

научно-теоретический и производственный журнал

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN
SCIENCE

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

3
2024



БЕСПЛАТНО
скачать журнал
и подписаться



Подпишитесь
на наш
Telegram канал!



МОЛОЧНЫЙ БИЗНЕС

Россия наращивает
объемы производства
молока

12

ВЕТЕРИНАРИЯ

Обзор эпизоотической
ситуации по хламидиозу
животных и птиц в РФ

57

ЭКОНОМИКА

Тенденции мирового
производства сахарной свеклы
и уровень потребления сахара

157

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXIX МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

МВС: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2024



19-21 ИЮНЯ

МОСКВА, ЭКСПОЦЕНТР, ПАВИЛЬОН № 7



СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ



РОССИЙСКИЙ
ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



АССОЦИАЦИЯ
«РОСРЫБХОЗ»



СОЮЗ
КОМБИКОРМЩИКОВ



СОЮЗРОССАХАР



НАЦИОНАЛЬНАЯ
ВЕТЕРИНАРНАЯ
АССОЦИАЦИЯ



АССОЦИАЦИЯ ПТИЦЕВОДОВ
СТРАН ЕВРАЗИЙСКОГО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА



СОЮЗ ПРЕДПРИЯТИЙ
ЗООБИЗНЕСА



АССОЦИАЦИЯ
«ВЕТБИОПРОМ»



АССОЦИАЦИЯ
«ВЕТБЕЗОПАСНОСТЬ»



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СОЮЗ
СВИНОВОДОВ



РОСПТИЦЕСОЮЗ



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР
МОСКОВСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ: ООО «ЭМ-ВИ-СИ»



ТЕЛ.: (495) 755-50-35, 755-50-38
E-MAIL: INFO@EXPOKHLEB.COM
WWW.MVCEXPO.RU



16+



XXXII МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЕТЕРИНАРНЫЙ КОНГРЕСС MVC 2024



10-12 АПРЕЛЯ 2024

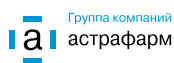
Конгресс-холл
Крокус Экспо.
Москва

ОБУЧЕНИЕ
ОТНОВ
ОБЩЕНИЕ



www.vetcongress.ru
infosupport@vetcongress.ru
+7 (495) 989 44 60

18+



3 · 2024

Agrarnaya nauka

Том 380, номер 3, 2024

Volume 380, number 3, 2024

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

© журнал «Аграрная наука»
© авторы

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
www.vetpress.ru
<https://agrarnayanauka.ru>
Реклама в журнале: +7 (927) 155-08-10

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС 77-76484 от 02 августа 2019 года.

На печатный журнал можно подписаться:
— в редакции по тел. +7 (495) 777 67 67, доб. 1453, agrovetpress@inbox.ru;
— в агентстве подписки ООО «Урал-Пресс Округ» — <https://www.ural-press.ru/catalog/>
Бесплатная подписка на электронную версию — <https://agrarnayanauka.ru>
Подписка на архивные номера и отдельные статьи — на сайте Научной электронной библиотеки www.elibrary.ru

Свободная цена.

Тираж 2000 экземпляров.
Подписано в печать 22.03.2024
Дата выхода в свет 29.03.2024

Отпечатано в типографии ООО «Объединенный полиграфический комплекс»: 115114, г. Москва, Дербеневская наб., д. 7, стр. 2, эт. 2, пом. I, к. 3-4. Тел. +7 (499) 130-60-19, info@opk.bz, <https://opk.bz>

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

Миколойчик 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.

Щербяков 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.

Козыменко 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.

3 - 2024

Agrarnaya nauka

Том 380, номер 3, 2024
Volume 380, number 3, 2024

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

© journal «Agrarian science»
© authors

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

Websites: www.vetpress.ru
<https://agrarnayanauka.ru>

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

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

You can subscribe to the print magazine:

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

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

Free subscription to the electronic version of the magazine — <https://agrarnayanauka.ru>
Subscription to archived issues and individual articles — on the website of the Scientific Electronic Library www.elibrary.ru

The circulation of 2000 copies.

Signed in print 22.03.2024
Release date 29.03.2024

The journal is printed in the printing house of United Printing Complex LLC:
7, building 2, fl. 2, room 1, Derbenevskaya embankment, Moscow 115114.
Tel. +7 (499) 130-60-19,
nfo@opk.bz, <https://opk.bz>

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, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, 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.

