили аналогичную пробоподготовку.

Синтез и исследование образцов наночастиц селена, стабилизированных хитозаном, проводили на базе кафедры физики и технологии наноструктур и материалов физико-технического факультета ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» в марте 2024 года.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

На первом этапе определяли средний гидродинамический радиус частиц селена, стабилизированных хитозаном.

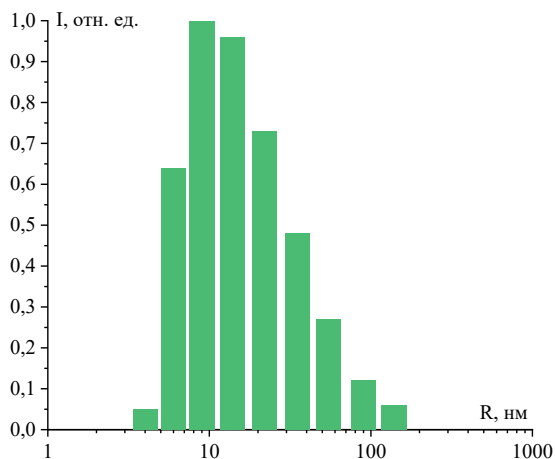
Полученная гистограмма распределения гидродинамического радиуса частиц в образце наночастиц селена, стабилизированного хитозаном, представлена на рисунке 1.

Анализ полученной гистограммы показал, что образец наночастиц селена, стабилизированного хитозаном, имеет мономодальное распределение по размерам. Средний гидродинамический радиус частиц составил 25 нм.

На следующем этапе исследований проводили квантово-химическое моделирование взаимодействия поверхности наночастиц селена с хитозаном. Взаимодействие стабилизатора с наночастицами рассматривали через аминогруппу и гидроксильные группы хитозана.

**Рис. 1.** Гистограмма распределения гидродинамического радиуса частиц в образце наночастиц селена, стабилизированного хитозаном

**Fig. 1.** Histogram of the distribution of the hydrodynamic radius of particles in a sample of selenium nanoparticles stabilized with chitosan



**Таблица 3. Результаты исследования влияния технологических параметров на стабильность наночастиц селена**

**Table 3. Results of a study of the influence of technological parameters on the stability of selenium nanoparticles**

№ образца	R, нм
1	123,8
2	163,3
3	22 000
4	641,9
5	162,1
6	76,95
7	770,9
8	662,0
9	315,2

Полученные данные представлены в таблице 2.

Анализ результатов моделирования показал, что наиболее энергетически выгодным является взаимодействие поверхности наночастиц селена с гидроксильными группами, присоединенной к C<sub>3</sub> остатка глюкозамина хитозана (рисунок 2).

На следующем этапе проводили исследование влияния технологических параметров на стабильность наночастиц селена. В качестве технологических параметров рассматривали pH, температуру и время экспозиции. В качестве выходных параметров рассматривали средний гидродинамический радиус частиц селена (R).

Полученные данные представлены в таблице 3.

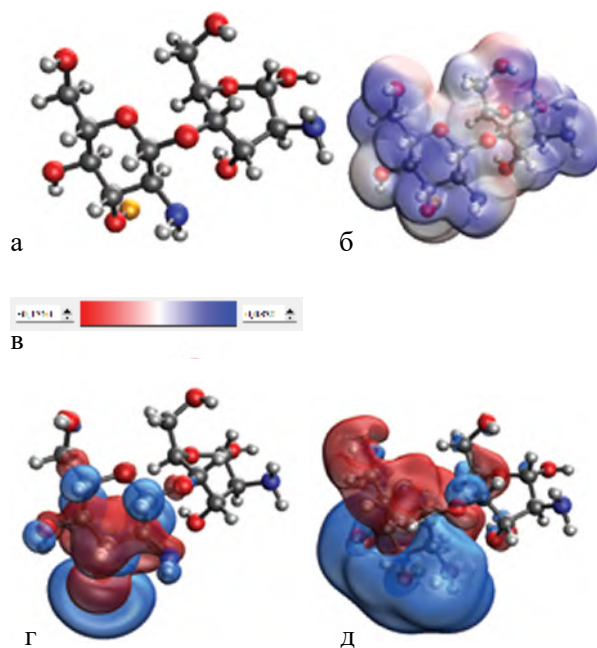
Далее проводилась статистическая обработка данных. Полученные зависимости представлены на рисунке 3.

**Таблица 2. Результаты квантово-химического моделирования**  
**Table 2. Results of quantum chemical modeling**

Тип взаимодействия	E, ккал/моль	ΔE, ккал/моль	E <sub>НОМО</sub> , эВ	E <sub>ЛУМО</sub> , эВ	η, эВ
Молекула хитозана	-1258,08	–	-0,219	0,028	0,124
Через гидроксильную группу, присоединенную к C <sub>6</sub> остатка глюкозамина хитозана	-3657,68	2399,60	-0,128	0,030	0,079
Через гидроксильную группу, присоединенную к C <sub>3</sub> остатка глюкозамина хитозана	-3657,70	2399,62	-0,163	0,016	0,090
Через аминогруппу, присоединенную к C <sub>2</sub> остатка глюкозамина хитозана	-3657,59	2399,51	-0,116	0,008	0,062

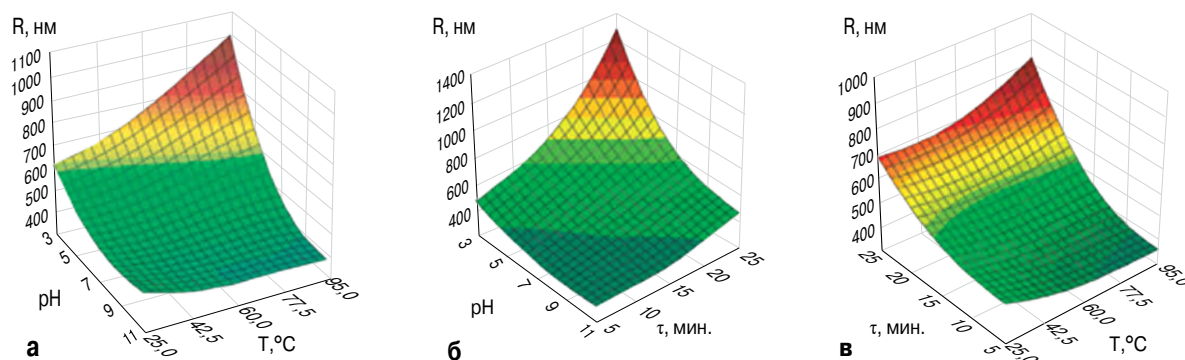
**Рис. 2.** Результаты моделирования взаимодействия молекулы хитозана и селена через гидроксильную группу, присоединенную к C<sub>3</sub> остатка глюкозамина: а — модель молекулярного комплекса; б — распределение электронной плотности; в — градиент распределения электронной плотности; г — высшая заселенная молекулярная орбиталь (НОМО); д — низшая свободная молекулярная орбиталь (ЛУМО)

**Fig. 2.** Results of modeling the interaction of a chitosan molecule and selenium through a hydroxyl group attached to the C3 residue of glucosamine: a — model of a molecular complex; b — electron density distribution; c — gradient of electron density distribution; d — highest occupied molecular orbital (HOMO); e — lowest unoccupied molecular orbital (LUMO)



**Рис. 3.** Поверхности отклика зависимостей среднего гидродинамического радиуса наночастиц селена от технологических параметров: а — pH и температура; б — pH и время экспозиции; в — температура и время экспозиции

**Fig. 3.** Response surfaces of the dependences of the average hydrodynamic radius of selenium nanoparticles on technological parameters: а — pH and temperature; б — pH and exposure time; с — temperature and exposure time



Анализ полученных данных показал, что технологические параметры оказывают значимое влияние на средний гидродинамический радиус наночастиц селена. Повышение времени экспозиции приводит к увеличению среднего гидродинамического радиуса наночастиц селена, стабилизированных хитозаном.

В случае pH, наблюдается обратная зависимость: частицы с наибольшим средним гидродинамическим радиусом находятся в образцах, имеющих кислую среду ( $\text{pH} < 5$ ). Зависимость среднего гидродинамического радиуса наночастиц селена, стабилизированных хитозаном, от температуры среды имеет нелинейный вид, наименьший радиус наблюдается при температуре от 70 до 90 °C.

Таким образом, наночастицы селена, стабилизированные хитозаном, можно использовать в качестве источника селена для продуктов питания, которые имеют нейтральный pH, однако могут подвергаться тепловой обработке при температуре свыше 70 °C в течение 5 – 15 минут.

На следующем этапе проводили обогащение пастеризованного молока наночастицами селена, стабилизированными хитозаном.

У образцов исследовали титруемую кислотность, pH, поверхностное натяжение, антиоксидантную активность и средний гидродинамический радиус ( $R$ ).

В качестве контроля рассматривали необогащенное молоко. Полученные данные представлены в таблице 4.

Установлено, что полученные значения титруемой кислотности образцов молока находятся в допустимом диапазоне согласно ГОСТ 32922<sup>8</sup>.

**Таблица 4. Результаты исследования пастеризованного молока, обогащенного наночастицами селена**

**Table 4. Results of a study of pasteurized milk enriched with selenium nanoparticles**

Образец	Титруемая кислотность, °Т	Поверхностное натяжение, Н/м	pH	Антиоксидантная активность, %	$R$ , нм
Контроль	20	0,052	6,53	6,50	32
Обогащенное молоко	18	0,057	6,73	7,38	28

<sup>8</sup> ГОСТ 32922-2014 Молоко коровье пастеризованное — сырье. Технические условия.

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.

Установлено, что после обогащения значительных изменений титруемой кислотности, поверхностного натяжения и pH молока, а также среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина в образцах молока не наблюдается. Значение антиоксидантной активности увеличивается на 0,88 % с 6,50 до 7,38 %.

Таким образом, наночастицы селена можно использовать для обогащения пастеризованного молока.

### Выводы/Conclusions

В рамках данной работы разработан молочный продукт, обогащенный наночастицами селена, стабилизированными хитозаном.

Установлено, что образец наночастиц селена, стабилизированный хитозаном, имеет мономодальное распределение по размерам со средним гидродинамическим радиусом частиц 25 нм.

Квантово-химическое моделирование наночастиц селена, стабилизированный хитозаном, позволило установить, что наиболее энергетически выгодным является взаимодействие поверхности наночастиц селена с гидроксогруппой, присоединенной к  $\text{C}_3$  остатка глюкозамина хитозана.

В рамках исследования влияния технологических параметров на стабильность наночастиц селена, стабилизированный хитозаном, установлено, что наночастицы селена, стабилизированные хитозаном, можно использовать в качестве источника селена для продуктов питания, которые имеют нейтральный pH, однако могут подвергаться тепловой обработке при температуре свыше 70 °C в течение 5 – 15 минут, в частности пастеризованное молоко.

Исследование пастеризованного молока, обогащенного наночастицами селена, стабилизированными хитозаном, показало, что значительных изменений титруемой кислотности, поверхностного натяжения и pH молока, а также среднего гидродинамического радиуса мицелл казеина после обогащения молока не наблюдается. Значение антиоксидантной активности увеличивает на 0,88 % с 6,50 до 7,38 %.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

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

The authors declare no conflict of interest.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00120. <https://rscf.ru/project/23-16-00120/>

### FUNDING

The study was supported by the grant of the Science Foundation No. 23-16-00120. <https://rscf.ru/project/23-16-00120/>



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Varlamova E.G., Turovsky E.A., Blinova E.V. Therapeutic Potential and Main Methods of Obtaining Selenium Nanoparticles. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021; 22(19): 10808. <https://doi.org/10.3390/ijms221910808>
- Au A., Mojadadi A., Shao J.-Y., Ahmad G., Witting P.K. Physiological Benefits of Novel Selenium Delivery via Nanoparticles. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023; 24(7): 6068. <https://doi.org/10.3390/ijms24076068>
- Воробьев В.И., Воробьев Д.В., Щербакоев Е.Н. Влияние Se, Co и J на продуктивность симментальских коров в биогеохимических условиях региона Нижней Волги. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2013; (2): 93–94. <https://www.elibrary.ru/qaqtwl>
- Zhang J., Saad R., Taylor E.W., Rayman M.P. Selenium and selenoproteins in viral infection with potential relevance to COVID-19. *Redox Biology*. 2020; 37: 101715. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101715>
- Некрасов В.И., Скальный А.В., Дубовой Р.М. Роль микроэлементов в повышении функциональных резервов организма человека. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2006; (1): 111–113. <https://www.elibrary.ru/kwznlx>
- Kuria A. *et al.* Does dietary intake of selenium protect against cancer? A systematic review and meta-analysis of population-based prospective studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2020; 60(4): 684–694. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1548427>
- Kuria A. *et al.* Selenium status in the body and cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2021; 61(21): 3616–3625. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1803200>
- Hu W., Zhao C., Hu H., Yin S. Food Sources of Selenium and Its Relationship with Chronic Diseases. *Nutrients*. 2021; 13(5): 1739. <https://doi.org/10.3390/nu13051739>
- Zhou J., Huang K., Lei X.G. Selenium and diabetes — Evidence from animal studies. *Free Radical Biology and Medicine*. 2013; 65: 1548–1556. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2013.07.012>
- Huang Y.-C., Combs G.F., Wu T.-L., Zeng H., Cheng W.-H. Selenium status and type 2 diabetes risk. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 2022; 730: 109400. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2022.109400>
- Steinbrenner H., Duntas L.H., Rayman M.P. The role of selenium in type 2 diabetes mellitus and its metabolic comorbidities. *Redox Biology*. 2022; 50: 102236. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2022.102236>
- Воробьев В.И., Воробьев Д.В., Полковниченко А.П., Щербакоев Е.Н., Захаркина Н.И. Содержание микроэлементов (Co, Ni, Cu, Se, Mo и Mn) в почвах, растениях и кормах рационов сельскохозяйственных в Астраханской области. *Естественные науки*. 2010; (1): 7–12. <https://www.elibrary.ru/muznld>
- Egorova E.A., Gmushinsky I.V., Zorin S.I., Mazo V.K. Изучение биодоступности различных пищевых форм микроэлемента селена в эксперименте. *Вопросы питания*. 2006; 75(3): 45–49. <https://www.elibrary.ru/htowvl>
- Garza-Garcia J.J.O. *et al.* The Role of Selenium Nanoparticles in Agriculture and Food Technology. *Biological Trace Element Research*. 2022; 200(5): 2528–2548. <https://doi.org/10.1007/s12011-021-02847-3>
- Chen N. *et al.* Selenium nanoparticles: Enhanced nutrition and beyond. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023; 63(33): 12360–12371. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2101093>
- Храмцов А.Г. и др. Обогащение молочных продуктов биологически активными формами селена. *Молочная промышленность*. 2023; (6): 49–51. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2023-6-13>
- Bisht N., Phalswal P., Khanna P.K. Selenium nanoparticles: a review on synthesis and biomedical applications. *Materials Advances*. 2022; 3(3): 1415–1431. <https://doi.org/10.1039/D1MA00639H>
- Das J.K. *et al.* Food fortification with multiple micronutrients: impact on health outcomes in general population. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2019; (12): CD011400. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011400.pub2>
- Блинов А.В., Рехман З.А., Гвозденко А.А., Голик А.Б., Нагдалян А.А., Ребезов М.Б. Молочный продукт, обогащенный тройным марганецсодержащим комплексом. *Аграрная наука*. 2024; (5): 117–123. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-117-123>
- Блинов А.В., Рехман З.А., Голик А.Б., Гвозденко А.А., Нагдалян А.А., Ребезов М.Б. Инновационная форма эссенциального микроэлемента меди для обогащения молочной продукции. *Аграрная наука*. 2024; (4): 153–159. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-381-4-153-159>
- Наумова Н.Л., Ребезов М.Б. Микроэлементный статус челябинцев как обоснование развития производства обогащенных продуктов питания. *Фундаментальные исследования*. 2012; (4–1): 196–200. <https://elibrary.ru/pazfxv>
- Abilmazhinov Y., Rebezov M., Fedoseeva N., Nikolaeva N., Sepiashvili E. Enhancing Nutritional Value and Safety in Horse Meat Cutlets with Pumpkin Additives. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2023; 1242(1): 012023. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1242/1/012023>
- Piskov S. *et al.* Effects of Various Drying Methods on Some Physico-Chemical Properties and the Antioxidant Profile and ACE Inhibition Activity of Oyster Mushrooms (*Pleurotus Ostreatus*). *Foods*. 2020; 9(2): 160. <https://doi.org/10.3390/foods9020160>

## REFERENCES

- Varlamova E.G., Turovsky E.A., Blinova E.V. Therapeutic Potential and Main Methods of Obtaining Selenium Nanoparticles. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021; 22(19): 10808. <https://doi.org/10.3390/ijms221910808>
- Au A., Mojadadi A., Shao J.-Y., Ahmad G., Witting P.K. Physiological Benefits of Novel Selenium Delivery via Nanoparticles. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023; 24(7): 6068. <https://doi.org/10.3390/ijms24076068>
- Vorobyov V.I., Vorobyov D.V., Shcherbakova Ye.N. Effect of Se, Co, and J on simmental cows performance under biogeochemical conditions of Nizhe Povolzhya. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2013; (2): 93–94 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/qaqtwl>
- Zhang J., Saad R., Taylor E.W., Rayman M.P. Selenium and selenoproteins in viral infection with potential relevance to COVID-19. *Redox Biology*. 2020; 37: 101715. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101715>
- Nekrasov V.I., Skalny A.V., Dubovoy R.M. The role of microelements in increasing the functional reserves of the human body. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2006; (1): 111–113 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/kwznlx>
- Kuria A. *et al.* Does dietary intake of selenium protect against cancer? A systematic review and meta-analysis of population-based prospective studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2020; 60(4): 684–694. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1548427>
- Kuria A. *et al.* Selenium status in the body and cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2021; 61(21): 3616–3625. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1803200>
- Hu W., Zhao C., Hu H., Yin S. Food Sources of Selenium and Its Relationship with Chronic Diseases. *Nutrients*. 2021; 13(5): 1739. <https://doi.org/10.3390/nu13051739>
- Zhou J., Huang K., Lei X.G. Selenium and diabetes — Evidence from animal studies. *Free Radical Biology and Medicine*. 2013; 65: 1548–1556. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2013.07.012>
- Huang Y.-C., Combs G.F., Wu T.-L., Zeng H., Cheng W.-H. Selenium status and type 2 diabetes risk. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 2022; 730: 109400. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2022.109400>
- Steinbrenner H., Duntas L.H., Rayman M.P. The role of selenium in type 2 diabetes mellitus and its metabolic comorbidities. *Redox Biology*. 2022; 50: 102236. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2022.102236>
- Vorobyov V.I., Vorobyov D.V., Polkovnichenko A.P., Shcherbakova E.N., Zakharkina N.I. The maintenance of microcells (Co, Ni, Cu, Se, Mo and Mn) in soils, plants and forages of diets of agricultural animals in the Astrakhan region. *Natural Sciences*. 2010; (1): 7–12 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/muznld>
- Egorova E.A., Gmushinsky I.V., Zorin S.I., Mazo V.K. Studies of bioavailability of different food sources of selenium in experiment. *Problems of nutrition*. 2006; 75(3): 45–49 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/htowvl>
- Garza-Garcia J.J.O. *et al.* The Role of Selenium Nanoparticles in Agriculture and Food Technology. *Biological Trace Element Research*. 2022; 200(5): 2528–2548. <https://doi.org/10.1007/s12011-021-02847-3>
- Chen N. *et al.* Selenium nanoparticles: Enhanced nutrition and beyond. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023; 63(33): 12360–12371. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2101093>
- Khramtsov A.G. *et al.* Dairy products fortified with biologically active selenium. *Dairy industry*. 2023; (6): 49–51 (in Russian). <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2023-6-13>
- Bisht N., Phalswal P., Khanna P.K. Selenium nanoparticles: a review on synthesis and biomedical applications. *Materials Advances*. 2022; 3(3): 1415–1431. <https://doi.org/10.1039/D1MA00639H>
- Das J.K. *et al.* Food fortification with multiple micronutrients: impact on health outcomes in general population. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2019; (12): CD011400. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011400.pub2>
- Blinov A.V., Rekhman Z.A., Gvozdenko A.A., Golik A.B., Nagdalyan A.A., Rebezov M.B. Dairy product enriched with triple manganese complex. *Agrarian science*. 2024; (5): 117–123 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-117-123>
- Blinov A.V., Rekhman Z.A., Golik A.B., Gvozdenko A.A., Nagdalyan A.A., Rebezov M.B. An innovative form of the essential trace element copper for fortification of dairy products. *Agrarian science*. 2024; (4): 153–159 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-381-4-153-159>
- Naumova N.L., Rebezov M.B. Microelement status of the population of Chelyabinsk as basis of production fortified foods. *Fundamental research*. 2012; (4–1): 196–200 (in Russian). <https://elibrary.ru/pazfxv>
- Abilmazhinov Y., Rebezov M., Fedoseeva N., Nikolaeva N., Sepiashvili E. Enhancing Nutritional Value and Safety in Horse Meat Cutlets with Pumpkin Additives. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2023; 1242(1): 012023. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1242/1/012023>
- Piskov S. *et al.* Effects of Various Drying Methods on Some Physico-Chemical Properties and the Antioxidant Profile and ACE Inhibition Activity of Oyster Mushrooms (*Pleurotus Ostreatus*). *Foods*. 2020; 9(2): 160. <https://doi.org/10.3390/foods9020160>

## ОБ АВТОРАХ

**Андрей Владимирович Блинов<sup>1</sup>**

кандидат технических наук, доцент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов  
blinov.a@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4701-8633>

**Алексей Алексеевич Гвозденко<sup>1</sup>**

ассистент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов  
gvozdenko.1999a@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-7763-5520>

**Анастасия Александровна Блинова<sup>1</sup>**

кандидат технических наук, доцент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов  
nastya\_bogdanova\_88@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-9321-550X>

**Зафар Абдулович Рехман<sup>1</sup>**

ассистент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов  
zafrehman1027@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-2809-4945>

**Андрей Ашотович Нагдalian<sup>1</sup>**

кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории пищевой и промышленной биотехнологии  
geniando@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-6782-2821>

**Павел Сергеевич Леонтьев<sup>1</sup>**

студент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов  
arb.acc@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6532-5816>

**Алина Салмановна Аскерова<sup>1</sup>**

студент кафедры физики и технологии наноструктур и материалов  
vikalinka04@mail.ru  
<https://orcid.org/0009-0002-9852-3055>

**Максим Борисович Ребезов<sup>2, 3</sup>**

доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник<sup>2</sup>; доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов<sup>3</sup>  
rebezov@ya.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

<sup>1</sup>Северо-Кавказский федеральный университет, ул. им. Пушкина, 1, Ставрополь, 355002, Россия

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

<sup>3</sup>Уральский государственный аграрный университет, ул. им. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Andrey Vladimirovich Blinov<sup>1</sup>**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials  
blinov.a@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4701-8633>

**Alexey Alekseevich Gvozdenko<sup>1</sup>**

Assistant at the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials  
gvozdenko.1999a@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-7763-5520>

**Anastasia Alexandrovna Blinova<sup>1</sup>**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials  
nastya\_bogdanova\_88@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-9321-550X>

**Zafar Abdulovich Rehman<sup>1</sup>**

Assistant at the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials  
zafrehman1027@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-2809-4945>

**Andrey Ashotovich Nagdalian<sup>1</sup>**

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher at the Research Laboratory of Food and Industrial Biotechnology  
geniando@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-6782-2821>

**Pavel Sergeevich Leontiev<sup>1</sup>**

Student at the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials  
arb.acc@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6532-5816>

**Alina Salmanovna Askerova<sup>1</sup>**

Student at the Department of Physics and Technology of Nanostructures and Materials  
vikalinka04@mail.ru  
<https://orcid.org/0009-0002-9852-3055>

**Maksim Borisovich Rebezov<sup>2, 3</sup>**

Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher<sup>2</sup>; Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products<sup>3</sup>  
rebezov@ya.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

<sup>1</sup>North Caucasus Federal University, 1 Pushkin Str., Stavropol, 355002, Russia

<sup>2</sup>Gorbatov Research Center for Food Systems, 26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

<sup>3</sup>Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia



**Подпишитесь на Telegram канал  
ИД «Аграрная наука»**



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



**Оформите подписку на информационные  
e-mail рассылки**



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

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

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

УДК 631.11:338.43.01

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-136-145

Т.В. Папаскири<sup>1</sup>  
С.В. Митрофанов<sup>1, 2</sup> ✉  
И.Ю. Богданчиков<sup>1, 3</sup>  
Е.П. Ананичева<sup>1</sup>  
А.А. Шевчук<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Государственный университет  
по землеустройству, Москва, Россия<sup>2</sup>Высшая школа экономики, Москва, Россия<sup>3</sup>Рязанский государственный  
агротехнологический университет  
им. П.А. Костычева, Россия

✉ f-mitrofanoff2015@yandex.ru

Поступила в редакцию: 28.05.2024  
Одобрена после рецензирования: 11.08.2024  
Принята к публикации: 26.08.2024

© Папаскири Т.В., Митрофанов С.В.,  
Богданчиков И.Ю., Ананичева Е.П., Шевчук А.А.

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-136-145

Timur V. Papaskiri<sup>1</sup>  
Sergey V. Mitrofanov<sup>1, 2</sup> ✉  
Ilya Yu. Bogdanchikov<sup>1, 3</sup>  
Ekaterina P. Ananicheva<sup>1</sup>  
Artem A. Shevchuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>State University of Land Use Planning,  
Moscow, Russia<sup>2</sup>Higher School of Economics, Moscow, Russia<sup>3</sup>Ryazan State Agrotechnological University  
named after P.A. Kostychev, Russia

✉ f-mitrofanoff2015@yandex.ru

Received by the editorial office: 28.05.2024  
Accepted in revised: 11.08.2024  
Accepted for publication: 26.08.2024

© Papaskiri T.V., Mitrofanov S.V., Bogdanchikov I.Yu.,  
Ananicheva E.P., Shevchuk A.A.

## Анализ структуры посевных площадей России в рамках концепции устойчивого земледелия

### РЕЗЮМЕ

*Цель научной работы* — комплексный анализ влияния изменений в структуре посевных площадей и системе землепользования на обеспечение устойчивости земледелия России. Полученные результаты демонстрируют, что, несмотря на реализацию ряда законодательных инициатив, направленных на повышение эффективности и экологической ориентированности земледелия, в Российской Федерации сохраняется комплекс нерешенных проблем, препятствующих переходу к модели устойчивого сельскохозяйственного производства. Неэффективное использование земельных ресурсов — проблема, с которой сталкиваются многие аграрные регионы в России. Нерациональное структурирование земли, несбалансированное размещение сельскохозяйственных угодий, низкая эффективность использования современных технологий и ресурсов приводят к утрате потенциала земельных угодий. Это оказывает негативное воздействие на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции.

Можно отметить недостаточное внимание к экологическим аспектам землеустройства: сохранению биоразнообразия, поддержанию природных экосистем, минимизации экологического следа сельскохозяйственной деятельности и применению методов, которые способствуют регенерации почвы. Системное улучшение механизмов управления земельными ресурсами в России с учетом концепции устойчивого земледелия требует разработки и внедрения политики, нацеленной на стимулирование устойчивых методов земледелия, поддержку инновационных практик и технологий, обучение и консультирование сельскохозяйственных производителей в области устойчивого земледелия. Это позволит значительно повысить эффективность использования земельных ресурсов и содействовать устойчивому развитию сельского хозяйства в России.

**Ключевые слова:** устойчивое земледелие, структура посевных площадей, биоразнообразие, агроэкосистема, землеустройство

**Для цитирования:** Папаскири Т.В., Митрофанов С.В., Богданчиков И.Ю., Ананичева Е.П., Шевчук А.А. Анализ структуры посевных площадей России в рамках концепции устойчивого земледелия. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 136–145.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-136-145>

## Analysis of the structure of Russian acreage within the framework of the concept of sustainable agriculture

### ABSTRACT

*The purpose of scientific work* is a comprehensive analysis of the impact of changes in the structure of acreage and the land use system on ensuring the sustainability of the agricultural industry in Russia. The results obtained demonstrate that, despite the implementation of a number of legislative initiatives aimed at improving the efficiency and environmental orientation of agriculture, a number of unresolved problems remain in the Russian Federation that hinder the transition to a model of sustainable agricultural production. Inefficient use of land resources is a problem faced by many agricultural regions in Russia. Irrational structuring of land, unbalanced distribution of agricultural land, low efficiency of use of modern technologies and resources lead to the loss of land potential. This has a negative impact on the yield and quality of agricultural products. There may be insufficient attention to the environmental aspects of land management: conserving biodiversity, maintaining natural ecosystems, minimizing the ecological footprint of agricultural activities and applying methods that promote soil regeneration. The comprehensive improvement of land management mechanisms in the Russian Federation, taking into account the concept of sustainable agriculture, involves the development and implementation of policies aimed at stimulating sustainable agricultural practices, supporting innovative methods and technologies, as well as training and advising agricultural producers on sustainable agriculture. This approach will significantly improve land use efficiency and ensure the sustainable development of Russia's agricultural sector.

**Key words:** sustainable agriculture, structure of acreage, biodiversity, agroecosystem, land management

**For citation:** Papaskiri T.V., Mitrofanov S.V., Bogdanchikov I.Yu., Ananicheva E.P., Shevchuk A.A. Analysis of the structure of Russian acreage within the framework of the concept of sustainable agriculture. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 136–145 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-136-145>



## Введение/Introduction

Устойчивое земледелие является одной из составных частей Концепции устойчивого развития (далее — Концепция УР) — системы взглядов на возможности удовлетворения текущих потребностей человека при сохранении окружающей среды [1–3].

Концепция УР на международной арене сформировалась во второй половине XX века, когда стало очевидным, что проблемы окружающей среды и социальной сферы препятствуют поступательному экономическому прогрессу. Взаимосвязанные вопросы неравенства, бедности, истощения ресурсов, изменения климата продолжали обостряться, оказывая не только негативное влияние на природную среду и социум, но и в долгосрочной перспективе сдерживая экономическое развитие.

Наличие этих фундаментальных проблем с очевидностью указывало на необходимость пересмотра традиционной парадигмы экономического роста и внедрения концепции УР, призванной гармонизировать экономические, социальные и экологические аспекты жизнедеятельности человечества. Осознание взаимозависимости данных сфер и необходимости их сбалансированного развития стало ключевым вызовом, поставленным перед международным сообществом во второй половине прошлого столетия [4, 5].

Как отмечает С.В. Маслова: «Концепция УР является одной из доминирующих в XXI веке и по своей значимости не уступает международным трендам на глобализацию, цифровую трансформацию, построение сетевого общества» [6].

Концепция устойчивого развития основывается на трех взаимозависимых и взаимодополняющих элементах: экологическом, социальном и экономическом. Данные компоненты являются неотъемлемыми и равнозначными составляющими этой концепции. Экологический компонент предполагает рассмотрение вопросов, связанных с состоянием окружающей среды, использованием природных, водных и энергетических ресурсов, загрязнением воздуха. Данный аспект направлен на обеспечение экологической устойчивости, сохранение и рациональное использование природного капитала в интересах нынешнего и будущих поколений. Социальный компонент охватывает проблематику качества жизни людей, их благополучия и социальной справедливости. Он предполагает решение вопросов, связанных с преодолением бедности, неравенства, обеспечением доступа к образованию, здравоохранению и другим базовым услугам, развитием человеческого потенциала. Экономический компонент сфокусирован на обеспечении устойчивости экономического развития, рациональном использовании финансовых и производственных ресурсов, внедрении зеленых технологий, развитии экологически чистых отраслей экономики. Данное направление призвано гармонизировать экономический рост с принципами экологической и социальной ответственности [1–3].

Организация Объединенных Наций декларирует 17 целей устойчивого развития (ЦУР). G. Koehler считает, что ЦУР — это новая, прогрессивная, эгалитарная и основанная на правах человека повестка дня в области развития, которая будет охватывать эффективный подход к искоренению нищеты, предоставлению общественных благ и услуг, повышению производительности и сосредоточению внимания на занятости [7].

H.L. Moore констатирует, что ЦУР направлены на предоставление глобальных общественных благ, для

достижения которых потребуются новые формы политических коалиций и сотрудничества, которые могут обеспечить социальную, экономическую и экологическую ценность для сообществ по всему миру [8]. Большинство целей устойчивого развития имеют отношение к состоянию и использованию земель в сельском хозяйстве, но наиболее тесно с ним связаны три: ликвидация голода, борьба с изменением климата, сохранение экосистем суши.

Несмотря на значительные усилия, направленные на реализацию целей устойчивого развития ООН, отмечаются серьезные проблемы с их достижением в установленные сроки. Основными сдерживающими факторами выступают последствия пандемии COVID-19, рост цен на продовольствие, негативные эффекты изменения климата, участвовавшие экстремальные погодные явления, нестабильная геополитическая обстановка и вооруженные конфликты.

Пандемия COVID-19 оказала существенное деструктивное влияние на социально-экономическую ситуацию во многих странах, усугубив и без того непростые условия для реализации ЦУР, в особенности ликвидации голода. Кризис нарушил функционирование производственно-сбытовых цепочек, ухудшил финансовое положение домохозяйств и бизнеса, спровоцировал рост безработицы, что в совокупности привело к повышению продовольственной уязвимости населения.

В дополнение к последствиям пандемии резкое обострение геополитической напряженности спровоцировало масштабные нарушения в международной торговле сельскохозяйственной продукцией и сырьевыми товарами. Внезапное сокращение экспорта ключевых продовольственных и сырьевых ресурсов привело к стремительному росту цен на продовольствие, особенно ощутимому для стран, зависимых от импорта.

Кроме того, нарастающее влияние климатических изменений, характеризующихся участвовавшими экстремальными погодными явлениями, оказывает негативное воздействие на сельскохозяйственное производство, подрывая продовольственную безопасность. Данные факторы в своей совокупности создают серьезные препятствия для достижения цели 2 (ликвидация голода) в установленные повесткой дня на период до 2030 года сроки.

Воздействие климатических изменений на сельское хозяйство имеет далеко идущие последствия, усугубляя проблемы продовольственной безопасности во многих регионах мира. Повышение средних температур, изменение моделей осадков, участвовавшие экстремальные погодные явления, такие как засуха и наводнение, оказывают серьезное влияние на сельскохозяйственное производство.

В регионах, где сельское хозяйство уже находится под угрозой, эти климатические изменения приводят к снижению урожайности, деградации почв и ухудшению качества экосистемных услуг, крайне важных для аграрного сектора. Засушливые регионы Африки, Центральной и Южной Америки особенно уязвимы к этим климатическим воздействиям. Учащение засухи и наводнений в этих районах усугубляет проблему отсутствия продовольственной безопасности, приводя к недоеданию и неполноценному питанию населения. Кроме того, повышенная активность вредителей и распространение болезней растений наносят дополнительный ущерб сельскохозяйственным культурам.

Для смягчения последствий изменения климата в аграрном секторе необходим комплексный,

междисциплинарный подход, включающий в себя разработку и внедрение более устойчивых к климатическим воздействиям сельскохозяйственных практик. Крайне важно укреплять адаптационные возможности фермеров, особенно в наиболее уязвимых регионах, посредством улучшения доступа к информации, финансовым ресурсам и передовым технологиям.

Лишь путем объединения усилий на глобальном, региональном и местном уровнях можно будет эффективно противостоять угрозе, которую изменение климата представляет для продовольственной безопасности и устойчивого сельского хозяйства во всем мире.

Сохранение экосистем суши в хорошем состоянии и с большим видовым разнообразием обеспечивает доступ человека к качественным материальным благам: лекарственному и техническому сырью, пищевым ресурсам. Однако деятельность человека оказывает разрушительное воздействие на экосистемы суши по всему миру.

Многочисленные научные исследования свидетельствуют о том, что в ближайшие десятилетия под угрозой исчезновения могут оказаться около 40 тыс. видов растений и животных. Ежегодно безвозвратно уничтожается площадь лесов, сопоставимая с территорией Исландии, — более 10 млн га. При этом более половины ключевых районов, отличающихся исключительным биоразнообразием, до сих пор не взяты под охрану.

Эта тревожная тенденция стремительного разрушения природных экосистем требует незамедлительных и масштабных действий. Многие страны предпринимают попытки применять принципы устойчивого управления природными ресурсами. Они выделяют и активно защищают наиболее ценные в экологическом плане территории, внедряют новое природоохранное законодательство и реализуют комплекс соответствующих мер.

Однако предпринимаемых усилий пока недостаточно для коренного перелома ситуации. Решение этой глобальной проблемы требует скоординированных и согласованных действий — как на национальном, так и на международном уровне. Необходимо разработать и внедрить целостную стратегию защиты окружающей среды, предусматривающую не только создание новых охраняемых природных объектов, но и радикальное изменение подходов к хозяйственному освоению земель. Только комплексный подход, включающий жесткое регулирование природопользования и широкое внедрение экологически ответственных практик, способен обеспечить сохранение уникальных природных экосистем для будущих поколений [9].

Среди нормативно-правовых актов Российской Федерации в области устойчивого развития следует выделить Распоряжение Правительства РФ от 14.07.2021 № 1912-р «Об утверждении целей и основных направлений устойчивого (в том числе зеленого) развития Российской Федерации»<sup>1</sup> (далее — РП РФ 1912-р), Постановление Правительства РФ от 21.09.2021 № 1587 «Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации

инструментов финансирования устойчивого развития Российской Федерации»<sup>2</sup> (далее — ПП РФ 1587).

РП РФ 1912-р определяет всего четыре цели устойчивого развития, и все они имеют прямое отношение к сельскому хозяйству: сохранение, охрана или улучшение состояния окружающей среды; снижение выбросов и сбросов загрязняющих веществ и (или) предотвращение их влияния на окружающую среду; сокращение выбросов парниковых газов; энергосбережение и повышение эффективности использования ресурсов.

Существуют два вида проектов устойчивого развития — зеленые проекты и адаптационные проекты. Их ключевое отличие в том, что адаптационный проект должен отвечать только одному или нескольким из следующих требований:

- соответствует одной из четырех целей устойчивого развития;
- быть направленным на достижение целей Парижского соглашения<sup>3</sup>, принятого 12 декабря 2015 года 21-й сессией Конференции сторон Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, либо одной или несколькими целям, указанным в декларации «Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года»;
- способствовать достижению экологического эффекта;
- соответствовать технологическим показателям наилучших доступных технологий;
- отсутствию значимых побочных эффектов на окружающую среду [3].

Вопросы устойчивого развития нашли отражение в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 28.02.2024<sup>4</sup> № 145, в рамках которой к большим вызовам для общества, государства и науки в том числе отнесены: возрастание антропогенных нагрузок на окружающую среду до масштабов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов, и связанный с их неэффективным использованием рост рисков для жизни и здоровья граждан, изменение климата и влияние последствий его изменения на различные отрасли экономики, население и окружающую среду; потребность в обеспечении продовольственной безопасности и продовольственной независимости России, конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции на мировых рынках продовольствия, снижение технологических рисков в агропромышленном комплексе на фоне глобального продовольственного кризиса.

В связи с этим приоритеты Стратегии: переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству; разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных; хранение и эффективная переработка сельскохозяйственной продукции; создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания.

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства РФ от 14.07.2021 № 1912-р (ред. от 30.12.2023) «Об утверждении целей и основных направлений устойчивого (в том числе зеленого) развития Российской Федерации». Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_390943/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_390943/) (дата обращения: 10.01.2024).

<sup>2</sup> Постановление Правительства РФ от 21 сентября 2021 года № 1587 «Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации инструментов финансирования устойчивого развития в Российской Федерации». Режим доступа: <https://base.garant.ru/402839344/> (дата обращения: 14.10.2023).

<sup>3</sup> Парижское соглашение. Режим доступа: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement> (дата обращения: 03.10.2023).

<sup>4</sup> Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202402280003> (дата обращения: 01.03.2024).

На достижение определенных целей устойчивого развития, в особенности на ликвидацию голода, направлено Постановление Правительства Российской Федерации от 14.05.2021 № 731 «Об утверждении государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации»<sup>5</sup> (далее — Государственная программа).

Стратегические цели данной Государственной программы — повышение продовольственной безопасности и обеспечение устойчивого развития АПК на основе вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения, восстановления и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации на современном научно-техническом уровне при активном использовании аграрно-производственного, социально-экономического и экологического потенциала регионов.

Государственной программой предусмотрена реализация пяти подпрограмм:

1. Создание условий для эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения.
2. Комплексная мелиорация земель сельскохозяйственного назначения.
3. Повышение водообеспеченности мелиорированных земель, инновационное развитие мелиоративного комплекса и его эффективное организационное и экономическое управление.
4. Обеспечение условий эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации.
5. Обеспечение реализации Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации.

*Цель научной работы* — комплексный анализ влияния изменений в структуре посевных площадей и системе землепользования на обеспечение устойчивости земледелия России.

### Материалы и методы исследования / Materials and methods

Информационной базой исследований являются база данных FAOSTAT Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединённых Наций (ФАО)<sup>6</sup>, данные Росстата, Минсельхоза России.

Поиск литературных источников данных проводился в научных электронных библиотеках и поисковых системах, включая eLIBRARY.RU, Science Direct, Scopus и портал ResearchGate, за период 1960–2023 гг.

Методы исследований включают: монографический метод; статистический анализ (сбор, систематизация и обработка статистических данных по структуре посевных площадей; расчет относительных и абсолютных показателей структуры посевных площадей; анализ динамики изменения структуры посевных площадей за исследуемый период); сравнительный анализ; экономико-математическое моделирование.

<sup>5</sup> Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 года № 731 «О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации». Режим доступа: <https://base.garant.ru/400773886/> (дата обращения: 21.10.2023).

<sup>6</sup> FAOSTAT. Режим доступа: <https://www.fao.org/faostat/en/?dat> (дата обращения: 20.08.2023).

<sup>7</sup> О производстве и использовании валового внутреннего продукта (ВВП). Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/55\\_07-04-2023.html/](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/55_07-04-2023.html/) (дата обращения: 17.04.2023).

<sup>8</sup> Рисунок составлен авторами на основе данных Росстата.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

В России АПК является крупной отраслью экономики. Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыболовство в 2022 г. составили 4,3% от ВВП РФ<sup>7</sup>.

В соответствии с данными Росстата объем сельскохозяйственного производства в России в 2011–2023 гг. увеличился на 132,2% (CAGR — 8,14%) и составил в 2023 г. 8,34 трлн руб. (рис. 1).

Ведущей отраслью является растениеводство, на которое в 2023 г. приходилось 54,0% объема сельхозпроизводства, на животноводство — 46,0%.

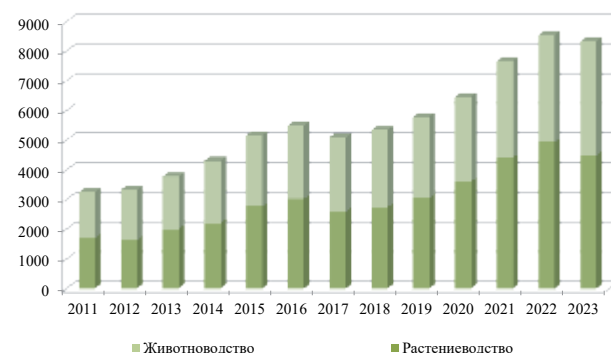
Структура сельхозпроизводства по типам хозяйств в исследуемый период претерпевала изменения (рис. 2).