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 Aforestation 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, Ural'sk, 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

НОВОСТИ	8
СОБЫТИЯ ОТРАСЛИ, ТРЕНДЫ, НОВИНКИ	
Три вопроса эксперту. Защищаем зерновые культуры правильно	9
Оксана Князева: «Наша служба гарантирует качество и безопасность экспортируемой продукции»	10
Россия наращивает объемы производства молока	12
Профилактика дешевле лечения: как предотвратить болезни коров и телят	13
Добавки, защищенные от среды рубца: зачем и для чего	14
«ДектоПро» – надежное решение проблемы паразитозов у крупного рогатого скота	16
Среди важнейших достижений российских свиноводов – рост потребления свинины	18
В 2023 году закупки минеральных удобрений российскими аграриями выросли на 5%	19
Агросектор России – итоги и перспективы	20
Доля отечественных цветов на российском рынке составляет 17%	21
Количественное определение сальмонеллы на производственных площадках и перерабатывающих предприятиях методом ПЦР	22
Техническое сопровождение и правильная эксплуатация пропорциональных дозаторов-медикаторов	24
Программный подход к использованию подкислителей	27
Применение блокчейн-технологий для повышения прозрачности и прослеживаемости цепочек поставок сельскохозяйственной продукции	30
Использование смарт-контрактов на базе блокчейна для автоматизации и оптимизации процессов в сельском хозяйстве	32
ЮБИЛЕЙ	
«Жизнь человека не вечна, но наука и знания переступают пороги столетий»	34
ОТ РЕДАКТОРА	
Ребезов М.Б., Виолин Б.В. Сравнительный анализ публикационной активности журнала «Аграрная наука» за 2022–2023 гг.	38
ВЕТЕРИНАРИЯ	
Шастин П.Н., Якимова Э.А., Супова А.В., Савинов В.А., Ежова Е.Г., Хабарова А.В., Лаишевцев А.И. Антибиотикорезистентность и фагочувствительность листериозных патогенов	50
Шишкина М.С., Лобова Т.П., Михайлова В.В., Сковрцова А.Н., Зюзина С.В., Зиновьева О.Е. Обзор эпизоотической ситуации по хламидиозу животных и птиц на территории Российской Федерации за период с 2019 по 2021 год	57
Abdulmagomedov S.Sh., Bakrieva R.M. The use of vitamin complex in combination with chemotherapy in theileriosis of cattle	62
Луцай В.И., Солошенко Н.Ю., Нефедов А.М., Сибирцев В.Д., Руденко А.А., Руденко П.А. Микробный пейзаж при остром гнойно-катаральном послеродовом эндометрите у коров	66
Миронова И.В., Хабибуллин Р.М., Хабибуллин И.М. Морфологические изменения в печени бычков после применения адаптогенов	72
Ilyashenko A.N. The effect of <i>Bacillus</i> in the composition of the probiotic Natupro® against bacterial pathogenic strains <i>in vitro</i>	80
Тюрин Д.Г., Горфункель Е.П., Филиппова В.А., Лаптев Г.Ю., Новикова Н.И., Йылдырым Е.А., Ильина Л.А., Дубровин А.В., Дубровина А.С., Калиткина К.А., Заикин В.В., Пономарева Е.С., Савичева А.А., Патюкова Н.С. Развитие антибиотикорезистентности микроорганизмов у цыплят-бройлеров под влиянием ветеринарных антибиотиков и пробиотика	85
ЗООТЕХНИЯ	
Канев П.Н., Горелик О.В., Харлап С.Ю., Горелик А.С., Ребезов М.Б. Сопряженность продуктивных признаков молочного скота голштинской породы	92
Косилов В.И., Никонова Е.А., Юлдашбаев Ю.А., Рахимжанова И.А., Калякина Р.Г., Долгая М.Н. Влияние генотипа баранчиков на потребление и использование питательных веществ кормов рациона	98
АГРОНОМИЯ	
Дегтярева И.А., Рахманова Г.Ф. Ускоренная технология очистки нефтезагрязненных почв	104
Поцелай С.Н., Анищенко Л.Н., Семышев М.В., Атрошенко П.П. Почвы ксерофитных лугов Среднего Подесенья: к вопросам накопления органических веществ и биохимической активности	109
Исмагилов К.Р., Каюмова Р.Р. Стабильность и экологическая пластичность озимых зерновых культур в Республике Башкортостан	114
Кинчарова М.Н., Кинчаров А.И., Абдраев М.Р. Источники заражения зерна озимой пшеницы грибной инфекцией в лесостепи Самарской области	119
Свирина В.А., Черногаев В.Г. Влияние минерального питания и предшественников на урожайность и качество семян сои в звене севооборота	124
Бикбаева Г.Г., Исламгулов Д.Р. Результаты сортоиспытания конопли посевной в условиях Республики Башкортостан	129
Прудников А.Д., Прудникова А.Г., Перепичай М.И., Козлов Ю.В., Лякина О.А., Солнцева О.И., Мартынова К.В. Клевер луговой — важная кормовая культура в западной части Нечерноземной зоны	134
АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Ларионов Г.А., Каюкова О.В., Ятрусева Е.С. Воспроизведение технологии производства сыра «Российский» в лабораторных условиях в зависимости от качества молока	141
Яковченко Н.В., Анцыперова М.А. Перспективы применения пробиотических микроорганизмов при производстве ферментированных продуктов на соевой основе	149
РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА	
Кузнецова А.Р., Жолдокова Г.Е., Ахметьянова А.И., Кузнецов А.И. Тенденции мирового производства сахарной свеклы и уровень потребления сахара	157
Лушикова О.Л. Этноэкономика региона: особенности и перспективы развития (на примере Хакасии)	163
Новости из ЦНСХ	167