Отмечается рост производства сельскохозяйственными организациями и крестьянскими (фермерскими) хозяйствами при сокращении доли производства хозяйствами населения. По состоянию на 2023 г. сельскохозяйственные организации составляли 60,0%, хозяйства населения — 25,1%, крестьянские (фермерские) хозяйства — 14,9%.

Данный факт связан с укрупнением хозяйств, ростом числа агрохолдингов. Подавляющая часть субсидий Министерства сельского хозяйства РФ приходится на агрохолдинги. Крестьянские (фермерские) хозяйства

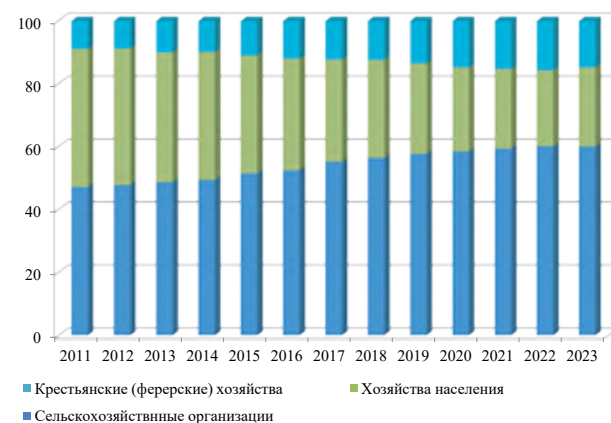
**Рис. 1.** Продукция сельского хозяйства РФ (в фактически действовавших ценах), млрд руб.<sup>8</sup>

**Fig. 1.** Agricultural products of the Russian Federation (in actual prices), billion rubles



**Рис 2.** Структура продукции сельского хозяйства РФ по категориям хозяйств (в фактически действовавших ценах; в процентах к итогу)<sup>8</sup>

**Fig. 2.** Structure of agricultural products of the Russian Federation by categories of farms (in actual prices; as a percentage of the total)





редко получают банковские кредиты в связи со сложностью оформления документов на получение льготных кредитов, длительностью процедуры, требованиями ряда банков по положительной динамике выручки и доходов.

Исходя из данных FAOSTAT, на долю сельскохозяйственных угодий приходится 215 494,0 тыс. га — 12,6% суши страны (табл. 1). Однако это не согласуется с данными сельскохозяйственных переписей (2006 г. и 2016 г.) и сельскохозяйственной микропереписи 2021 г. (рис. 3).

По данным микропереписи<sup>10</sup>, общая площадь сельскохозяйственных угодий сократилась в 2006–2021 гг. на 53 746,4 тыс. га (40,6%), фактически используемой площади — на 26 654,4 тыс. га (27,2%).

Основная часть сельхозугодий занята однолетними культурами. Ключевыми культурами являются зерновые и зернобобовые культуры (табл. 2).

По данным Росстата по состоянию на 2023 г., эти культуры занимали 58,8% посевной площади, технические культуры — 23,2%, кормовые культуры (вместе с многолетними травами) — 16,0%, картофель и овощи-бахчевые культуры — 2,0%.

Картофель и овощи-бахчевые культуры преобладают в структуре производства хозяйств населения (более 50%), тогда как в структуре сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств они составляют 0,5–1,1%.

Россия является нетто-экспортером продукции АПК. Объемы производства сельскохозяйственной продукции позволяют обеспечить как внутренний рынок, так и наращивать поставки на международные рынки.

Получаемые в последние годы урожаи и объемы животноводческой продукции позволили обеспечить большую часть внутренних потребностей страны в продовольствии, внести существенный вклад в обеспечение продовольственной независимости страны и

Рис. 3. Площадь сельскохозяйственных угодий РФ<sup>9</sup>, тыс. га

Fig. 3. The area of agricultural lands of the Russian Federation, thousand hectares



импортозамещения. Россия достигла значений продовольственной безопасности практически по всем ключевым направлениям: зерну, растительному маслу, сахару, мясу и мясopодуктам, рыбе и рыбопродуктам.

По оценке Минсельхоза России, в 2022 г. уровень самообеспечения (продовольственной независимости) РФ составил по: зерну — 185,4%, что практически в 2 раза выше порогового значения Доктрины продовольственной безопасности (не менее 95%); сахару — 103,2%, что на 13 п. п. выше порогового значения Доктрины продовольственной безопасности (не менее 90%); маслу растительному — 211,1%, что в 2,3 раза выше порогового значения Доктрины продовольственной безопасности (не менее 90%); мясу и мясopодуктам — 101,6%, что на 16,6 п. п. выше порогового значения Доктрины продовольственной безопасности (не менее 85%); рыбе и рыбопродуктам — 153,3%, что в 1,8 раза выше порогового значения Доктрины продовольственной безопасности (не менее 85%).

Таблица 1. Структура сельскохозяйственных угодий Российской Федерации<sup>1</sup>, тыс. га

Table 1. Structure of agricultural lands of the Russian Federation, thousand hectares

Показатель	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г. к 2013 г., %	Доля в общей структуре на 2022 г., %
Площадь сельскохозяйственных угодий,	215 494,0 <sup>3</sup>	215 494,0 <sup>3</sup>	215 494,0 <sup>3</sup>	215 494,0 <sup>3</sup>	215 494,0 <sup>3</sup>	215 494,0 <sup>3</sup>	215 494,0 <sup>3</sup>	215 494,0 <sup>3</sup>	215 494,0 <sup>3</sup>	215 494,0 <sup>3</sup>	0,0	100,0
из них:												
Пахотные угодья	123 442,0 <sup>3</sup>	123 442,0 <sup>3</sup>	123 442,0 <sup>3</sup>	123 442,0 <sup>3</sup>	123 442,0 <sup>3</sup>	123 442,0 <sup>3</sup>	123 442,0 <sup>3</sup>	123 442,0 <sup>3</sup>	123 442,0 <sup>3</sup>	123 442,0 <sup>3</sup>	0,0	57,3
Пахотные земли	121 649,0 <sup>3</sup>	121 649,0 <sup>3</sup>	121 649,0 <sup>3</sup>	121 649,0 <sup>3</sup>	121 649,0 <sup>3</sup>	121 649,0 <sup>3</sup>	121 649,0 <sup>3</sup>	121 649,0 <sup>3</sup>	121 649,0 <sup>3</sup>	121 649,0 <sup>3</sup>	0,0	56,5
Временные пары	8645,0 <sup>2</sup>	8522,0 <sup>2</sup>	7906,5 <sup>2</sup>	7764,9 <sup>2</sup>	7612,8 <sup>2</sup>	7619,9 <sup>2</sup>	7134,4 <sup>2</sup>	7174,6 <sup>2</sup>	6828,6 <sup>2</sup>	5832,0 <sup>2</sup>	-32,5	2,7
Однолетние культуры	67 232,0 <sup>2</sup>	67 717,0 <sup>2</sup>	67 875,1 <sup>2</sup>	68 594,6 <sup>2</sup>	69 460,4 <sup>2</sup>	69 076,2 <sup>2</sup>	69 692,3 <sup>2</sup>	70 021,4 <sup>2</sup>	71 093,6 <sup>2</sup>	73 477,7 <sup>2</sup>	+9,3	34,1
Многолетние культуры	1793,0 <sup>3</sup>	1793,0 <sup>3</sup>	1793,0 <sup>3</sup>	1793,0 <sup>3</sup>	1793,0 <sup>3</sup>	1793,0 <sup>3</sup>	1793,0 <sup>3</sup>	1793,0 <sup>3</sup>	1793,0 <sup>3</sup>	1793,0 <sup>3</sup>	0,0	0,8
Временные луга и пастбища	45 772,0 <sup>3</sup>	45 410,0 <sup>3</sup>	45 867,4 <sup>3</sup>	45 289,5 <sup>3</sup>	44 575,8 <sup>3</sup>	44 952,9 <sup>3</sup>	44 822,3 <sup>3</sup>	44 453,0 <sup>3</sup>	43 726,8 <sup>2</sup>	42 339,3 <sup>2</sup>	-7,5	19,6
Постоянные луга и пастбища	92 052,0 <sup>3</sup>	92 052,0 <sup>3</sup>	92 052,0 <sup>3</sup>	92 052,0 <sup>3</sup>	92 052,0 <sup>3</sup>	92 052,0 <sup>3</sup>	92 052,0 <sup>3</sup>	92 052,0 <sup>3</sup>	92 052,0 <sup>3</sup>	92 052,0 <sup>3</sup>	0,0	42,7
Земли, оборудованные для орошения	4300,0 <sup>3</sup>	4300,0 <sup>3</sup>	4300,0 <sup>3</sup>	4300,0 <sup>3</sup>	4300,0 <sup>3</sup>	4300,0 <sup>3</sup>	4300,0 <sup>3</sup>	4300,0 <sup>3</sup>	4300,0 <sup>3</sup>	4300,0 <sup>3</sup>	0,0	2,0
Сельскохозяйственная площадь под органическим земледелием	144,3 <sup>4</sup>	245,8 <sup>4</sup>	385,1 <sup>4</sup>	315,2 <sup>4</sup>	656,9 <sup>4</sup>	607,0 <sup>4</sup>	674,4 <sup>4</sup>	615,2 <sup>4</sup>	655,5 <sup>4</sup>	187,0 <sup>4</sup>	+29,6	0,1

Примечание: <sup>1</sup> — таблица составлена на основе базы данных FAOSTAT; <sup>2</sup> — официальные данные; <sup>3</sup> — вмененное значение; <sup>4</sup> — неофициальные данные.

<sup>9</sup> Рисунок составлен авторами на основе данных всероссийских сельскохозяйственных переписей (2006 г., 2016 г.) и сельскохозяйственной микропереписи (2021 г.).

<sup>10</sup> Сельскохозяйственная микроперепись 2021 года. Предварительные итоги по сельскохозяйственным организациям. Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SXMP\\_2021\\_predv\\_organizacii.pdf/](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SXMP_2021_predv_organizacii.pdf/) (дата обращения: 17.04.2023).

Таблица 2. Посевные площади сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств, тыс. га<sup>11</sup>

Table 2. Acreage of agricultural crops by category of farms, thousand hectares

Показатель	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2023 г. к 2013 г., %	Доля от общей посевной площади на 2023 г., %
<b>Сельскохозяйственные организации</b>													
Вся посевная площадь,	56 096	55 285	55 099	54 723	54 437	53 579	53 253	52 678	52 710	53 735	53 034	-5,5	65,12
в том числе:													
Зерновые и зернобобовые культуры	32 643	32 147	32 052	31 933	31 618	30 250	30 309	30 783	30 061	30 347	30 449	-6,7	37,39
технические культуры	8690	8743	9026	9502	9804	10 600	10 878	10 525	12 024	13 294	12 688	+46,0	15,58
картофель и овоще-бахчевые культуры	299	295	324	307	282	279	274	258	257	277	275	-8,0	0,34
кормовые культуры	14 464	14 100	13 697	12 981	12 734	12 450	11 792	11 113	10 367	9817	9623	-33,96	11,82
<b>Хозяйства населения</b>													
Вся посевная площадь,	3386	3513	3420	3333	2505	2432	2313	2266	2347	2292	2206	-33,5	2,71
в том числе:													
Зерновые и зернобобовые культуры	464	584	531	517	455	428	421	438	536	588	535	+15,3	0,66
технические культуры	33	45	41	39	42	42	39	42	52	53	53	+60,6	0,07
картофель и овоще-бахчевые культуры	2367	2363	2341	2286	1480	1436	1352	1286	1249	1144	1112	-53,0	1,37
кормовые культуры	522	521	506	491	528	526	501	500	510	508	506	-3,1	0,62
<b>Крестьянские (фермерские) хозяйства</b>													
Вся посевная площадь,	18 575	19 727	20 800	21 937	23 106	23 623	24 322	25 004	25 379	26 264	26 205	+41,1	32,18
в том числе:													
зерновые и зернобобовые культуры	12 719	13 489	14 059	14 660	15 632	15 662	15 930	16 679	16 409	16 570	16 900	+32,9	20,75
технические культуры	3322	3444	3642	4059	4114	4532	4979	4919	5735	6572	6159	+85,4	7,56
картофель и овоще-бахчевые культуры	303	287	328	313	280	281	280	268	260	270	275	-9,2	0,34
кормовые культуры	2231	2507	2771	2905	3080	3148	3132	3139	3976	2852	2871	+28,7	3,53

Однако по ряду направлений наблюдается отставание. Так, по овощам и бахчевым культурам уровень самообеспечения составил 89,2%, что на 0,8 п. п. ниже порогового значения Доктрины продовольственной безопасности (не менее 90%), по фруктам и ягодам — 44,9%, что на 15,1 п. п. ниже порогового значения Доктрины продовольственной безопасности (не менее 60%); по картофелю — 93,4%, что на 1,6 п. п. ниже порогового значения (не менее 95%); по соли пищевой — 65,2%, что на 19,8 п. п. ниже порогового значения Доктрины продовольственной безопасности (не менее 85%); по молоку и молокопродуктам — 85,7%, что на 4,3 п. п. ниже порогового значения Доктрины продовольственной безопасности (не менее 90%).

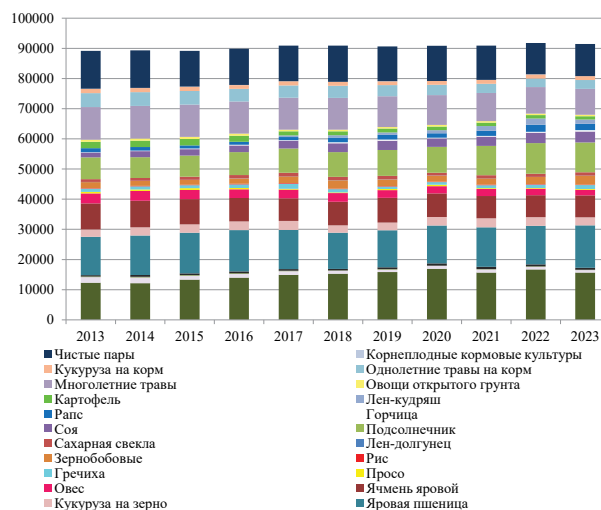
В докладе Правительства РФ отмечается, что «в товарной структуре экспорта Российской Федерации доля продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в 2021 году составила 7,5%. Основными товарными позициями в структуре экспорта продукции растениеводства в стоимостном выражении являлись: пшеница (24,1%), подсолнечное масло (10,8%), ячмень (3,4%), кукуруза (2,8%), масло рапсовое (2,7%), масло соевое (1,6%). Основными странами-реципиентами являются Турция, Китай, Иран, Казахстан, Южная Корея, Беларусь, Египет, Нидерланды, Украина и Узбекистан»<sup>12</sup>.

Ориентация на экспорт продукции во многом определяет складывающуюся в стране структуру посевных площадей. Российская Федерация входит в число крупнейших производителей зерновых культур, основной

культурой из которых является озимая и яровая пшеница (рис. 4). В период 2013–2023 гг. посевы данной культуры увеличились на 18,7% и заняли в 2023 г. 36,5% всей площади сельхозкультур. Существенный объем занимают ячмень с долей посевной площади в 9,8%, кукуруза — 4,9%, овес — 2,2%. Однако ввиду низкого внешнего спроса площадь посевов овса, ржи и просо в 2013–2023 гг. сократилась на 44,9%, 56,1% и 37,2% соответственно.

Рис. 4. Динамика посевных площадей сельскохозяйственных культур, тыс. га<sup>13</sup>

Fig. 4. Dynamics of acreage of agricultural crops, thousand hectares

<sup>11</sup> Таблица составлена авторами на основе данных Росстата.<sup>12</sup> Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2021 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. Утвержден Распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 июня 2022 года № 1751-п. Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/60d/60d8f2347d3eb724ab9b57c61a9ac269.pdf> (дата обращения: 21.04.2023).<sup>13</sup> Рисунок составлен авторами на основе данных Росстата.

Высокий спрос на растительные масла на глобальном рынке способствовал росту посевных площадей масличных культур, в первую очередь подсолнечника, сои и рапса. В период 2013–2023 гг. посевные площади данных культур выросли на 35,7%, 139,4% и 59,2% соответственно. Растут посевы льна-кудряша и ряда других масличных культур.

Согласно данным ученых ФГБНУ «Росинформагротех», следует, что рост мирового производства масличных культур обусловлен рядом факторов:

1. Повышение спроса на качественное растительное масло в развитых странах.
2. Переориентация с потребления животных жиров на растительные по медицинским и экономическим соображениям.
3. Повышение спроса на растительное масло в странах с растущим населением.
4. Использование семян масличных культур как источника растительного пищевого белка (в частности, сои).
5. Увеличение использования масличных шротов и жмыхов в рационах сельскохозяйственных животных в интенсивном животноводстве.
6. Использование маслосемян для производства биотоплива (рапс), в других отраслях промышленности [10].

Однако увеличение посевов зерновых и масличных культур в структуре посевных площадей России может привести к нескольким проблемам и вызовам:

- Ухудшение качества почв и снижение их плодородия. Зерновые и масличные культуры являются интенсивными культурами, характеризующимися высоким применением удобрений и пестицидов, что может привести к загрязнению почвы и ухудшению ее качества.
- Усиление водной и ветровой эрозии.
- Уплотнение почв.

- Нарушение биоразнообразия и уменьшение численности диких животных и насекомых, которые являются важными компонентами экосистем и играют значимую роль в формировании продуктивности почвы.

- Перепрофилирование земель под данные культуры может привести к недостатку пастбищ и кормов для животноводства и, как результат, к снижению производства мяса, молока и других продуктов животноводства.

- Увеличение зависимости России от экспорта зерновых и, как следствие, риска экономической нестабильности в случае ухудшения мировых рынков.

- Увеличение потребления водных ресурсов, что может привести к ухудшению экологической ситуации в регионах, где водные ресурсы уже являются дефицитными.

Необходимо учитывать эти проблемы при разработке стратегии землепользования и сельского хозяйства в России. Это может включать в себя проведение мероприятий по борьбе с деградацией почв, использование инновационных технологий в сельском хозяйстве и поддержку развития малых форм хозяйствования. Кроме того, важно развивать альтернативные методы производства пищевых продуктов.

Российская Федерация является крупнейшим производителем сахарной свеклы в мире. На долю сахарной свеклы по состоянию на 2023 г. приходилось 1,31% посевной площади.

Данные о валовом сборе продукции растениеводства и урожайности сельскохозяйственных культур представлены в таблицах 3, 4. Далее будут результаты регрессионного анализа, направленного на изучение зависимости валовых сборов урожая основных сельскохозяйственных культур ( $Y$ ) от их урожайности ( $X_1$ ) и посевных площадей ( $X_2$ ).

Таблица 3. Валовой сбор продуктов растениеводства, млн т<sup>14</sup>

Table 3. Gross harvest of crop products, million tons

Культура	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Зерно (в весе после доработки),	92,4	105,3	104,8	120,7	135,5	113,3	121,2	133,5	121,4	153,0	139,0
в том числе:											
пшеница	52,1	59,7	61,8	73,3	86,0	72,1	74,5	85,9	76,1	92,8	104,2
рожь	3,4	3,3	2,1	2,5	2,5	1,9	1,4	2,4	1,7	1,7	2,2
тритикале	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
кукуруза на зерно	11,6	11,3	13,2	15,3	13,2	11,4	14,3	13,9	15,2	16,6	15,8
ячмень	15,4	20,4	17,5	18,0	20,6	17,0	20,5	20,9	18,0	21,1	23,4
овес	4,9	5,3	4,5	4,8	5,5	4,7	4,4	4,1	3,8	3,3	4,5
просо, тыс. т	419,0	493,0	572,0	630,0	316,0	217,0	440,0	396,0	368,0	450,3	307,9
гречиха, тыс. т	834,0	662,0	861,0	1186,0	1525,0	932,0	786,0	892,0	919,0	1475,3	1222,4
рис, тыс. т	935,0	1049,0	1110,0	1081,0	987,0	1038,0	1099,0	1142,0	1076,0	1066,0	920,1
Зернобобовые,	2,0	2,2	2,4	2,9	4,3	3,4	3,3	3,4	3,8	6,0	4,6
из них: горох	1,4	1,5	1,7	2,2	3,3	2,3	2,4	2,7	3,2	4,7	3,6
Льноволокно, тыс. т	39,0	37,0	45,0	4,1,0	39,0	37,0	38,0	39,0	26,0	20,2	24,1
Сахарная свекла	39,3	33,5	39,0	51,4	51,9	42,1	54,4	33,9	41,2	53,1	48,9
Семена масличных культур (в весе после доработки),	14,2	12,9	13,8	16,3	16,5	19,5	22,8	21,2	24,9	29,9	29,1
из них:											
подсолнечника	10,6	8,5	9,3	11,0	10,5	12,8	15,4	13,3	15,7	17,3	16,4
соя	1,6	2,4	2,7	3,1	3,6	4,0	4,4	4,3	4,8	6,8	6,0
горчицы, тыс. т	55,0	93,0	67,0	73,0	98,0	124,0	165,0	103,0	145,0	315,0	183,4
рапса	1,4	1,3	1,0	1,0	1,5	2,0	2,1	2,6	2,8	4,2	4,5
Картофель	30,2	31,5	33,6	31,1	21,7	22,4	22,1	19,6	18,3	20,3	18,8
Овощи	14,7	15,5	16,1	16,3	13,6	13,7	14,1	13,9	13,5	13,6	13,8
Кукуруза на корм (вес зеленой массы)	25,9	21,6	28,3	24,0	24,7	25,0	27,2	24,8	22,7	34,1	35,0
Корнеплодные кормовые культуры	1,3	1,2	1,2	1,0	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4
Сено многолетних трав	8,8	8,7	8,8	9,6	9,4	8,7	7,9	8,3	7,0	7,6	6,2
Сено однолетних трав	2,0	2,3	2,2	2,7	2,4	2,2	2,3	2,1	2,0	2,0	2,0
Сено естественных сенокосов	10,3	10,1	9,7	9,8	9,5	9,2	8,8	8,8	8,7	7,5	6,4

<sup>14</sup> Таблица составлена авторами на основе данных Росстата.



Таблица 4. Урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га<sup>15</sup>

Table 4. Crop yields, hundredweight/ha

Культура	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Зерновые и зернобобовые культуры (в весе после доработки)	22,0	24,1	23,7	26,2	29,2	25,4	26,7	28,6	26,7	31,0	33,6
Озимые зерновые культуры	28,7	32,8	30,9	36,2	40,2	34,3	33,5	36,7	33,5	40,0	43,5
Яровые зерновые и зернобобовые культуры	18,5	19,7	19,9	20,9	23,1	20,1	22,5	23,3	22,6	25,8	27,2
Лен-долгунец (волокно)	8,5	9,0	9,1	9,4	9,2	8,7	8,7	8,6	7,1	6,3	7,4
Сахарная свекла	442,0	370,0	388,0	470,0	442,0	381,0	480,0	370,0	415,0	504,7	486,8
Масличные культуры	14,3	12,4	12,9	13,9	14,1	14,6	16,3	15,2	15,3	17,7	16,7
Подсолнечник	15,5	13,1	14,2	15,1	14,5	16,0	18,3	15,9	16,2	18,5	17,8
Соя	13,6	12,3	13,0	14,8	14,1	14,7	15,7	15,9	15,9	19,2	17,9
Горчица	5,0	6,0	4,9	5,5	7,2	4,6	5,6	6,1	8,0	8,0	8,1
Рапс озимый	17,3	16,8	19,3	18,2	22,7	19,8	22,6	23,0	26,9	28,1	27,7
Рапс яровой	11,3	11,2	9,8	10,2	14,5	12,4	13,2	16,3	15,1	17,8	17,1
Картофель	145,0	150,0	159,0	153,0	163,0	170,0	178,0	166,0	160,0	190,6	173,9
Овощи	214,0	218,0	225,0	227,0	241,0	243,0	251,0	245,0	242,0	256,2	251,6
Кукуруза на корм	193,0	159,0	208,0	195,0	185,0	194,0	217,0	200,0	185,0	350,4	303,9
Корнеплодные кормовые культуры	273,0	253,0	267,0	255,0	252,0	262,0	278,0	277,0	279,0	272,0	280,0
Сено многолетних трав	16,4	16,3	16,7	18,0	18,2	17,5	17,2	18,1	16,1	19,2	16,7
Сено однолетних трав	16,7	16,8	16,8	20,2	19,6	18,1	20,5	19,4	20,5	21,9	22,3

Уравнение множественной регрессии для пшеницы:

$$Y = -81,4794 + 2,8584X_1 + 0,00279X_2 \quad (1)$$

Матрица парных коэффициентов корреляции R:

-	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
Y	1	0,9855	0,9187
X <sub>1</sub>	0,9855	1	0,843
X <sub>2</sub>	0,9187	0,843	1

Регрессионная модель обладает высокой объясняющей способностью, статистической значимостью и может быть использована для оценки влияния ключевых факторов на результативный показатель (коэффициент детерминации  $R^2 = 0,998$ , скорректированный коэффициент детерминации  $\bar{R}^2 = 0,997$ ,  $F > F_{кр}$ ). Наибольшее влияние на результативный показатель Y оказывает фактор  $X_1$  ( $\beta_1 = 0,729$ ,  $\beta_2 = 0,304$ ).

Уравнение множественной регрессии для ячменя:

$$Y = -20,7818 + 1,0316X_1 + 0,00185X_2 \quad (2)$$

Матрица парных коэффициентов корреляции R:

-	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
Y	1	0,9246	-0,03377
X <sub>1</sub>	0,9246	1	-0,3827
X <sub>2</sub>	-0,03377	-0,3827	1

Установлено, что 97,49% изменчивости Y обусловлены факторами  $X_j$ . Параметры модели значимы ( $R^2 = 0,975$ ,  $\bar{R}^2 = 0,969$ ,  $F > F_{кр}$ ). Наибольшее влияние на Y оказывает  $X_1$  ( $\beta_1 = 1,068$ ,  $\beta_2 = 0,375$ ).

Уравнение множественной регрессии для сои:

$$Y = -3,0826 + 0,2038X_1 + 0,00144X_2 \quad (3)$$

Матрица парных коэффициентов корреляции R:

-	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
Y	1	0,7387	0,9768
X <sub>1</sub>	0,7387	1	0,6177
X <sub>2</sub>	0,9768	0,6177	1

Установлено, что в исследуемой ситуации 98,37% общей вариальности Y объясняется изменением факторов  $X_j$ . Параметры модели статистически значимы (коэффициент детерминации  $R^2 = 0,984$ , скорректированный коэффициент детерминации  $\bar{R}^2 = 0,98$ ,  $F > F_{кр}$ ).

По максимальному коэффициенту  $\beta_2 = 0,842$  делаем вывод, что наибольшее влияние на результат Y оказывает фактор  $X_2$ ,  $\beta_1 = 0,219$ .

Уравнение множественной регрессии для подсолнечника:

$$Y = -13,6005 + 0,8101X_1 + 0,00164X_2 \quad (4)$$

Матрица парных коэффициентов корреляции R:

-	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
Y	1	0,9121	0,9348
X <sub>1</sub>	0,9121	1	0,7286
X <sub>2</sub>	0,9348	0,7286	1

Исследование показывает, что 98,37% изменчивости Y объясняются факторами  $X_j$ . Параметры модели значимы ( $R^2 = 0,988$ ,  $\bar{R}^2 = 0,984$ ,  $F > F_{кр}$ ). Судя по коэффициенту  $\beta_2 = 0,842$ , фактор  $X_2$  оказывает наибольшее влияние на Y ( $\beta_1 = 0,219$ ).

Уравнение множественной регрессии для рапса:

$$Y = -1,8512 + 0,1414X_1 + 0,00127X_2 \quad (5)$$

Матрица парных коэффициентов корреляции R:

-	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
Y	1	0,8868	0,8685
X <sub>1</sub>	0,8868	1	0,5819
X <sub>2</sub>	0,8685	0,5819	1

По результатам расчетов следует, что 97,43% изменчивости переменной Y объясняются факторами  $X_j$ . Параметры модели статистически значимы:  $R^2 = 0,974$ ,  $\bar{R}^2 = 0,968$ ,  $F > F_{кр}$ . Максимальный коэффициент  $\beta_1 = 0,577$  указывает на сильное влияние фактора  $X_1$  на переменную Y ( $\beta_2 = 0,533$ ).

Уравнение множественной регрессии для кукурузы, возделываемой на зерно:

$$Y = -12,2617 + 0,2793X_1 + 0,00416X_2 \quad (6)$$

Матрица парных коэффициентов корреляции R:

-	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
Y	1	0,8629	0,9142
X <sub>1</sub>	0,8629	1	0,6075
X <sub>2</sub>	0,9142	0,6075	1

<sup>15</sup> Таблица составлена авторами на основе данных Росстата.

Параметры модели статистически значимы ( $R^2 = 0,986$ ,  $\bar{R}^2 = 0,982$ ,  $F > F_{кр}$ ). По максимальному коэффициенту  $\beta_2 = 0,618$  показывает, что наибольшее влияние на  $Y$  оказывает фактор  $X_2$ ,  $\beta_1 = 0,487$ .

Уравнение множественной регрессии для картофеля:  
 $Y = -31,0797 + 0,1913X_1 + 0,01589X_2$  (7)

Матрица парных коэффициентов корреляции  $R$ :

	$Y$	$X_1$	$X_2$
$Y$	1	-0,653	0,968
$X_1$	-0,653	1	-0,817
$X_2$	0,968	-0,817	1

Регрессионная модель обладает высокой объясняющей способностью, статистической значимостью и может быть использована для оценки влияния ключевых факторов на результирующий показатель ( $R^2 = 0,994$ ,  $\bar{R}^2 = 0,993$ ,  $F > F_{кр}$ ). Наибольшее влияние на результирующий показатель  $Y$  оказывает фактор  $X_2$  ( $\beta_1 = 1,307$ ,  $\beta_2 = 0,415$ ).

По результатам регрессионного анализа установлено, что для ряда наиболее значимых культур (соя, подсолнечник, кукуруза, картофель) ключевым фактором, определяющим объемы валовых сборов, является площадь, занимаемая данными культурами. Данный факт определяется высокой пространственной неоднородностью биоклиматического потенциала субъектов РФ.

Российская Федерация характеризуется значительным разнообразием биоклиматических условий, что обусловлено ее географическим положением и масштабами территории. Неоднородность биоклиматического потенциала страны обуславливает существенные различия в показателях, определяющих сельскохозяйственное производство. Теплообеспеченность территорий России варьируется от высоких значений (на юге) до крайне низких (на севере) [11].

Сумма активных температур выше  $10^\circ\text{C}$  изменяется от 3000–3500  $^\circ\text{C}$  на Северном Кавказе до менее 800  $^\circ\text{C}$  на Крайнем Севере. Продолжительность безморозного периода колеблется от 240–270 дней на юге до 60–90 дней на северных широтах.

Неравномерное распределение влаги характеризуется контрастом между засушливыми районами юга и влажными областями Дальнего Востока и северо-запада. Годовая сумма осадков варьируется от 150–300 мм в аридных зонах до 800–1000 мм и более на отдельных территориях. Коэффициент увлажнения Высоцкого — Иванова колеблется от 0,3–0,4 на юге до 1,5–2,0 на севере и северо-востоке. Радиационный баланс отличается

значительной неоднородностью. В южных регионах он достигает 50–60 ккал/см<sup>2</sup>, тогда как на севере не превышает 30–35 ккал/см<sup>2</sup>. Продолжительность вегетационного периода сокращается от 210–240 дней на юге до 90–120 дней на Крайнем Севере.

Данные различия в биоклиматических показателях оказывают существенное влияние на устойчивость и эффективность сельскохозяйственного производства в стране. Они определяют специализацию регионов, возможности возделывания различных культур, урожайность, необходимость применения специальных агротехнических приемов [11].

Учет биоклиматического потенциала является важным фактором при планировании и организации сельскохозяйственной деятельности в Российской Федерации.

### Выводы/Conclusions

Таким образом, проведенный анализ показал, что, несмотря на комплекс законодательных инициатив, в России существует ряд проблем, связанных с развитием устойчивого земледелия. Неэффективное использование земельных ресурсов — проблема, с которой сталкиваются многие аграрные регионы в России. Нерациональное структурирование земли, несбалансированное размещение сельскохозяйственных угодий, низкая эффективность использования современных технологий и ресурсов приводят к утрате потенциала земельных угодий. Это оказывает негативное воздействие на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции.

Можно отметить недостаточное внимание к экологическим аспектам землеустройства: сохранению биоразнообразия, поддержанию природных экосистем, минимизации экологического следа сельскохозяйственной деятельности и применению методов, которые способствуют регенерации почвы.

Системное улучшение механизмов управления земельными ресурсами в России с учетом концепции устойчивого земледелия требует разработки и внедрения политики, нацеленной на стимулирование устойчивых методов земледелия, поддержку инновационных практик и технологий, обучение и консультирование сельскохозяйственных производителей в области устойчивого земледелия. Это позволит значительно повысить эффективность использования земельных ресурсов и содействовать устойчивому развитию сельского хозяйства в России.

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 Минсельхоза России «Научное обоснование создания высокоэффективных экоаркасов на основе древесно-кустарниковых культур с заданными биологическими и хозяйственными признаками в качестве комплексного приема долгосрочной и перманентной мелиорации, защиты от эрозии и для депонирования углерода в почвах эксплуатируемых, отчужденных и мелиорируемых территорий» (пер. № НИОКТР: 1022041100406-5-1.6.19; 1.6.23; 4.1.1; 4.1.2; 4.1.4).

### FUNDING

The scientific research was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation "Scientific justification for the creation of highly effective eco-frames based on tree and shrub crops with specified biological and economic characteristics as a comprehensive method of long-term and permanent land reclamation, protection from erosion and for carbon deposition in the soils of exploited, alienated and reclaimed territories" (R&D Reg. No.: 1022041100406-5-1.6.19; 1.6.23; 4.1.1; 4.1.2; 4.1.4)

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Mensah J., Ricart Casadevall S. Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for humanaction: Literature review. *Cogent Social Sciences*. 2019; 5(1): 1653531. <https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>

### REFERENCES

1. Mensah J., Ricart Casadevall S. Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for humanaction: Literature review. *Cogent Social Sciences*. 2019; 5(1): 1653531. <https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>

2. Ruggerio C.A. Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions. *Science of the Total Environment*. 2021; 786: 147481.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147481>
3. Shi L., Han L., Yang F., Gao L. The Evolution of Sustainable Development Theory: Types, Goals, and Research Prospects. *Sustainability*. 2019; 11(24): 7158.  
<https://doi.org/10.3390/su11247158>
4. Ozili P.K. Sustainability and Sustainable Development Research around the World. *Managing Global Transitions*. 2022; 20(3): 259–293.  
<https://doi.org/10.26493/1854-6935.20.259-293>
5. Howard-Grenville J., Davis G.F., Dyllick T., Miller C.C., Thau S., Tsu A.S. Sustainable Development for a Better World: Contributions of Leadership, Management, and Organizations. *Academy of Management Discoveries*. 2019; 5(4): 355–366.  
<https://doi.org/10.5465/amd.2019.0275>
6. Маслова С.В. К вопросу о формировании понятийного аппарата для правового регулирования инвестиций в инфраструктуру в свете концепции устойчивого развития. *Юрист*. 2022; (12): 8–15.  
<https://elibrary.ru/brlkcw>
7. Koehler G. Seven Decades of Development, and Now What?. *Journal of International Development*. 2015; 27(6): 733–751.  
<https://doi.org/10.1002/jid.3108>
8. Moore H.L. Global Prosperity and Sustainable Development Goals. *Journal of International Development*. 2015; 27(6): 801–815.  
<https://doi.org/10.1002/jid.3114>
9. Папаскири Т.В., Митрофанов С.В., Орлова Н.В., Сошников А.Ю., Шевчук А.А. Анализ структуры посевных площадей стран Европейского союза с концепции устойчивого земледелия. Германия. *Аграрная наука*. 2024; (2): 146–152.  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-146-152>
10. Федоренко В.Ф., Мишуев Н.П., Пыльнев В.В., Булагин Д.С. Анализ состояния и перспективы развития селекции и семеноводства масличных культур. Научный аналитический обзор. М.: Росинформагротех. 2019; 96. ISBN 978-5-7367-1496-4  
<https://elibrary.ru/exqexy>
11. Гордеев А.В., Кleshchenko A.D., Chernyakov B.A., Sirotenko O.D. Биоклиматический потенциал России: теория и практика. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2006; 512. ISBN 5-87317-304-4  
<https://elibrary.ru/qkkozcr>

## ОБ АВТОРАХ

**Тимур Валикович Папаскири<sup>1</sup>**

доктор экономических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, врио ректора  
t\_papaskiri@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3780-9060>

**Сергей Владимирович Митрофанов<sup>1, 2</sup>**

кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник кафедры цифрового земледелия и ландшафтной архитектуры<sup>1</sup>; кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом экономики инноваций в сельском хозяйстве Института аграрных исследований<sup>2</sup>  
f-mitrofanoff2015@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-0657-7148>

**Илья Юрьевич Богданчиков<sup>1, 3</sup>**

кандидат технических наук, доцент, научный сотрудник кафедры цифрового земледелия и ландшафтной архитектуры<sup>1</sup>; кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка<sup>3</sup>  
mc62@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0918-6094>

**Екатерина Павловна Ананичева<sup>1</sup>**

кандидат экономических наук, заместитель декана факультета землеустройства и управления природопользованием, доцент кафедры землеустройства  
tep\_07@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-6149-1195>

**Артём Александрович Шевчук<sup>1</sup>**

заместитель декана факультета землеустройства и управления природопользованием, директор Центра цифровой трансформации  
shevchukaa@guz.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4938-0193>

<sup>1</sup>Государственный университет по землеустройству, ул. Казакова, 15, Москва, 105064, Россия

<sup>2</sup>Высшая школа экономики, Покровский бульвар, 11, Москва, 109028, Россия

<sup>3</sup>Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, ул. Костычева, 1, Рязань, 390044, Россия

2. Ruggerio C.A. Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions. *Science of the Total Environment*. 2021; 786: 147481.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147481>

3. Shi L., Han L., Yang F., Gao L. The Evolution of Sustainable Development Theory: Types, Goals, and Research Prospects. *Sustainability*. 2019; 11(24): 7158.  
<https://doi.org/10.3390/su11247158>

4. Ozili P.K. Sustainability and Sustainable Development Research around the World. *Managing Global Transitions*. 2022; 20(3): 259–293.  
<https://doi.org/10.26493/1854-6935.20.259-293>

5. Howard-Grenville J., Davis G.F., Dyllick T., Miller C.C., Thau S., Tsu A.S. Sustainable Development for a Better World: Contributions of Leadership, Management, and Organizations. *Academy of Management Discoveries*. 2019; 5(4): 355–366.  
<https://doi.org/10.5465/amd.2019.0275>

6. Maslova S.V. On the establishment of a conceptual framework for legal regulation of investments in infrastructure in view of the sustainable development concept. *Jurist*. 2022; (12): 8–15 (in Russian).  
<https://elibrary.ru/brlkcw>

7. Koehler G. Seven Decades of Development, and Now What?. *Journal of International Development*. 2015; 27(6): 733–751.  
<https://doi.org/10.1002/jid.3108>

8. Moore H.L. Global Prosperity and Sustainable Development Goals. *Journal of International Development*. 2015; 27(6): 801–815.  
<https://doi.org/10.1002/jid.3114>

9. Papaskiri T.V., Mitrofanov S.V., Orlova N.V., Soshnikov A.Yu., Shevchuk A.A. Analysis of the structure of the acreage of the European Union countries with the concept of sustainable agriculture. Germany. *Agrarian science*. 2024; (2): 146–152 (in Russian).  
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-146-152>

10. Fedorenko V.F., Mishurov N.P., Pylynev V.V., Buklagin D.S. Analysis of the state and prospects of development of breeding and seed production of oilseed crops. Scientific analytical review. Moscow: Rosinformagrotech. 2019; 96 (in Russian). ISBN: 978-5-7367-1496-4  
<https://elibrary.ru/exqexy>

11. Gordeev A.V., Kleshchenko A.D., Chernyakov B.A., Sirotenko O.D. Bioclimatic potential of Russia: theory and practice. Moscow: KMK Scientific Press. 2006; 512 (in Russian). ISBN 5-87317-304-4  
<https://elibrary.ru/qkkozcr>

## ABOUT THE AUTHORS

**Timur Valikovich Papaskiri<sup>1</sup>**

Doctor of Economics, Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Acting Rector  
t\_papaskiri@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3780-9060>

**Sergey Vladimirovich Mitrofanov<sup>1, 2</sup>**

Candidate of Agricultural Sciences, Researcher at the Department of Digital Agriculture and Landscape Architecture<sup>1</sup>; Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of Economics of Innovations in Agriculture at the Institute of Agrarian Research<sup>2</sup>  
f-mitrofanoff2015@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-0657-7148>

**Ilya Yuryevich Bogdanchikov<sup>1, 3</sup>**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Researcher at the Department of Digital Agriculture and Landscape Architecture<sup>1</sup>; Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Operation of the Machine and Tractor Park<sup>3</sup>  
mc62@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0918-6094>

**Ekaterina Pavlovna Ananicheva<sup>1</sup>**

Candidate of Economic Sciences, Deputy Dean of the Faculty of Land Management and Environmental Management, Associate Professor of the Department of Land Management  
tep\_07@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-6149-1195>

**Artem Aleksandrovich Shevchuk<sup>1</sup>**

Deputy Dean of the Faculty of Land Management and Environmental Management, Director of the Center for Digital Transformation  
shevchukaa@guz.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-4938-0193>

<sup>1</sup>State University of Land Use Planning, 15 Kazakova Str., Moscow, 105064, Russia

<sup>2</sup>Higher School of Economics, 11 Pokrovsky Boulevard, Moscow, 109028, Russia

<sup>3</sup>Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 1 Kostycheva Str., Ryazan, 390044, Russia





**А. Ф. Никишин**  
**О. С. Карашук** ✉  
**Е. А. Майорова**  
**А. И. Больдясов**

*Российский экономический университет  
им. Г. В. Плеханова, Москва, Россия*

✉ [kсениак72@mail.ru](mailto:kсениак72@mail.ru)

Поступила в редакцию: 08.05.2024  
Одобрена после рецензирования: 11.08.2024  
Принята к публикации: 26.08.2024

© Никишин А. Ф., Карашук О. С., Майорова Е. А.,  
Больдясов А. И.



**Alexander F. Nikishin**  
**Oksana S. Karashchuk** ✉  
**Elena A. Mayorova**  
**Alexey I. Boldiasov**

*Plekhanov Russian University  
of Economics, Moscow, Russia*

✉ [kсениак72@mail.ru](mailto:kсениак72@mail.ru)

Received by the editorial office: 08.05.2024  
Accepted in revised: 11.08.2024  
Accepted for publication: 26.08.2024

© Nikishin A. F., Karashchuk O. S., Mayorova E. A.,  
Boldiasov A. I.