CONTENTS

NEWS 8

INDUSTRY EVENTS, TRENDS, NOVELTIES

Three 3 questions for the expert. How to protect grain crops correctly	9	ADS
Oksana Knyazeva: "Our service guarantees the quality and safety of exported products	10	
Russia is increasing milk production volumes.....	12	
How to prevent diseases of cows and calves	13	ADS
Supplements protected from the rumen environment	14	ADS
"DectoPro" is a reliable solution to the problem of parasitosis in cattle	16	ADS
Among the most important achievements of Russian pig farmers is the increase in pork consumption	18	
In 2023, purchases of mineral fertilizers by Russian farmers increased by 5%	19	
Agricultural sector of Russia – results and prospects	20	
The share of domestic flowers in the Russian market is 17%	21	
Quantitative determination of salmonella at production sites and processing plants using the PCR method.....	22	
Technical support and proper operation of proportional medicinal dispensers	24	ADS
Program approach to the use of acidifiers.....	27	
Application of blockchain technologies to increase transparency and traceability of agricultural supply chains.....	30	
Using smart contracts based on blockchain to automate and optimize processes in agriculture.....	32	

JUBILEE

"Human life is not eternal, but science and knowledge cross the threshold of centuries"	34
---	----

EDITOR'S COLUMN

Rebezov M.B., Violin B.V. Comparative analysis of publication activity of the journal «Agrarian Science» for 2022–2023	38
--	----

VETERINARY MEDICINE

Shastin P.N., Yakimova E.A., Supova A.V., Savinov V.A., Ezhova E.G., Khabarova A.V., Laishchev A.I. Antibiotic resistance and phage sensitivity listeriosis pathogens	50
Shishkina M.S., Lobova T.P., Mikhailova V.V., Skvortsova A.N., Zyuzgina S.V., Zinovieva O.E. Overview of the epizootic situation of chlamydia in the Russian Federation in 2019–2021	57
Abdulmagomedov S.Sh., Bakrieva R.M. The use of vitamin complex in combination with chemotherapy in theileriosis of cattle	62
Lutsay V.I., Soloshenko N.Yu., Nefedov A.M., Sibirtsev V.D., Rudenko A.A., Rudenko P.A. Microbial landscape in acute purulent-catarrhal postpartum endometritis in cows.....	66
Mironova I.V., Khabibullin R.M., Khabibullin I.M. Morphological changes in the liver of bulls after the use of adaptogens	72
Ilyashenko A.N. The effect of <i>Bacillus</i> in the composition of the probiotic Natupro® against bacterial pathogenic strains <i>in vitro</i>	80
Tyurina D.G., Gorfunkel E.P., Filippova V.A., Laptev G.Yu., Novikova N.I., Yildirim E.A., Ilyina L.A., Dubrovina A.V., Dubrovina A.S., Kalitkina K.A., Zaikin V.V., Ponomareva E.S., Savicheva A.A., Patyukova N.S. The development of antimicrobial resistance in broilers affected by veterinary antimicrobials and a probiotic administration...85	

ZOOTECHNICS

Kanev P.N., Gorelik O.V., Kharlov S.Yu., Gorelik A.S., Rebezov M.B. The conjugation of productive features of dairy cattle of the Holstein breed	92
Kosilov V.I., Yuldashbaev Y.A., Nikonova E.A., Rakhimzhanova I.A., Kalyakina R.G., Dolgaya M.N. The influence of ram genotype on the consumption and utilization of dietary feed nutrients.....	98