# Исследование социальных функций торговли по поддержке развития товарности фермерской продукции

## РЕЗЮМЕ

В последние годы наблюдается проблема снижения товарности сельскохозяйственной продукции фермерских хозяйств по многим видам товаров. Среди ключевых продуктов питания, поставляемых фермерами, негативная динамика реализации отмечалась по продаже картофеля и овощей. Данная ситуация во многом связана с ежегодными колебаниями объемов сельскохозяйственного производства, что особенно проявляется при выращивании плодовоовощных культур. С помощью эконометрического моделирования на основе построения регрессий по панельным данным в статье показано негативное влияние изменений объемов производства на процент товарности продукции фермерских хозяйств. Фермеры, как и другие предприятия малых форм хозяйствования, не располагают развитой инфраструктурой сбыта продукции, в отличие от сельскохозяйственных организаций. Поэтому фермерские хозяйства оказываются особенно чувствительны к колебаниям объемов производства, которые создают для них проблему недостатка или избытка ресурсов для осуществления продаж. Важным способом решения указанной проблемы является деятельность торговых организаций, направленная на осуществление социальных функций поддержки реализации продукции фермерского производства. В России подобного рода социальные практики реализуются крупнейшими представителями отрасли розничной торговли в пилотном режиме в отдельных регионах страны. В том числе в некоторых областях функционируют агроагрегаторы, запущенные торговыми сетями X5 Group и «Магнит», выполняющие функции технологического и маркетингового характера для обеспечения сбыта фермерских товаров. Существуют и другие социальные проекты торговых организаций, например «Агроконтракт» и «Фермерский островок», инициированные X5 Group, которые предполагают заключение прямых договоров с фермерами с целью снижения закупочных цен товаров и предусматривают закупку у фермеров различных уникальных товаров. Расширение социальных функций торговых организаций позволит в значительной степени преодолеть существующие проблемы сбыта продукции фермерских хозяйств и обеспечить таким хозяйствам возможность роста доходов и прибыли за счет социально ориентированных функций партнерской поддержки.

**Ключевые слова:** фермерские хозяйства, товарность, система сбыта, социальные функции, организации торговли, агроагрегаторы

**Для цитирования:** Никишин А. Ф., Карашук О. С., Майорова Е. А., Больдясов А. И. Исследование социальных функций торговли по поддержке развития товарности фермерской продукции. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 146–151.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-146-151>

# Research on the social functions of trade to support the development of marketability of farm products

## ABSTRACT

In recent years, there has been a problem of reducing the marketability of agricultural products of farms for many types of goods. Among the key food products supplied by farmers, the negative dynamics of sales was noted for the sale of potatoes and vegetables. This situation is largely related to the annual fluctuations in agricultural production, which is especially evident in the cultivation of fruit and vegetable crops. Using econometric modeling based on the construction of regressions based on panel data, the article shows the negative impact of changes in production volumes on the percentage of marketability of farm products. Farmers, like other small-scale enterprises, do not have a developed marketing infrastructure, unlike agricultural organizations. Therefore, farms are particularly sensitive to fluctuations in production volumes, which create for them the problem of lack or excess of resources for sales. An important way to solve this problem is the activity of trade organizations aimed at implementing social functions to support the sale of farm products. In Russia, such social practices are being implemented by the largest representatives of the retail industry in a pilot mode in certain regions of the country. In particular, in some areas, agricultural aggregators are operating, launched by the "X5 Group" and "Magnit" retail chains, which perform technological and marketing functions to ensure the sale of farm goods. There are other social projects of trade organizations, for example, "Agrocontract" and "Farmer's Island", initiated by "X5 Group", which involve the conclusion of direct contracts with farmers in order to reduce the purchase prices of goods and provide for the purchase of various unique goods from farmers. The expansion of the social functions of trade organizations will significantly overcome the existing problems of marketing farm products and provide such farms with sufficient income and profit for further self-development of activities.

**Key words:** farms, marketability, sales system, social functions, trade organizations, agro aggregators

**For citation:** Nikishin A. F., Karashchuk O. S., Mayorova E. A., Boldiasov A. I. Research on the social functions of trade to support the development of marketability of farm products. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 146–151 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-146-151>

Фермерские хозяйства играют важную роль в развитии российской экономики. На данную категорию хозяйств в последние годы приходится примерно 15% продукции сельского хозяйства в фактических ценах<sup>1</sup>. Фермерами производится заметная доля основных продуктов питания, в том числе относящихся к социально значимым продовольственным товарам в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 15.07.2010 № 530<sup>2</sup>. По итогам 2022 года удельный вес фермерских хозяйств в производстве картофеля составил 15,6%, овощей открытого и закрытого грунта — 22,3%.

Фермерские хозяйства выступают опорой развития сельских территорий. Деятельность фермеров способствует созданию рабочих мест для сельского населения и позволяет обеспечить качественными продуктами питания. Кроме того, фермеры сохраняют и улучшают используемые сельскохозяйственные земли, формируют часть инфраструктуры сельского хозяйства в стране.

Таким образом, важность фермерских хозяйств определяется их ролью в развитии как отрасли сельского хозяйства, так и экономики страны в целом.

Успех хозяйственной деятельности фермеров во многом основан на стабильном и эффективном сбыте произведенной продукции. Однако многие из них испытывают хронические трудности с реализацией. Товарность производства фермерской продукции в среднем ниже аналогичного показателя, рассчитанного для сельскохозяйственных организаций. Так, разрыв в величине товарности между фермерскими хозяйствами и сельскохозяйственными организациями в последние годы составляет по: зерну — 7–8%, картофелю и овощам — 8–10%, молоку — 20–25%, яйцу — 4–5%<sup>1</sup>.

При наличии значительных объемов нереализованной сельскохозяйственной продукции, произведенной фермерами, потребление населением страны многих продуктов питания не соответствует рациональным нормам, рекомендованным Минздравом РФ<sup>3</sup>. Рацион питания среднестатистического российского гражданина оказывается несбалансированным ввиду преобладания хлебных продуктов и недостатка плодоовощной продукции [1], что может привести к хроническим проблемам со здоровьем населения страны [2].

Таким образом, необходимость повышения товарности, то есть степени реализуемости фермерской продукции, имеет важное значение в контексте продовольственного обеспечения населения России.

Проблема сбыта фермерской продукции достаточно широко представлена в научной литературе. Так, в статье Н.А. Тод отмечаются такие трудности в реализации продукции фермеров, как сложность работы предприятий малых форм хозяйствования с торговыми сетями, необходимость привлечения оптовых посредников, недостаточное развитие логистической системы [3].

Похожие проблемы выделяет А.Т. Айдинова, в работе которой указывается на слабое развитие материальной системы сбыта и монополизм торговых сетей [4]. В работе И.А. Болтенкова, Е.Е. Ивашутиной и А.Д. Матвеевой приводится мысль о том, что фермерские хозяйства зачастую оказываются неконкурентоспособными на оптовом рынке ввиду сложностей организации взаимодействия между продавцами и покупателями [5]. По мнению Т.М. Ворожейкиной, одной из ключевых

причин изменения показателей товарности сельскохозяйственного производства выступают ежегодные колебания производства продукции [6].

При изучении проблем сбыта фермерских хозяйств необходимо обращать внимание на тот факт, что заметная часть произведенной продукции остается у фермеров. Данный аспект находит отражение в отдельных публикациях. Так, в работе Ф.А. Тукаевой указывается, что часть собранного зерна фермеры не реализуют, а используют в качестве корма [7]. Таким образом, проблема низкой товарности фермерской продукции фермерского производства признается актуальной.

В существующих публикациях приводятся различные причины наличия проблем сбыта товаров, произведенных в фермерских хозяйствах. Одна из наиболее часто упоминаемых — активное развитие сетевой торговли на рынке, что, по мнению многих авторов, приводит к монополизации каналов сбыта. Предприятия малых форм хозяйствования испытывают сложности при работе с крупными сетевыми структурами ввиду высоких требований к качеству и объему поставляемых товаров, к стабильности поставок.

В то же время необходимо отметить, что в последние годы розничные торговые сети активно осуществляют социальную политику, в том числе и по поддержке фермеров. Крупнейшими федеральными торговыми сетями совместно с государственными органами власти осуществляются проекты по продвижению продукции фермерских хозяйств и созданию благоприятных условий для сбыта фермерской продукции. При этом торговые сети решают проблему реализации продукции фермеров без коренной перестройки системы сбыта.

*Цели исследования* — изучение влияния объемов производства и других значимых факторов на товарность фермерской продукции, систематизация социальных проектов организаций торговли по поддержке фермерских хозяйств и на этой основе формирование направлений дальнейшего развития социальных функций торговли по содействию росту товарности фермерского производства.

Реализация указанных целей требует решения задач, в которые входят анализ тенденций изменения товарности фермерских хозяйств по основным видам продукции, выявление ключевых факторов, влияющих на товарность основных продуктов, произведенных в фермерских хозяйствах, количественная оценка их влияния, анализ реализуемых организациями торговли форм поддержки и социальных функций, способствующих реализации фермерских товаров.

#### Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследование показателей товарности продукции фермерских хозяйств в целом по России с 2017 по 2022 год было проведено на примере четырех товаров: яиц, молока, овощей и картофеля (официальные статистические данные по картофелю выделены в самостоятельную группу).

Выбор в пользу данных товаров обусловлен несколькими причинами. Во-первых, анализ должен проводиться по видам продукции, не имеющей сугубо сырьевого назначения, как, например, зерновые культуры.

<sup>1</sup> Сельское хозяйство в России. Официальный сайт Росстат [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13226> (дата обращения: 07.05.2024).

<sup>2</sup> Постановление Правительства РФ от 15.07.2010 № 530 [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/12177401/?ysclid=lwf2ozw2i2279780187> (дата обращения: 05.05.2024).

<sup>3</sup> Приказ Минздрава РФ от 19.08.2016 № 614 [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71385784/?ysclid=lwf30hg4u4898669758> (дата обращения: 06.05.2024).

Значительную часть технической продукции фермерские хозяйства используют в своих целях и не реализуют, что может исказить полученные выводы при включении таких товаров в состав анализируемых данных. Во-вторых, в анализ было целесообразно включать товары, имеющие важное значение для конечного потребителя. Яйца, молоко, картофель, многие виды овощей входят в перечень социально значимых продовольственных товаров, согласно Постановлению Правительства РФ от 15.07.2010 № 530<sup>4</sup>, что подтверждает их высокую роль для конечных потребителей.

На первом этапе исследования были изучены тенденции развития товарности производства указанных товаров фермерами в последние годы. Для этого был проведен анализ динамики показателей товарности с 2017 по 2022 год по выбранным товарам на основе группировки и систематизации статистических данных, содержащихся в сборниках «Сельское хозяйство в России»<sup>5</sup>.

Одним из определяющих факторов при формировании показателей товарности сельскохозяйственного производства являются происходящие год от года колебания объема производства продукции. И количественная оценка влияния указанного фактора на динамику показателей товарности в фермерских хозяйствах по исследуемым товарам является важной частью эмпирического исследования.

Воздействие колебаний производства на товарность сельскохозяйственного производства в фермерских хозяйствах было проанализировано на основе эконометрического моделирования. В качестве зависимой переменной в расчетах использовалось фактическое значение показателя товарности фермерских хозяйств по каждому из четырех выбранных товаров.

Независимая переменная при моделировании представлена динамикой производства анализируемых видов продукции в фермерских хозяйствах России. Были использованы годовые данные по каждому из товаров с 2005 по 2022 год, размещенные в статистических сборниках «Сельское хозяйство в России» за 2013–2023 годы.

Из представленного массива количественной информации была сформирована панель данных, в которой для каждого из четырех исследуемых товаров были построены динамические ряды показателей товарности и производства. На основе исходных данных оценивались модели панельных регрессий.

Предпочтение в пользу использования панельных данных отдано в силу наличия более надежных оценок, чем при построении индивидуальных регрессий.

Для выявления возможных отличий проявления исследуемой зависимости в отдельные годы или для конкретных товаров были построены три модели: модель обобщенной регрессии (pooled regression, PR); модель с фиксированными эффектами (fixed effects model, FE); модель со случайными эффектами (random effects model, RE).

Данные модели выбраны не случайно. При построении каждой из них появляется возможность выявить индивидуальные особенности в проявлении взаимосвязей, которые могут возникать в отношении различных товаров в разные периоды анализируемого промежутка времени [8]. Оценка регрессий производилась с помощью программы EvIEWS 10 (США).

Анализируемые переменные прологарифмированы для получения более надежных результатов и удобства интерпретации, так как логарифмирование предполагает оценку эластичности зависимой переменной к независимой. В модели включены первые разности во избежание искажения результатов под влиянием нестационарности временных рядов. Тот факт, что логарифмирование переменных, вводимых в модель, позволяет перейти к оценке эластичности [9], подтверждается в работе иностранных авторов М. Sui, E. Rengifo, F. Viole и K. Jetta.

По результатам моделирования оцениваемые панельные регрессии получили следующий вид:

$$PR: \Delta \ln tov_{it} = \alpha + \beta \cdot \Delta \ln prod_{it} + \varepsilon_{it},$$

$$FE: \Delta \ln tov_{it} = \alpha_i + \beta \cdot \Delta \ln prod_{it} + \varepsilon_{it}, E(\varepsilon_{it} | \alpha_i) \neq 0,$$

$$RE: \Delta \ln tov_{it} = \alpha + \beta \cdot \Delta \ln prod_{it} + \varepsilon_{it} + u_{it}, E(\varepsilon_{it} | u_{it}) = 0,$$

где  $\Delta \ln tov_{it}$  — первые разности логарифма товарности для товара  $i$  в период  $t$ ;  $\Delta \ln prod_{it}$  — первые разности логарифма производства товара  $i$  в период  $t$ ;  $\varepsilon_{it}$  — случайная ошибка;  $u_{it}$  — индивидуальная ошибка для оценки случайных эффектов модели;  $\alpha, \beta$  — оцениваемые параметры.

Далее на основе систематизации данных из пресс-релизов торговых организаций и отраслевых новостей были проанализированы реализуемые в торговле социальные функции по поддержке реализации на рынке продукции фермерских хозяйств.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Проблема сбыта продукции фермерскими хозяйствами подтверждается динамикой показателя товарности, что проиллюстрировано данными (табл. 1).

Как следует из приведенных данных, товарность производства фермерами картофеля и овощей демонстрирует тенденцию к снижению. В целом за период значение показателя сократилось по данным товарам на 4% и 3,5% соответственно. В реализации яиц и молока прослеживается несколько иная динамика. Товарность производства яиц за 6 лет повысилась на 16,1%, молока — на 2%. Таким образом, сложности со сбытом наблюдаются преимущественно при производстве фермерскими хозяйствами плодоовощной продукции.

Данный результат во многом объясняется значительной ролью климатического фактора при производстве такого рода товаров, необходимостью сложной и дорогостоящей материальной инфраструктуры для сохранения и реализации скоропортящихся товаров, которой, как правило, не располагают предприятия малых форм хозяйствования.

Таблица 1. Товарность сельскохозяйственного производства в фермерских хозяйствах по некоторым видам продукции в 2017–2022 гг.

Table 1. Marketability of agricultural production in farms by certain types of products in 2017–2022

Продукт	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Картофель	57,6	52,7	53,9	58,5	55,7	53,6
Овощи	78,7	78,6	75,4	76,1	78,9	75,3
Яйца	80,6	83,7	78,7	81,6	86,8	96,5
Молоко	71,4	71,6	71,3	72,8	71,3	73,4

Источник: составлено по данным сайта Росстат<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Постановление Правительства РФ от 15.07.2010 № 530 [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/12177401/?ysclid=lwf2ozw2i2279780187> (дата обращения: 05.05.2024).

<sup>5</sup> Сельское хозяйство в России. Официальный сайт Росстата [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13226> (дата обращения: 07.05.2024).



Кроме того, можно заметить, что процент товарности, несмотря на следование некоторому тренду, колеблется год от года. Данное обстоятельство обусловлено изменениями производства анализируемых видов продукции.

Влияние ежегодных колебаний производства на товарность сельскохозяйственной продукции по четырем исследуемым товарам раскрывается в ходе эконометрического моделирования.

В таблице 2 приведены результаты оценки регрессий по панельным данным, в которые в качестве зависимой переменной включен показатель товарности, независимой — объем производства анализируемых видов продукции в фермерских хозяйствах. В скобках указаны стандартные ошибки коэффициентов, тремя звездочками (\*\*\*) помечены оценки, значимые на уровне 0,01.

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что построенные регрессии значимы. Это подтверждается значимостью статистики Фишера (F-статистики) и коэффициентов при переменных. Наиболее предпочтительной моделью для описания исследуемой зависимости оказалась объединенная регрессия, в которой не выделяются особенности отдельных периодов или товаров, о чем можно судить по значению коэффициента детерминации, статистики Фишера и величине стандартных ошибок.

По результатам эконометрического моделирования можно утверждать, что ежегодные колебания производства отрицательно влияют на процент товарности в фермерских хозяйствах по выбранным видам продукции. Значения коэффициентов говорят о том, что на 1% изменения объемов производства приходится снижение товарности в среднем на 0,29%.

Данная ситуация делает фермерские хозяйства уязвимыми к непрогнозируемым изменениям в объемах производства сельскохозяйственной продукции. В особенности данная проблема усугубляется при анализе реализации плодоовощной продукции, объемы производства которой во многом определяются погодными условиями.

Фермерские хозяйства по сравнению с сельскохозяйственными организациями имеют не столь развитую материальную и маркетинговую инфраструктуру, необходимую для эффективного сбыта произведенной продукции. Как следствие, фермеры могут испытывать трудности. Например, в периоды богатого урожая сельскохозяйственных культур.

Таким образом, проблема низкой товарности производства фермерской продукции, ее зависимость от ежегодных колебаний производства являются объективными. Ее решение требует коренной трансформации системы сбыта фермерских хозяйств, что возможно только в долгосрочной перспективе и при финансовой и организационной поддержке государства и дружественных рыночных контрагентов.

Смягчение описанных трудностей может произойти благодаря реализации организациями торговли социальных функций, направленных на продвижение и реализацию фермерской продукции. В этом состоит важнейшее направление возможного развития социальных функций торговли на потребительском рынке.

Таблица 2. Результаты эконометрической оценки влияния ежегодных колебаний производства на товарность производства фермерскими хозяйствами отдельных видов продукции

Table 2. The results of an econometric assessment of the impact of annual fluctuations in production on the marketability of production by farms of certain types of products

Параметр	Модель		
	Объединенная регрессия	Фиксированные эффекты	Случайные эффекты
$\beta$	-0,291328*** (0,060829)	-0,285860*** (0,061896)	-0,291328*** (0,061667)
$\alpha$	0,038878*** (0,009474)	0,038501*** (0,009611)	0,038878*** (0,009605)
Характеристика моделей			
Коэффициент детерминации (R <sup>2</sup> )	0,246658	0,225774	0,246658
F-статистика	22,937060***	5,884510***	22,937060***
Число наблюдений	68	68	68

Примечание:  $\alpha$  — параметр, характеризующий значение константы в регрессии;  $\beta$  — параметр, характеризующий влияние объемов производства ( $\Delta \ln prod$ ).

Источник: составлено по данным сайта Росстат<sup>6</sup>

В настоящее время социальные функции, связанные с созданием благоприятной системы сбыта для фермерских хозяйств, реализуют преимущественно крупные федеральные сети — лидеры торговой отрасли. Так, торговыми сетями X5 Group и «Магнит» запущены собственные агроагрегаторы для фермеров. Агроагрегатор представляет собой предприятие, осуществляющее закупку продукции, произведенной фермерскими хозяйствами, и предоставляющее фермерам ряд дополнительных услуг, связанных с продвижением товаров на рынке.

Характеристика функционирующих в России агроагрегаторов и предоставляемых ими услуг представлена в таблице 3.

Как можно заметить, агроагрегаторы осуществляют широкий спектр функций как производственного, так и коммерческого характера. Предоставление подобного рода услуг для фермерских хозяйств значительно расширяет возможности сбыта фермерской продукции, так как предприятия малых форм хозяйствования, как уже отмечалось, зачастую не могут самостоятельно выполнять ряд логистических и маркетинговых операций.

Существуют и некоторые другие социальные практики торговых организаций, направленные на

Таблица 3. Характеристика действующих в РФ агроагрегаторов и предоставляемых ими услуг

Table 3. Characteristics of agro aggregators operating in the Russian Federation and the services they provide

Дата и место запуска	Оказываемые фермерам услуги
X5 Group	
2022 г., совместно с правительством Липецкой области	<ul style="list-style-type: none"><li>• предпродажная подготовка;</li><li>• фасовка;</li><li>• упаковка;</li><li>• централизованная доставка в распределительные центры</li></ul>
«Магнит»	
2022 г., совместно с правительством Тульской области	<ul style="list-style-type: none"><li>• мойка;</li><li>• фасовка;</li><li>• упаковка;</li><li>• доставка до региональных хабов;</li><li>• консультирование;</li><li>• предоставление аналитики;</li><li>• обучение сотрудников фермерских хозяйств работе с платформой;</li><li>• софинансирование закупок сырья и оборудования для фермеров;</li><li>• предоставление субсидий на базе платформы;</li><li>• поддержка при маркировке продукции</li></ul>

Источник: составлено по данным официальных сайтов торговых сетей<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Сельское хозяйство в России. Официальный сайт Росстата [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13226> (дата обращения: 07.05.2024).

<sup>7</sup> «Магнит» предложит фермерам новый формат поставок в ретейл и HoReCa. Официальный сайт «Магнита» [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.magnit.com/ru/media/press-releases/magnit-predlozhit-fermeram-novyy-format-postavok-v-riteyl-i-horeca> (дата обращения: 07.05.2024). Представители X5 Group приняли участие в экспертной сессии «Инструменты и пилотные проекты развития сельского хозяйства и поддержки фермеров» в рамках «Недели российского ретейла». Официальный сайт Retail.ru [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.retail.ru/news/x5-group-prodolzhaet-razvivat-proekty-po-podderzhke-fermerov-31-maya-2023-229218/> (дата обращения: 07.05.2024).

продвижение фермерской продукции на рынке. Так, торговые сети X5 Group заключают прямые договоры на поставку определенного объема продукции фермерских хозяйств в рамках проекта «Агроконтракт», действующего в Новосибирской области.

Кроме того, компаний при активном участии «Корпорации МСП» реализуется социальный проект под названием «Фермерский островок». Он предполагает выделение части торговой площади магазинов для реализации уникального ассортимента товаров, поставляемых фермерскими хозяйствами. По итогам 2023 года действуют 30 «островков» подобного рода в 20 регионах страны<sup>8</sup>.

Указанные инициативы торговых сетей X5 Group направлены на интенсификацию сбыта продукции фермеров, что способствует повышению товарности сельскохозяйственного производства фермеров.

Реализуемые в России социальные проекты торговых организаций по продвижению фермерской продукции пока действуют в пилотном режиме в отдельных регионах страны. Однако инициатива торговых организаций активно поддерживается на государственном уровне. В частности, предлагается законодательно проработать деятельность агроагрегаторов, определить их правовой статус и место в системе сбыта сельскохозяйственной продукции.

Представителями заинтересованных ведомств отмечается, что работа подобного рода агрегаторов во многом способствует решению проблемы недостаточного развития логистической системы продвижения фермерской продукции<sup>9</sup>.

Полученные результаты могут быть прокомментированы в контексте выводов, содержащихся в существующих публикациях по данной проблеме. Так, в статье М.А. Бочковой и О.В. Прущак отмечается, что функционирование агроагрегаторов, запущенных крупнейшими ретейлерами страны, позволяет заметно снизить расходы фермерских хозяйств и обеспечить население качественными продуктами питания [10].

Работа Е.В. Климова и Б.У. Асилова содержит вывод о том, что перспективы совершенствования системы продвижения фермерской продукции на рынке связаны в первую очередь с поиском альтернативных каналов сбыта [11].

В статье Е.Г. Решетниковой в качестве решения проблем сбыта продукции фермеров предлагается поддержка таких форматов торговли, как сельскохозяйственные выставки и ярмарки. Автором указывается на необходимость организации фермерами собственных торговых точек, подчеркивается роль муниципальных закупок фермерской продукции [12].

В различных источниках развитие сбыта продукции фермерских хозяйств рассматривается в контексте поддержки потребительской и сбытовой кооперации. Так, в работе Н.А. Тод отмечается, что сельскохозяйственная кооперация является одним из главных направлений совершенствования системы сбыта фермерской продукции [3]. Ф.А. Тукаевой отмечается, что кооперативы предоставляют фермерам материально-техническую базу, необходимую для эффективного сбыта [7]. В работе О.С. Карашук, Е.С. Кравченко отмечается, что улучшение системы сбыта предприятий аграрного сектора возможно за счет реорганизации используемых бизнес-моделей [13].

Таким образом, развитие системы сбыта продукции фермеров в существующих исследованиях связывается с развитием деятельности предприятий сельскохозяйственной кооперации или поддержке отдельных форматов продаж специализированных сельскохозяйственных сбытовых организаций.

Социальные функции организаций торговли, связанные с продвижением и реализацией фермерской продукции, рассматриваются редко. Однако реализация торговыми организациями тех или иных практик при формировании системы реализации фермерской продукции способна значительно активизировать сбыт продукции фермеров. Например, деятельность агрегаторов аналогично деятельности предприятий сельскохозяйственной кооперации основана на предоставлении фермерам важнейших услуг технологического и маркетингового характера. То есть рассмотрение социальных функций торговли, направленных на продвижение продукции фермеров на рынке, не противоречит существующим исследованиям, а, напротив, дополняет их в контексте уже выявленных способов повышения товарности производства фермерской продукции.

Таким образом, реализация торговыми организациями социальных функций, связанных с созданием благоприятных условий для сбыта произведенных фермерами товаров, имеет важное значение с точки зрения проблем сбыта фермерской продукции. Тиражирование подобного рода социальных практик, их распространение среди торговых организаций по всей стране могут стать стратегическим субститутотом коренной перестройки системы сбыта сельскохозяйственной продукции.

### Выводы/Conclusions

Товарность сельскохозяйственного производства фермеров чувствительна к ежегодным колебаниям объемов производства, так как предприятия малых форм хозяйствования не располагают развитой инфраструктурой для реализации товаров.

Смягчение указанной проблемы может достигаться за счет реализуемых торговыми сетями социальных функций, направленных на поддержку сбыта фермерской продукции. Созданные «Магнитом» и X5 Group агроагрегаторы позволяют во многом преодолевать трудности, которые фермерские хозяйства обычно испытывают при реализации на рынке своей продукции.

При работе через агроагрегаторы фермерам оказывается широкий перечень логистических и маркетинговых услуг, которые часто не могут эффективно выполняться предприятиями малых форм хозяйствования. Прямые закупки продукции у фермеров, выделение под фермерскую продукцию отдельной части торгового зала способствуют увеличению объемов реализации товаров, произведенных фермерами.

Таким образом, социальные функции, осуществляемые торговыми организациями, способны содействовать решению проблемы сбыта фермерской продукции и, как следствие, обеспечить повышение товарности сельскохозяйственного производства у данной категории хозяйств. Поэтому в будущем будет актуальным более широкое распространение аналогичных социальных практик на более широкий состав субъектов торговой деятельности.

<sup>8</sup> В «Магнитах» и «Пятёрочках» появятся «Фермерские островки». Официальный сайт Retail.ru [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.retail.ru/news/v-magnitakh-i-pyaterochkakh-poyavyatsya-fermerskie-ostrovki-17-dekabrya-2021-212188/> (дата обращения: 07.05.2024).

<sup>9</sup> Через «плечо»: помогут ли агроагрегаторы фермерам сбывать продукцию. Официальный сайт Iz.ru [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://iz.ru/1537443/dmitrii-alekseev/cherез-plecho-pomogut-li-agroagregatory-fermeram-sbyvat-produktsiiu> (дата обращения: 07.05.2024).

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.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-28-00657. <https://rscf.ru/project/24-28-00657/>

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Быкова В.А. Рациональные нормы потребления в контексте обеспечения продовольственной безопасности. *Управление и экономика народного хозяйства России. Сборник статей VII Международной научно-практической конференции*. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет. 2023; 70–74. <https://elibrary.ru/rhvccl>
2. Киселев С.В., Белова Е.В. Проблемы продовольственной безопасности и питания в России в современных условиях. *Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал*. 2020; 12(1): 70–91. <https://doi.org/10.38050/2078-3809-2020-12-1-70-91>
3. Тод Н.А. Методы оптимизации процесса сбыта сельхозпродукции фермерских хозяйств. *Экономика сельского хозяйства России*. 2020; (5): 88–92. <https://doi.org/10.32651/205-88>
4. Айдиноа А.Т. Меры государственной поддержки, направленные на стимулирование развития крестьянских (фермерских) хозяйств в России. *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. 2021; 11(11–1): 272–278. <https://elibrary.ru/kxdggu>
5. Болтенков И.А., Ивашкина Е.Е., Матвеева А.Д. Создание сети оптово-распределительных центров в Иркутской области как механизм развития агропромышленного комплекса региона. *Бизнес-образование в экономике знаний*. 2023; (2): 18–21. <https://elibrary.ru/ibngvd>
6. Ворожейкина Т.М. Проблемы низкой товарности сельскохозяйственной продукции в регионах России. *Менеджмент в АПК*. 2023; (3): 5–10. <https://elibrary.ru/bcifnh>
7. Тукаева Ф.А. Некоторые проблемы сбыта продукции фермерскими хозяйствами. *Управленческий учет*. 2022; (12–3): 817–823. <https://doi.org/10.25806/uu12-32022817-823>
8. Hsiao C. Panel data analysis—advantages and challenges. *TEST*. 2007; 16(1): 1–22. <https://doi.org/10.1007/s11749-007-0046-x>
9. Sui M., Rengifo E.W., Viole F., Jetta K. Modeling Elasticity: A Brief Survey of Price Elasticity of Demand Estimation Methods. *Journal of Research in Marketing*. 2019; 10(2): 785–797.
10. Бочкова М.А., Прушчак О.В. Актуальные проблемы сбытовой политики продукции малых форм сельского хозяйства. *Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 9-й Всероссийской национальной научно-практической конференции*. Курск: Университетская книга. 2024; 3: 528–531. <https://elibrary.ru/vlrent>
11. Климов Е.В., Асильов Б.У. Выбор и оптимизация каналов сбыта для мелко-товарных органических производителей плодовоовощного направления. *Проблемы агробизнеса*. 2022; (4): 94–103. <https://doi.org/10.46666/2022-4.2708-9991.10>
12. Решетникова Е.Г. Малый агробизнес: проблемы и перспективы реализации продукции. *Актуальные вопросы экономики и агробизнеса. XIV Международная научно-практическая конференция. Сборник трудов*. Брянск: Брянский государственный аграрный университет. 2023; 367–370. <https://elibrary.ru/luhjpj>
13. Карашчук О.С., Кравченко Е.С. Цифровая трансформация бизнес-моделей аграрного сектора — ключевая доминанта устойчивого развития экономики региона. *Экономическая безопасность агропромышленного комплекса: проблемы и направления обеспечения. Сборник научных трудов II Национальной научно-практической конференции*. Киров: Вятский государственный агротехнологический университет. 2022; 121–124. <https://elibrary.ru/uxjpjz>

## ОБ АВТОРАХ

**Александр Фёдорович Никишин**  
кандидат технических наук, доцент  
[ktdn@yandex.ru](mailto:ktdn@yandex.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-9821-0537>

**Оксана Сергеевна Карашчук**  
кандидат экономических наук, доцент  
[kсениак72@mail.ru](mailto:kсениак72@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0003-2212-5034>

**Елена Александровна Майорова**  
кандидат экономических наук, доцент  
[e\\_mayorova@mail.ru](mailto:e_mayorova@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-7698-5622>

**Алексей Ильич Богдашов**  
студент  
[alex.b13@rambler.ru](mailto:alex.b13@rambler.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-7307-900X>

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,  
Стремянный пер., 36, Москва, 115054, Россия

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 carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation No. 24-28-00657. <https://rscf.ru/project/24-28-00657/>

## REFERENCES

1. Bykova V.A. Food consumption standards in the context of ensuring food security. *Management and economics of the national economy of Russia. Collection of articles of the VII International Scientific and Practical Conference*. Penza: Penza State Agrarian University. 2023; 70–74 (in Russian). <https://elibrary.ru/rhvccl>
2. Kiselyov S.V., Belova E.V. Modern Problems of Food Security and Nutrition in Russia. *Scientific Research of Faculty of Economics. Electronic Journal*. 2020; 12(1): 70–91 (in Russian). <https://doi.org/10.38050/2078-3809-2020-12-1-70-91>
3. Tod N.A. Methods of optimization of agricultural products marketing process. *Economics of Agriculture of Russia*. 2020; (5): 88–92 (in Russian). <https://doi.org/10.32651/205-88>
4. Aydinova A.T. State support measures aimed at stimulating the development of peasant (private) farms in Russia. *Economics: yesterday, today and tomorrow*. 2021; 11(11–1): 272–278 (in Russian). <https://elibrary.ru/kxdggu>
5. Boltenkov I.A., Ivashutina E.E., Matveeva A.D. Creation of a network of wholesale distribution centers in the Irkutsk region as a mechanism for the development of the agro-industrial complex of the region. *Biznes-obrazovaniye v ekonomike znaniy*. 2023; (2): 18–21 (in Russian). <https://elibrary.ru/ibngvd>
6. Vorozheykina T.M. Problems of low marketability of agricultural products in the regions of Russia. *Management in agriculture*. 2023; (3): 5–10 (in Russian). <https://elibrary.ru/bcifnh>
7. Tukaeva F.A. Some problems of marketing products by farms. *Management Accounting*. 2022; (12–3): 817–823 (in Russian). <https://doi.org/10.25806/uu12-32022817-823>
8. Hsiao C. Panel data analysis—advantages and challenges. *TEST*. 2007; 16(1): 1–22. <https://doi.org/10.1007/s11749-007-0046-x>
9. Sui M., Rengifo E.W., Viole F., Jetta K. Modeling Elasticity: A Brief Survey of Price Elasticity of Demand Estimation Methods. *Journal of Research in Marketing*. 2019; 10(2): 785–797.
10. Bochkova M.A., Prushchak O.V. Current problems of marketing policy for small agricultural products. *Problems of development of modern society. Collection of scientific articles of the 9th All-Russian National Scientific and Practical Conference*. Kursk: Universitetskaya kniga. 2024; 3: 528–531 (in Russian). <https://elibrary.ru/vlrent>
11. Klimov E.V., Asilov B.O. Selection and optimization of distribution channels for small-scale organic producers of fruits and vegetables. *Problems of AgriMarket*. 2022; (4): 94–103 (in Russian). <https://doi.org/10.46666/2022-4.2708-9991.10>
12. Reshetnikova E.G. Small agribusiness: problems and prospects for product sales. *Current issues of economics and agribusiness. XIV International scientific and practical conference. Collection of works*. Bryansk: Bryansk State Agrarian University. 2023; 367–370. (in Russian). <https://elibrary.ru/luhjpj>
13. Karashchuk O.S., Kravchenko E.S. Digital transformation of business models in the agricultural sector is a key dominant factor in the sustainable development of the region's economy. *Economic security of the agro-industrial complex: problems and areas of support. Collection of scientific papers of the II National Scientific and Practical Conference*. Kirov: Vyatka State Agrotechnological University. 2022; 121–124 (in Russian). <https://elibrary.ru/uxjpjz>

## ABOUT THE AUTHORS

**Alexander Fedorovich Nikishin**  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
[ktdn@yandex.ru](mailto:ktdn@yandex.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-9821-0537>

**Oksana Sergeevna Karashchuk**  
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor  
[kсениак72@mail.ru](mailto:kсениак72@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0003-2212-5034>

**Elena Alexandrovna Mayorova**  
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor  
[e\\_mayorova@mail.ru](mailto:e_mayorova@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-7698-5622>

**Alexey Ilyich Boldiasov**  
Student  
[alex.b13@rambler.ru](mailto:alex.b13@rambler.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-7307-900X>

Plekhanov Russian University of Economics,  
36 Stremyanny Lane, Moscow, 115054, Russia



УДК 63:001.891

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-152-159

С.А. Тимофеевская ✉

А.Ю. Непочатых

Центральная научная  
сельскохозяйственная библиотека, Москва,  
Россия

✉ tsa@cnsnb.ru

Поступила в редакцию: 26.06.2024

Одобрена после рецензирования: 11.08.2024

Принята к публикации: 26.08.2024

© Тимофеевская С.А., Непочатых А.Ю.

## Библиометрический анализ научных публикаций на веб-сайтах аграрных учреждений высшего и дополнительного образования Российской Федерации

### РЕЗЮМЕ

Изучали научную деятельность образовательных учреждений АПК по информации на их веб-сайтах и некоторым наукометрическим показателям. Научно-исследовательская работа отражена на всех изучаемых веб-сайтах и содержит сведения о тематике научных исследований, работе диссертационных советов, данные о патентах и изобретениях. Широко используется электронная информационная среда, развиваются электронные библиотеки, даются ссылки на электронные библиотечные системы. Все вузы имеют научные периодические издания, результаты научных исследований представлены в электронном виде.

Отмечены отсутствие полноты архивов документов, разбросанность материалов по рубрикам веб-сайта, ограниченная доступность полнотекстовых баз данных. Анализ публикационной активности организаций проводили на основе Российского индекса научного цитирования. По числу авторов, имеющих публикации в РИНЦ, выделяются РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, КубГАУ и Вятский ГАТУ — 3219, 3001 и 1520 соответственно. Высокую цитируемость в РИНЦ имеют публикации сотрудников КубГАУ, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Омского ГАУ, Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. При анализе динамики количества публикаций образовательных учреждений с 2019 по 2023 г., по данным РИНЦ, выявлена общая тенденция увеличения количества научных публикаций в аграрных вузах.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, АПК, вузы, научно-исследовательская работа, научные исследования, веб-сайты

**Для цитирования:** 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>

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-152-159

Svetlana A. Timofeevskaya ✉

Anna Y. Nepochatykh

Central Scientific Agricultural Library, Moscow,  
Russia

✉ tsa@cnsnb.ru

Received by the editorial office: 26.06.2024

Accepted in revised: 11.08.2024

Accepted for publication: 26.08.2024

© Timofeevskaya S.A., Nepochatykh A.Yu.

## Bibliometric analysis of scientific publications on the websites of agricultural institutions of higher and additional education of the Russian Federation

### ABSTRACT

The study of scientific activities of educational institutions of the agro-industrial complex is based on information from their websites and on scientometric indicators. Research work is reflected on all the studied websites and contains data on the topics of scientific research, the work of dissertation councils and data on patents and inventions. The electronic information environment is widely used, digital libraries are being developed, and links to digital library systems are provided. All higher educational institutions have scientific periodicals; the results of scientific research are presented in electronic form.

Insufficient completeness of document archives, the spread of materials across the categories of the website, and limited availability of full-text databases are noted. An analysis of the publication activity of organizations was conducted on the basis of the Russian Science Citation Index (RSCI). According to the number of authors with publications in the RSCI, Russian Timiryazev State Agrarian University, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin and Vyatka State Agrotechnological University are distinguished with 3219, 300 and 1520 authors, respectively. Publications of employees of the Kuban State Agrarian University, Russian Timiryazev State Agrarian University, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin and Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev have a high citation rate in RSCI. When analysing the dynamics of the number of publications of educational institutions from 2019 to 2023, according to RSCI data, a general trend of increasing the number of scientific publications in agrarian universities was revealed.

**Key words:** agriculture, agro-industrial complex, universities, scientific research, scientific research, websites

**For citation:** Timofeevskaya S.A., Nepochatykh 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>

## Введение/Introduction

Управление современным агропромышленным комплексом России в сложных и неоднозначных социально-экономических условиях вызывает необходимость формирования интеграционного взаимодействия субъектов агронауки и сельскохозяйственного производства [1–4].

Для выхода агропромышленного производства на новый качественный уровень необходимы развитие аграрной науки, формирование соответствующих научной, научно-образовательной и научно-производственной сфер, развитие научных исследований, внедрение научных разработок, повышающих рентабельность производства [5–8]. Эту задачу должны осуществлять преподаватели, студенты, аспиранты, выпускники аграрных университетов и академий, работающие в научных учреждениях РАН и других научно-исследовательских организациях, специалисты, работающие в аграрных организациях. Чтобы успешно решать задачи научно-технологического развития аграрного производства исследователи должны получить в процессе обучения в аграрном вузе необходимые знания и квалификацию и, самое главное, навыки научно-исследовательской деятельности<sup>1</sup>.

Приоритетной задачей образовательных учреждений АПК является подготовка кадров для сельского хозяйства, но роль их в развитии науки не менее важна [9–14].

В России в последние годы всё больше внимания уделяется развитию науки, повышению статуса ученого, вовлечению в науку выпускников вузов, поскольку, по словам В.В. Путина, «наука в современном мире имеет ключевое значение». 2024 год в России объявлен Годом науки и технологий. Утвержденная в декабре 2020 г. Государственная программа поддержки университетов «Приоритет-2030» способствует обеспечению материально-технических условий осуществления образовательной и научной деятельности образовательных организаций, развитию кадрового потенциала системы высшего образования, сектора исследований и разработок, привлечению иностранных граждан для обучения в российских университетах и трудоустройству лучших из них в Российской Федерации.

Программа позволяет повысить научно-образовательный потенциал университетов и научных организаций, обеспечить участие образовательных организаций высшего образования в социально-экономическом развитии субъектов Российской Федерации.

Цель программы «Приоритет-2030» — к 2030 г. сформировать в России более 100 прогрессивных современных университетов — центров научно-технологического и социально-экономического развития страны. Участниками программы «Приоритет-2030» в 2024 г. являются 142 университета из 56 субъектов Российской Федерации, участвовавшие в конкурсе на получение гранта и соответствующие критериям отбора по четырем группам критериев.

Из высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации получили грант девять университетов:

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова», Приволжский федеральный округ, Саратовская область;

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет», Северо-Кавказский федеральный округ, Ставропольский край;

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», Южный федеральный округ, Краснодарский край;

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева», Центральный федеральный округ, Москва;

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет», Дальневосточный федеральный округ, Амурская область;

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», Дальневосточный федеральный округ, Республика Бурятия;

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», Центральный федеральный округ, Белгородская область;

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина», Центральный федеральный округ, Москва;

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет», Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан<sup>2</sup>.

Студенты получают возможность учиться в ведущих вузах и участвовать в научных исследованиях с первого курса обучения, развивать науку. При оценке вуза важна публикационная активность как общепризнанный индикатор научной продуктивности научно-исследовательских институтов и образовательных учреждений [15–17].

Научные публикации важны и для образовательного процесса. По качеству и актуальности публикаций учреждения можно судить об уровне профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников учебного заведения и об уровне подготовки специалистов.

Научно-исследовательская работа является источником новых знаний и идей, доступна для рецензирования, анализа и экспериментальной проверки со стороны других исследователей, которые могут иметь как разные сферы научных интересов, так и альтернативные подходы к рассматриваемой проблеме [18, 19].

Практика открытых публикаций — основа общественной ценности и целостности современной науки. Она увеличивает степень доверия общества в целом к науке и научному методу. Открытость статей для ознакомления, оценки и критики позволяет судить об актуальности и перспективности проводимых исследований, а количество цитирований, ссылок и просмотров

<sup>1</sup> <https://rusjm.ru/ru/nauka/article/44504/view/>

<sup>2</sup> <https://priority2030.ru/analytics/>

свидетельствует о степени интереса к рассматриваемой проблеме и признания результатов [20, 21].

Наукометрические показатели являются частью рейтинга вуза, на него обращают внимание абитуриенты, аспиранты, преподаватели и партнеры по сотрудничеству.

В современных условиях цифровизации веб-сайт становится виртуальной визитной карточкой научного учреждения, отражая все направления его деятельности [22–24].

Представленная в коммуникационной среде полнотекстовая научная информация в свободном доступе создает единое научное цифровое пространство знаний, обеспечивающее право на равное и свободное получение информации из любой точки земного шара в режиме 24/7, устраняя барьеры на пути распространения информации и знаний.

Контент цифрового пространства знаний включает электронные документы, а именно научные отчеты учреждений, научные статьи, монографии, учебные пособия, авторефераты диссертаций, диссертации, материалы конференций, записи научных мероприятий — конференций, семинаров, круглых столов, докладов, лекций, научных сообщений и выступлений на профессиональных форумах.

Анализ веб-сайтов научных учреждений, в том числе университетов, в профессиональной печати рассматривается как механизм, выявляющий слабые стороны и указывающий пути их совершенствования [25]. Анализы веб-сайтов по отдельным направлениям деятельности учреждения проводятся часто, их результаты отражены в ряде публикаций [26–28].

Анализ структуры веб-сайтов аграрных вузов впервые проводился Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Центральная научная сельскохозяйственная библиотека» (ФГБНУ ЦНСХБ) в 2023 г. [29].

*Цель исследования* — анализ научной деятельности вузов и учреждений дополнительного образования АПК по информации, представленной на их веб-сайтах.

Задачи исследования: изучение информации о научной деятельности на веб-сайтах указанных образовательных учреждений: выявление и анализ баз данных публикаций сотрудников; выявление сведений об изобретениях и патентах; анализ информации о работе диссертационных советов; анализ публикационной активности организации; анализ доступности научной информации и публикаций на веб-сайте организации.

### **Материалы и методы исследования / Materials and methods**

Используя информационно-коммуникационные технологии, результаты научной работы и доступность научной продукции аграрных вузов изучали по данным веб-сайтов 57 образовательных учреждений. Анализ их публикационной активности за последние пять лет проводили на основе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) национальной российской информационно-аналитической системы, созданной в 2005 г., по данным, представленным на веб-сайте Научной электронной библиотеки<sup>3</sup>.

Изучали следующие наукометрические показатели аграрных вузов и учреждений дополнительного

образования за 2019–2023 гг.: общее число публикаций; число авторов, имеющих публикации в РИНЦ; цитируемость в РИНЦ.

### **Результаты и обсуждение / Results and discussion**

Для научной деятельности большое значение имеют информационное обеспечение и доступность научной информации для ученых, специалистов, студентов.

Сведения о научно-исследовательской работе являются обязательными для веб-сайтов вузов и представлены на всех веб-сайтах (рубрика может называться по-разному). Не удалось обнаружить информацию о научной работе на сайте Лесниковского филиала ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет».

Контент рубрики о научной деятельности на всех веб-сайтах содержит сведения о тематике научных исследований, работе диссертационных советов, данных о патентах и изобретениях. На некоторых веб-сайтах из этой рубрики есть доступ к текстам диссертаций, представляемых к защите. В исследовании изучали наличие баз данных публикаций сотрудников, публикационную активность учреждения и доступность публикаций и научной информации на веб-сайте. Главный показатель научной продуктивности — публикационная активность организации.

По количеству публикаций в РИНЦ на 1-м месте находится Кубанский государственный аграрный университет (42 994), на 2-м — Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева (26 650), на 3-м — Уральский государственный аграрный университет (20 379). Наименьшее количество публикаций у Саратовского государственного аграрного университета, Верхневолжского государственного агробиотехнологического университета и Ярославского государственного аграрного университета — 623, 1376 и 1214 соответственно (рис. 1). Очевидно, что у более крупных организаций число публикаций сотрудников больше.

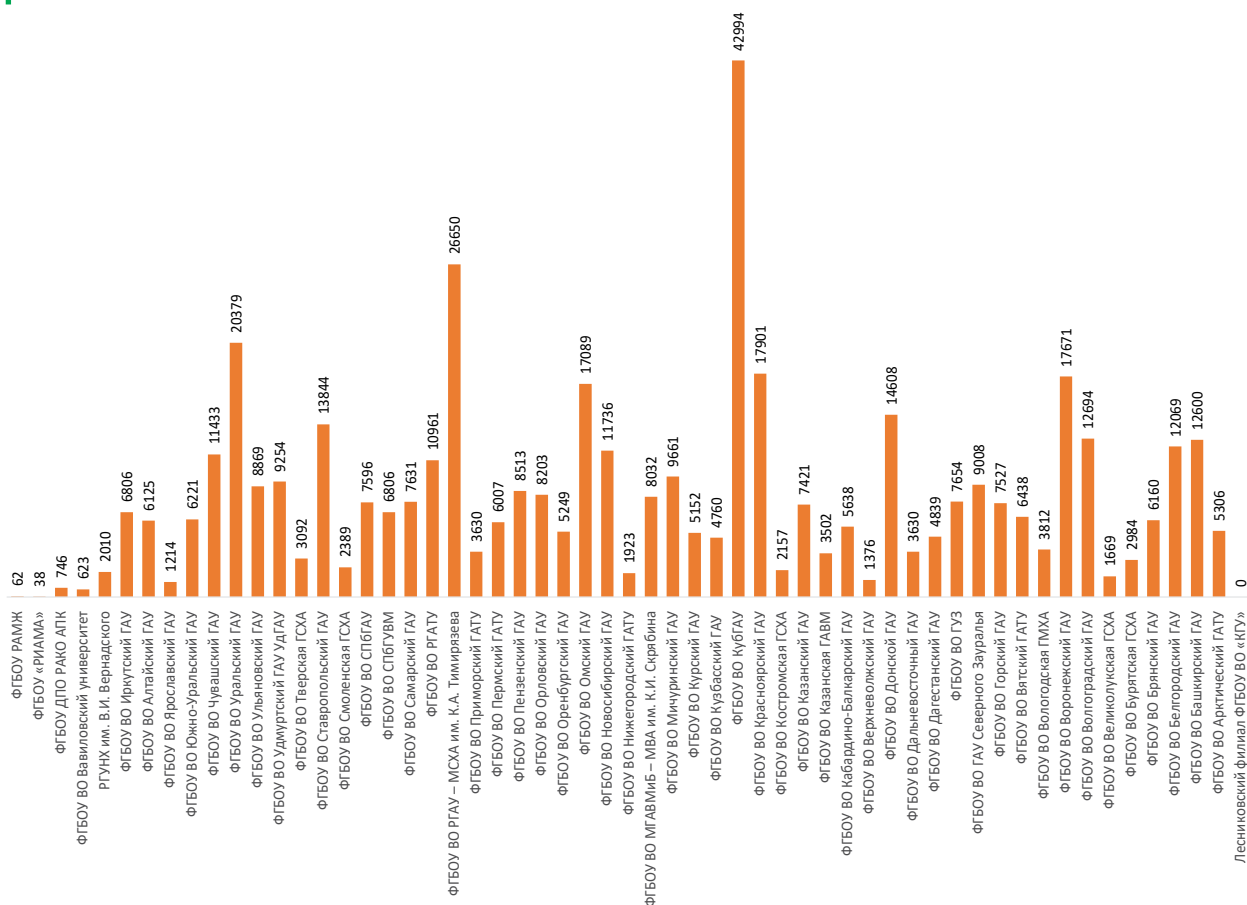
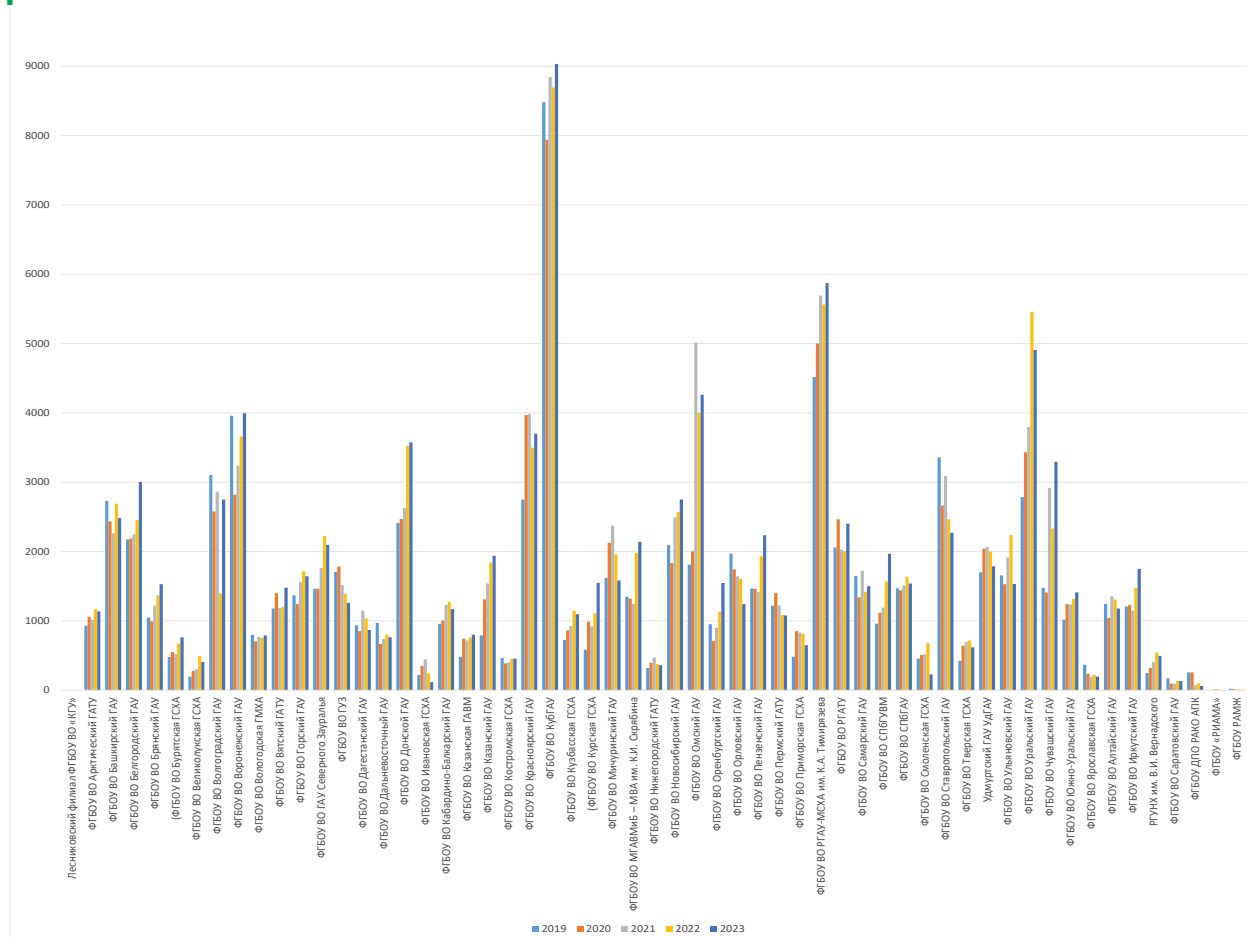
При анализе динамики количества публикаций образовательных учреждений АПК России с 2019 по 2023 г., по данным РИНЦ выявлена общая тенденция увеличения количества научных публикаций (рис. 2).

Особое внимание уделили вузам Министерства сельского хозяйства, являющимся участниками программы «Приоритет-2030», утвержденной в декабре 2020 г. В шести из этих учебных заведений за последние три года (с 2021 по 2023 г.) число научных публикаций стабильно увеличивается. В ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет» и ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет» в 2023 г. наблюдалось снижение количества научных статей по сравнению с 2022-м на 194, 36 и 209 соответственно. Возможно, не все публикации вошли в статистическую обработку. По данным «Отчета о самообследовании ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» на 01.01.2023, в учреждении повысилось качество публикаций: в базе данных Scopus Q1-Q2 опубликованы 15 статей, в WoS — 22. За 2023 г. увеличилось количество публикаций в базах данных: Scopus — с 933 до 1082, в WoS — с 524 до 600.

По числу авторов, имеющих публикации в РИНЦ, выделяются: ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева»

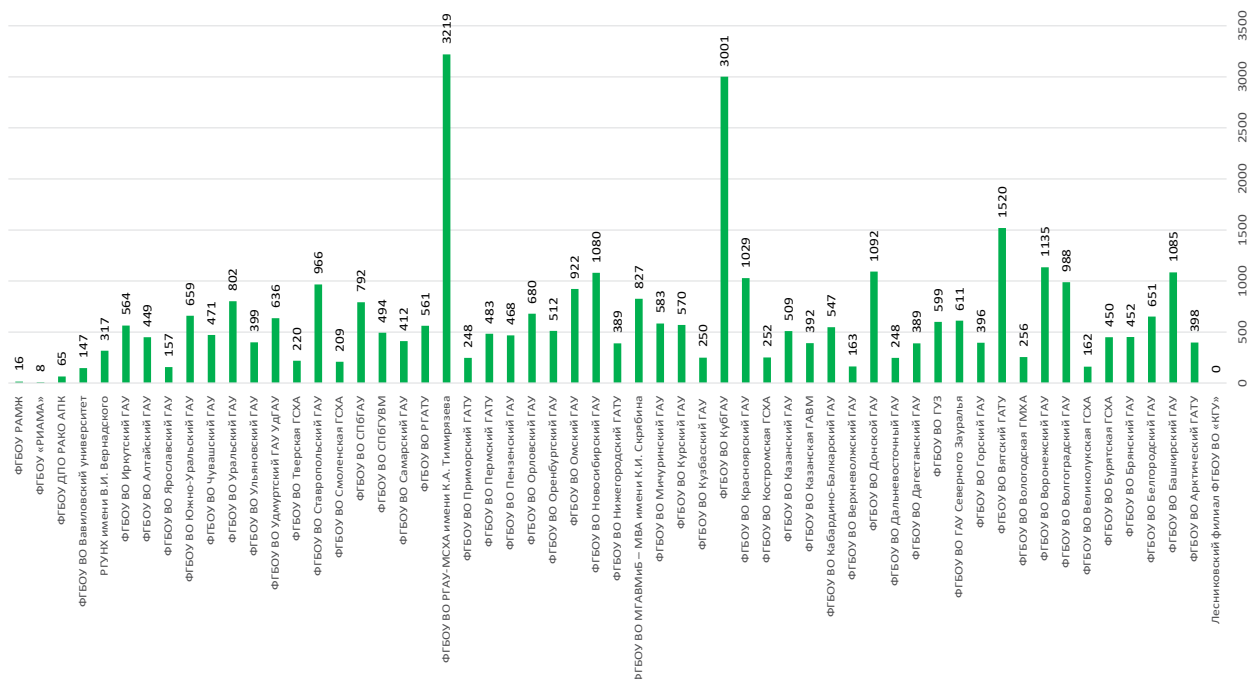
<sup>3</sup> <https://elibrary.ru>



**Рис. 1.** Количество публикаций по образовательным учреждениям АПК России в РИНЦ (2019–2023 гг.)**Fig. 1.** Number of publications on educational institutions of the Russian agro-industrial complex in the RSCI (2019–2023)**Рис. 2.** Динамика публикаций (2019–2023 гг.)**Fig. 2.** Dynamics of publications (2019–2023)

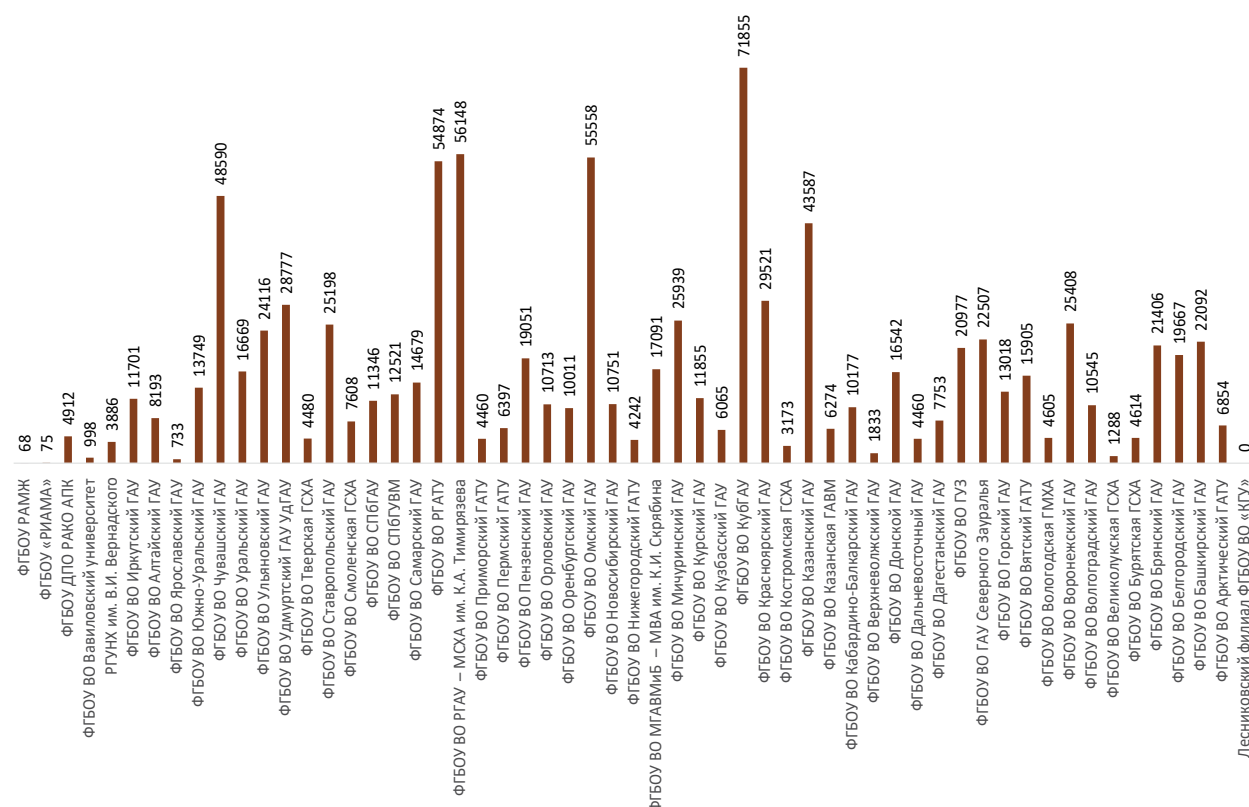
**Рис. 3.** Число сотрудников аграрных образовательных учреждений, имеющих публикации в РИНЦ (2019–2023 гг.)

**Fig. 3.** The number of employees of agricultural educational institutions having publications in the RSCI (2019–2023)



**Рис. 4.** Цитируемость публикаций сотрудников аграрных образовательных учреждений (2019–2023 гг.)

**Fig. 4.** Citation of publications of employees of agricultural educational institutions (2019–2023)



(3219); ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет» (3001); ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет» (1520).

Общая картина по количеству авторов представлена на рисунке 3.

Важнейшим критерием научной значимости, научного рейтинга ученых и научных учреждений является цитируемость научных публикаций. Высокую цитируемость в РИНЦ имеют публикации сотрудников ФГБОУ

ВО «Кубанский государственный аграрный университет» (71 855), ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева» (56 148), ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет» (55 558), ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева» (54 874).

Общая картина с цитируемостью аграрных образовательных учреждений представлена на рисунке 4.

**Рис. 5.** Основные издания аграрных образовательных учреждений  
**Fig. 5.** The main publications of agricultural educational institutions



**Рис. 6.** Наличие электронных библиотек на сайтах вузов  
**Fig. 6.** Availability of electronic libraries



Результаты научной деятельности отражаются в разных видах изданий: научные труды и материалы все-российских и международных конференций (32 образовательных учреждения), монографии и статьи (23 образовательных учреждения). На веб-сайтах 48 организаций можно ознакомиться с архивом периодических научных изданий (вестники и т. д.). Учебные пособия в электронном виде размещены на веб-сайтах четырех аграрных образовательных учреждений.

Электронные научные издания есть у 17 образовательных учреждений (рис. 5).

Создание электронной информационной среды, развитие электронных ресурсов в настоящее время обязывают создавать и развивать электронные библиотеки. Там аккумулируются и хранятся научные издания. Электронные библиотеки есть практически у всех вузов, и они представлены на веб-страницах научных библиотек, являющихся их создателями. У восьми вузов веб-сайты или веб-страницы их научных библиотек либо не открываются, либо их нет. Авторизироваться на веб-сайте электронной библиотеки предлагают 15 вузов (рис. 6).

Ссылки на электронные библиотечные системы (ЭБС) есть на веб-сайтах 45 вузов.

Для повышения качества веб-страниц аграрных вузов следует унифицировать представление информации и наполнение контента однородных рубрик, развивать инновационные услуги, в том числе наукометрические исследования, давать ссылки на информационные ресурсы других библиотек отрасли для расширения объема информации [30].

Практически все вузы ведут совместные научные исследования, сотрудничают в образовательной деятельности с зарубежными партнерами. Информация о коллаборации российских аграрных вузов с иностранными отражена на сайтах 50 вузов. Международное сотрудничество вузов связано в первую очередь с развитием экспорта образовательных услуг через систему академической мобильности и совместных образовательных программ.

Результаты интеллектуальной деятельности (изобретения, полезные модели, базы данных, программы для ЭВМ, ноу-хау и др.) в вузе регламентируются патентно-лицензионным отделом. Патентную деятельность ведут 50 вузов АПК. Информация об этом представлена на веб-сайтах в соответствующих разделах.

Научно-исследовательская работа отражена практически на всех изучаемых веб-сайтах во вкладке «Наука» или «Научная деятельность». Эти разделы входят в структуру карты веб-сайта и идентичны по местоположению для разных вузов.

### Выводы/Conclusions

Все аграрные вузы ведут научную работу, освещают деятельность диссертационных советов, имеют научные периодические издания, предоставляют сведения о патентах, изобретениях.

Наукометрические показатели являются частью рейтинга вуза и оценкой его научной продуктивности.

Публикационная активность имеет большой разброс, по данным РИНЦ. Выявлены неоднородный подход к размещению информации на веб-сайте, некоторая фрагментарность материалов, отсутствие полной доступности архивов документов; разбросанность материалов по рубрикам веб-сайта. При этом иногда отсутствует инструмент поиска на веб-сайте.

Результаты научных исследований, представленные в электронном виде, желательно сделать более доступными в целях развития научных достижений, развивать электронные библиотеки, формировать открытые полнотекстовые базы данных научных публикаций.

Использование принципа открытости способствует обмену научными знаниями в свободном доступе, развитию перспективных исследований и более быстрому и эффективному внедрению научных достижений.

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

- Махотлова М.Ш., Карашаева А.С. Интеграционные взаимодействия аграрной науки и сельскохозяйственного производства. *Молодой ученый*. 2015; (20): 168–172. <https://www.elibrary.ru/uwmukf>
- Krasnova T.G., Dulesov A.N., Pozdnyakov A.K., Vilgelm A.S. Management peculiarities of integration development in the agricultural sector. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering*. 2021; 22049. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/2/022049>
- Spektor L., Khomutova E. Problems and prospects for the development of the agro-industrial complex in Russia. *E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Development and Modern Problems of Aquaculture" (AQUACULTURE 2022)*. EDP Sciences. 2023; 01058. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338101058>

### REFERENCES

- Makhotlova M.Sh., Karashayeva A.S. Integration interactions of agrarian science and agricultural production. *Young scientist*. 2015; (20): 168–172 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/uwmukf>
- Krasnova T.G., Dulesov A.N., Pozdnyakov A.K., Vilgelm A.S. Management peculiarities of integration development in the agricultural sector. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering*. 2021; 22049. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/2/022049>
- Spektor L., Khomutova E. Problems and prospects for the development of the agro-industrial complex in Russia. *E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Development and Modern Problems of Aquaculture" (AQUACULTURE 2022)*. EDP Sciences. 2023; 01058. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338101058>



4. Kholodova M.A. Theoretical foundations and principles of development of various forms of management in the agricultural sector of Russia in the new economic reality. *E3S Web of Conferences. 14<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2021*. 2021; 08060. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127308060>
5. Sandu I.S., Nechaev V.I., Chukin F.S. Main factors of scientific and technical development of Russian agricultural industries. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 012076. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/650/1/012076>
6. Zhuravleva L., Zarubina E., Ruchkin A., Simachkova N., Chupina I. Development of the agrarian and industrial complex of Russia through the use of new technologies. *E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Ensuring the Technological Sovereignty of the Agro-Industrial Complex: Approaches, Problems, Solutions" (ETSAIC2023)*. 2023; 05007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339505007>
7. Kondratieva O., Fedorov A., Slinko O. Assessment of innovative development of the agro-industrial complex. *Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference*. London, 2022; 012065. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/979/1/012065>
8. Moroz O., Medvedsky D. Digital potential of the Russian agro-industrial complex based on the results of technological innovations. *International Scientific and Practical Conference "From Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex" (IDSISA 2024)*. Les Ulis. 2024; 22008. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410822008>
9. Trukhachev V.I., Verzunova L.V., Migunov R.A. Potential of agricultural universities in the development of organic farming in Russia. *BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific and Practical Conference "AGRARIAN SCIENCE – 2023" (AgriScience2023)*. EDP Sciences. 2023; 14007. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236614007>
10. Antipina O., Rasputina A. Scientific support of the innovative development of agriculture in the Russian Federation: problems and solutions. *II International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-II-2023)*. Les Ulis Cedex A, France. 2023; 2012. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237102012>
11. Titovskaya N., Titovsky S., Ambrosenko N., Titovskaya T. Features of practical training of it — specialists for the agro-industrial complex. *E3S web of conferences. VIII International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-VIII 2023)*. EDP Sciences. 2023; 03015. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339003015>
12. Toshboev A., Ziddikov Z., Boltaev N. Prospects for the training development of qualified personnel in the agricultural education system: a case study from Tashkent state agrarian university, Uzbekistan. *E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023)*. 2023; 03037. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338903037>
13. Хлусова И.А., Ребезов М.Б., Хлусов В.Н. Дигитализация дополнительного профессионального аграрного образования на примере ФГБОУ ДПО РАКО АПК. *Россия, Европа, Азия: цифровизация глобального пространства. Сборник научных трудов I Международного научно-практического форума*. Ставрополь: Издательско-информационный центр «Фабула». 2018; 288–291. <https://www.elibrary.ru/adqhkhr>
14. Хлусова И.А. и др. Оценка уровня профессионального образования работников агропромышленного комплекса. *Фундаментальные исследования*. 2019; (5): 148–153. <https://www.elibrary.ru/jbokve>
15. Tyurin A., Shamshurin V. Computerized evaluation of publication effectiveness using application programming interfaces of citation databases. *AIP Conference Proceedings*. Izhevsk. 2023; 020028. <https://doi.org/10.1063/5.0110347>
16. 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](https://doi.org/10.15802/unilib/2021_248521)
17. Kotsemir M., Nefedova A., Dyachenko E. Publish more or publish differently? New aspects of relationship between scientific mobility and performance of young researchers. *18<sup>th</sup> International Conference on Scientometrics and Informetrics, ISSI 2021*. Leuven. 2021; 585–596. <https://www.elibrary.ru/qbdqye>
18. 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>
19. Ребезов М.Б., Виолин Б.В. Сравнительный анализ публикационной активности журнала «Аграрная наука» за 2022–2023 гг. *Аграрная наука*. 2024; (3): 38–49. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-38-49>
20. Трофимова И.Н. Публикационная активность в контексте целевых ориентиров научной политики: библиометрический анализ. *Научные и технические библиотеки*. 2023; (2): 59–79. <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2023-2-59-79>
21. Иванова А.Д., Евграфов А.А., Муругова О.В. Публикационная активность как приоритет в развитии вузов России. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки*. 2020; (3): 88–99. <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2020.3.6>
4. Kholodova M.A. Theoretical foundations and principles of development of various forms of management in the agricultural sector of Russia in the new economic reality. *E3S Web of Conferences. 14<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2021*. 2021; 08060. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127308060>
5. Sandu I.S., Nechaev V.I., Chukin F.S. Main factors of scientific and technical development of Russian agricultural industries. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 012076. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/650/1/012076>
6. Zhuravleva L., Zarubina E., Ruchkin A., Simachkova N., Chupina I. Development of the agrarian and industrial complex of Russia through the use of new technologies. *E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Ensuring the Technological Sovereignty of the Agro-Industrial Complex: Approaches, Problems, Solutions" (ETSAIC2023)*. 2023; 05007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339505007>
7. Kondratieva O., Fedorov A., Slinko O. Assessment of innovative development of the agro-industrial complex. *Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference*. London, 2022; 012065. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/979/1/012065>
8. Moroz O., Medvedsky D. Digital potential of the Russian agro-industrial complex based on the results of technological innovations. *International Scientific and Practical Conference "From Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex" (IDSISA 2024)*. Les Ulis. 2024; 22008. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410822008>
9. Trukhachev V.I., Verzunova L.V., Migunov R.A. Potential of agricultural universities in the development of organic farming in Russia. *BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific and Practical Conference "AGRARIAN SCIENCE – 2023" (AgriScience2023)*. EDP Sciences. 2023; 14007. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236614007>
10. Antipina O., Rasputina A. Scientific support of the innovative development of agriculture in the Russian Federation: problems and solutions. *II International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-II-2023)*. Les Ulis Cedex A, France. 2023; 2012. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237102012>
11. Titovskaya N., Titovsky S., Ambrosenko N., Titovskaya T. Features of practical training of it — specialists for the agro-industrial complex. *E3S web of conferences. VIII International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-VIII 2023)*. EDP Sciences. 2023; 03015. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339003015>
12. Toshboev A., Ziddikov Z., Boltaev N. Prospects for the training development of qualified personnel in the agricultural education system: a case study from Tashkent state agrarian university, Uzbekistan. *E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023)*. 2023; 03037. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338903037>
13. Khlusova I.A., Rebezov M.B., Khlusov V.N. Digitalization of additional professional agricultural education using the example of the Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education of the Russian Academy of Agriculture and Industrial Complex. *Russia, Europe, Asia: digitalization of the global space. Collection of scientific works of the I International Scientific and Practical Forum*. Stavropol: Publishing and information center "Fabula". 2018; 288–291 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/adqhkhr>
14. Khlusova I.A. et al. Assessment of the level of professional education of employees of the agro-industrial complex. *Fundamental research*. 2019; (5): 148–153 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/jbokve>
15. Tyurin A., Shamshurin V. Computerized evaluation of publication effectiveness using application programming interfaces of citation databases. *AIP Conference Proceedings*. Izhevsk. 2023; 020028. <https://doi.org/10.1063/5.0110347>
16. 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](https://doi.org/10.15802/unilib/2021_248521)
17. Kotsemir M., Nefedova A., Dyachenko E. Publish more or publish differently? New aspects of relationship between scientific mobility and performance of young researchers. *18<sup>th</sup> International Conference on Scientometrics and Informetrics, ISSI 2021*. Leuven. 2021; 585–596. <https://www.elibrary.ru/qbdqye>
18. 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>
19. Rebezov M.B., Violin B.V. Comparative analysis of publication activity of the journal "Agrarian Science" for 2022–2023. *Agrarian science*. 2024; (3): 38–49 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-38-49>
20. Trofimova I.N. Publication activity in the context of scientific policy targets: bibliometric analysis. *Scientific and technical libraries*. 2023; (2): 59–79 (in Russian). <https://doi.org/10.33186/1027-3689-2023-2-59-79>
21. Ivanova A.D., Evgrafov A.A., Murugova O.V. Publication activity as a priority in the development of Russian universities. *Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Socio-economic sciences*. 2020; (3): 88–99 (in Russian). <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2020.3.6>

22. Kalenov N., Sobolevskaya I., Sotnikov A. The role of the common digital space of scientific knowledge in the educational technology development. *International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics, IMSCI 2021*. 2021; 35–38. <https://www.elibrary.ru/cqyebb>

23. Артеменко Г.А. и др. Цифровая экономика и онлайн-образование: европейский опыт: коллективная монография. Редакторы: И.В. Пенькова, В.А. Королёв. Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет. 2020. ISBN: 978-5-9296-1046-2 <https://www.elibrary.ru/ynuwrw>

24. Бутенко Е.Д., Ребезов М.Б. 3.1. Образование как ключевая сфера веб-экономики. Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет. 2020; 210–224. <https://www.elibrary.ru/jcawyz>

25. Антопольский А.Б., Поляк Ю.Е., Усанов В.Е. О российском индексе веб-сайтов научно-образовательных учреждений. *Информационные ресурсы России*. 2012; (4): 2–7. <https://www.elibrary.ru/pbyjnh>

26. Платонов К.А. Анализ региональных структур научных сайтов РАН методами вебометрики (на примере анализа интернет-пространства Дальневосточного отделения РАН). *Научный сервис в сети Интернет: поиск новых решений. Труды Международной суперкомпьютерной конференции*. М.: Издательство МГУ. 2012; 646–651. <https://www.elibrary.ru/sxflhz>

27. Ханчук А.И., Наумова В.В. Информационное пространство Дальневосточного отделения РАН. *Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук*. 2009; (4): 122–129. <https://www.elibrary.ru/latamr>

28. Шокин Ю.И., Клименко О.А., Рычкова Е.В., Шабальников И.В. Рейтинг сайтов научных организаций СО РАН. *Вычислительные технологии*. 2008; 13(3): 128–135. <https://www.elibrary.ru/kmkoiz>

29. Непочатых А.Ю., Тимофеевская С.А. Анализ веб-сайтов аграрных высших учебных заведений России. *Экономика сельского хозяйства России*. 2023; (9): 48–53. <https://doi.org/10.32651/239-48>

30. Пирумова Л.Н., Ильина Л.В. Анализ веб-страниц библиотек на сайтах аграрных вузов России. *Библиотечно-информационный дискурс*. 2023; 3(1): 35–44. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8207706>

#### ОБ АВТОРАХ

##### Анна Юрьевна Непочатых

главный библиограф отдела аналитико-синтетической обработки документов  
nay@cnsnb.ru  
<https://orcid.org/0009-0006-0840-5194>

##### Светлана Алексеевна Тимофеевская

старший научный сотрудник отдела аналитико-синтетической обработки документов  
tsa@cnsnb.ru  
<https://orcid.org/0009-0006-7696-9637>

Центральная научная сельскохозяйственная библиотека  
(ФГБНУ ЦНСХБ),  
Орликов пер., 3Б, Москва, 107078, Россия

22. Kalenov N., Sobolevskaya I., Sotnikov A. The role of the common digital space of scientific knowledge in the educational technology development. *International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics, IMSCI 2021*. 2021; 35–38. <https://www.elibrary.ru/cqyebb>

23. Artemenko G.A. et al. Digital economy and online education: European experience: collective monograph. Editors: I.V. Penkova, V.A. Korolev. Stavropol: North Caucasus Federal University. 2020 (in Russian). ISBN: 978-5-9296-1046-2 <https://www.elibrary.ru/ynuwrw>

24. Butenko E.D., Rebezov M.B. 3.1. Education as a key area of the webeconomy. Stavropol: North Caucasus Federal University. 2020; 210–224 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/jcawyz>

25. Antopolsky A.B., Polyak Yu.E., Usanov V.E. On the Russian index of websites of scientific and educational institutions. *Information resources of Russia*. 2012; (4): 2–7 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pbyjnh>

26. Platonov K.A. Analysis of regional structures of scientific sites of the Russian Academy of Sciences by webometrics methods (using the example of the analysis of the Internet space of the Far Eastern Branch of the RAS). *Scientific service on the Internet: the search for new solutions. Proceedings of the International Supercomputer Conference*. Moscow: Moscow State University Publishing House. 2012; 646–651 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/sxflhz>

27. Khanchuk A.I., Naumova V.V. Information space of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences. *Vestnik of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences*. 2009; (4): 122–130 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/latamr>

28. Shokin Yu.I., Klimenko O.A., Rychkova E.V., Shabalinov I.V. Website rating for scientific research organizations of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences. *Computational technologies*. 2008; 13(3): 128–135 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/kmkoiz>

29. Nepochatykh A.Iu., Timofeevskaya S.A. Analysis of websites of agricultural higher educational institutions of Russia. *Economics of Agriculture of Russia*. 2023; (9): 48–53 (in Russian). <https://doi.org/10.32651/239-48>

30. Pirumova L.N., Ilyina L.V. Analysis of library webpages on the websites of agricultural universities in Russia. *Library & Information Discourse*. 2023; 3(1): 35–44 (in Russian). <https://doi.org/10.5281/zenodo.8207706>

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Anna Yurievna Nepochatykh

Chief Bibliographer of the Analytical and Synthetic Document Processing Department  
nay@cnsnb.ru  
<https://orcid.org/0009-0006-0840-5194>

##### Svetlana Alekseevna Timofeevskaya

Senior Researcher at the Department of Analytical and Synthetic Document Processing  
tsa@cnsnb.ru  
<https://orcid.org/0009-0006-7696-9637>

Central Scientific Agricultural Library,  
3B Orlikov lane, Moscow, 107078, 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 e-mail [agrovetpress@inbox.ru](mailto:agrovetpress@inbox.ru)

» В АГЕНТСТВЕ ПОДПИСКИ  
ООО «Урал-Пресс Округ»  
<https://www.ural-press.ru/catalog/>

» БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА  
НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ  
на отраслевом портале  
<https://agrarnayanauka.ru>

» ПОДПИСКА НА АРХИВНЫЕ НОМЕРА  
И ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ  
на сайте Научной электронной библиотеки  
[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)



# МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА-ФОРУМ «AGROBRICS+»



XXX МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА  
MVC: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ

**28-30 АПРЕЛЯ 2025 г.**  
**МОСКВА, ЭКСПОЦЕНТР, ПАВ. № 1**

## ПОДДЕРЖКА



МИНИСТЕРСТВО  
ИНОСТРАННЫХ ДЕЛ РФ



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО  
ХОЗЯЙСТВА РФ



КОМИТЕТ СОВЕТА ФЕДЕРАЦИИ РФ  
ПО АГРАРНО-ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ  
ПОЛИТИКЕ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЮ



ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ



ГОСУДАРСТВЕННАЯ ДУМА РФ



ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ  
ПАЛАТА РФ



МОСКОВСКАЯ  
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ  
ПАЛАТА



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ  
ПЕКАРЕЙ И КОНДИТЕРОВ (UIBC)

Более 30 союзов и ассоциаций

## ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ

- РАСТЕНИЕВОДСТВО И АГРОХИМИЯ
- ЗЕРНО
- КОРМА
- ВЕТЕРИНАРИЯ
- ЖИВОТНОВОДСТВО
- НЕПРОДУКТИВНЫЕ ЖИВОТНЫЕ
- АКВАКУЛЬТУРА
- БИОТОПЛИВО И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ
- ДРОНЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ
- АГРОТУРИЗМ
- РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Информационная поддержка более 60 СМИ

ДИРЕКЦИЯ ОРГКОМИТЕТА ВЫСТАВКИ

ТЕЛ.: +7 (495) 755-50-35, 755-50-38

E-MAIL: [INFO@EXPOKHLEB.COM](mailto:INFO@EXPOKHLEB.COM)

[WWW.MVCEXPO.RU](http://WWW.MVCEXPO.RU)





# Agros 2025 expo

## МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ АПК

Птицеводство | Свиноводство | Корма | Ветеринария  
Молочное и мясное животноводство | Племенное дело  
Полевое кормопроизводство | Кормозаготовка  
Комбикормовая промышленность | Хранение зерна

22-24 ЯНВАРЯ | МОСКВА | КРОКУС ЭКСПО

### ВЕДУЩИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И МИРОВЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ И ПОСТАВЩИКИ:

- ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ
- СОВРЕМЕННАЯ ГЕНЕТИКА
- КОРМА, КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ, ПРЕМИКСЫ
- ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

### НАСЫЩЕННАЯ ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА – СВЫШЕ 350 СПИКЕРОВ:

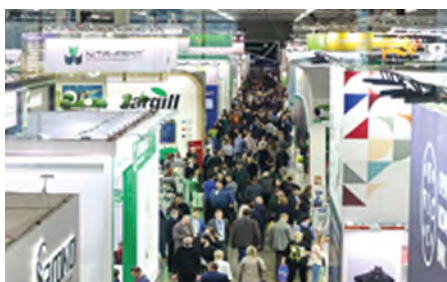
- БОЛЕЕ 60 КОНФЕРЕНЦИЙ, СЕМИНАРОВ, КРУГЛЫХ СТОЛОВ
- ВСЕГДА АКТУАЛЬНЫЙ, ПОЛЕЗНЫЙ КОНТЕНТ БЕЗ РЕКЛАМЫ
- ВСЕРОССИЙСКИЕ СЪЕЗДЫ И СОВЕЩАНИЯ
- ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ФОРУМ ФЕРМЕРОВ – ЗИМНЯЯ ТОЧКА  
ПРИТЯЖЕНИЯ ФЕРМЕРСКОГО СООБЩЕСТВА

НОВОЕ  
В 2025г.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ  
МЯСОПЕРЕРАБОТКИ

МУКОМОЛЬНОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МАСЛОЖИРОВОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ



«Выставка Агрос - №1 в животноводстве в России и, самое главное, она сделана для специалистов, представителей отрасли, аналитиков и экспертов»

Алексей Гордеев, заместитель Председателя Государственной Думы Федерального Собрания РФ

СОВМЕСТНО С

PotatoHorti  
2025 agritechexpo

800+ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ПОСТАВЩИКОВ  
21 000+ ПОСЕТИТЕЛЕЙ  
80+ МЕРОПРИЯТИЙ ПРОГРАММЫ  
600+ ЭКСПЕРТОВ

AGROS-EXPO.COM



Больше информации об участии в наших выставках:

Тел./WhatsApp: +7 (495) 128 29 59

E-Mail: [agros@agros-expo.com](mailto:agros@agros-expo.com)

Организатор: ООО «Агрос Экспо Групп»

САМАЯ  
АКТУАЛЬНАЯ  
ИНФОРМАЦИЯ  
О ВЫСТАВКЕ



# Анти-Контрафакт

@ Bayer

## Можно ли подделать качество продукции?

Нет, так как на продуктах компании Bayer есть особое подтверждение оригинальности.



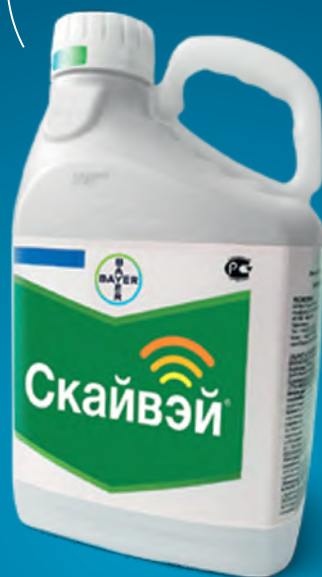
## Safety Seal

**Технология 3-го поколения** позволяет определить подлинность продукции благодаря защитному стикеру с QR-кодом на нашей упаковке

**Стикер с QR-кодом на канистре** упрощает проверку подлинности оригинальных семян и средств защиты растений Bayer и позволяет избежать подделок.

**Защитный стикер с QR-кодом размещается:**

- // на нижней части мешка
- // на крышке канистры/флакона



## Как это работает?

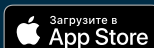
Стикер содержит голограмму с логотипом Bayer, цветную область и QR-код, который невозможно размножить/воспроизвести благодаря его уникальности. Этот QR-код необходимо сканировать с помощью мобильного приложения **Bayer CropScience Seal Scan**.

После сканирования QR-кода вы сразу же получите моментальное подтверждение подлинности продукции.

Воспользуйтесь приложением для проверки. Скачайте приложение **Bayer CropScience Seal Scan** из App Store и Google Play. Регистрация в приложении не требуется, загрузка бесплатная.



Скачать приложение



Горячая линия Bayer для аграриев: 8 (800) 234-20-15

Реклама, АО «Байер», ИНН 7704017596