AGRONOMY

Degtyareva I.A., Rakhmanova G.F. Accelerated technology for cleaning oil-contaminated soils.....	104
Potsepai S.N., Anishchenko L.N., Semyshev M.V., Atroshenko P.P. Soils of xerophytic meadows of the Middle Podesen'ya: on the issues of accumulation of organic substances and biochemical activity	109
Ismagilov K.R., Kayumova R.R. Stability and ecological plasticity of winter grain crops in the Republic of Bashkortostan	114
Kincharova M.N., Kincharov A.I., Abdryaev M.R. Sources of fungal infection of winter wheat grain in the forest-steppe of Samara region.....	119
Svirina V.A., Chernogaev V.G. Influence of mineral nutrition and predecessors on the yield and quality of soybean seed in the crop rotation link	124
Bikbaeva G.G., Islamgulov D.R. The results of the variety testing of cannabis in the conditions of the Republic of Bashkortostan	129
Prudnikov A.D., Prudnikova A.G., Perepichay M.I., Kozlov Yu.V., Lyakina O.A., Solntseva O.I., Martynova K.V. Meadow clover is the most important forage crop in the western part of the Non-chernozem zone.....	134

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Larionov G.A., Kayukova O.V., Yatrushcheva E.S. Reproduction of the technology for the production of "Rossiysky" cheese in laboratory conditions, depending on the quality of milk	141
Iakovchenko N.V., Antsyperova M.A. Perspective of probiotic bacteria in the production of soy-based fermented products.....	149

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

Kuznetsova A.R., Zholdoyakova G.E., Akhmetyanova A.I., Kuznetsov A.I. Trends in world sugar beet production and sugar consumption levels.....	157
Lushnikova O.L. Regional ethnic economy: features and prospects of development (on the example of Khakassia)	163

News from CSAL.....	167
---------------------	-----



В ГОСДУМЕ ПРИНЯТ В ПЕРВОМ ЧТЕНИИ ЗАКОНОПРОЕКТ О БОРЬБЕ С РАСПРОСТРАНЕНИЕМ БОРЩЕВИКА

Как сообщает ТАСС, Госдумой в первом чтении принят законопроект об обеспечении защиты земель от произрастания инвазивных растений, в частности борщевика. Такие обязанности закрепляются за собственниками, землевладельцами, землепользователями и арендаторами земельных участков. Документ инициирован Правительством РФ. Согласно проекту закона кабмин будет определять перечень таких растений и мероприятия по борьбе с ними. Этот вид растений внесен в отраслевой классификатор сорных растений РФ и является особо опасным сорняком, отметила первый зампред Комитета ГД РФ по экономической политике, один из авторов законопроекта Надежда Школкина. Следует принять оперативные меры для уменьшения и полного уничтожения очагов произрастания борщевика, учитывая его широкое распространение, негативное воздействие на сельское хозяйство, биоразнообразие экосистемы в целом и неблагоприятное воздействие на человека, заключила она.

ИВАНОВСКАЯ ОБЛАСТЬ НАРАЩИВАЕТ ОБЪЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА

По итогам 2023 года объем производства молока во всех категориях ивановских хозяйств составил 163,8 тыс. т — на 4,1% больше, чем в 2022 году. Средний надой в расчете на одну корову молочного стада в сельхозорганизациях вырос на 6,2%, составив 7493 кг.

Как отметил член областного правительства, директор Департамента сельского хозяйства и продовольствия региона Сергей Бубнов, увеличению производства молока способствуют рост продуктивности в молочном животноводстве, модернизация и создание современных производств. В области за предыдущие шесть лет построены 13 молочных комплексов, реализованы проекты по модернизации 5 молочных ферм. Положительной динамике в отрасли способствуют и меры господдержки: в 2024 году ивановским аграриям направят субсидии на возмещение затрат на производство молока в размере 121 млн рублей.

Источник: официальный сайт Департамента сельского хозяйства и продовольствия Ивановской области

НА СТАВРОПОЛЬСКИХ ПОЛЯХ ОТМЕЧЕНО ЗНАЧИТЕЛЬНОЕ СНИЖЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ САРАНЧИ

В рамках видеосоветования руководства ФГБУ «Россельхозцентр» с филиалами по СКФО и ЮФО по вопросу недопущения массового распространения и миграции саранчовых вредителей в субъектах РФ в 2024 году руководитель Ставропольского филиала РСХЦ Ольга Кузнецова отметила значительное снижение численности саранчовых вредителей на полях Ставрополя.

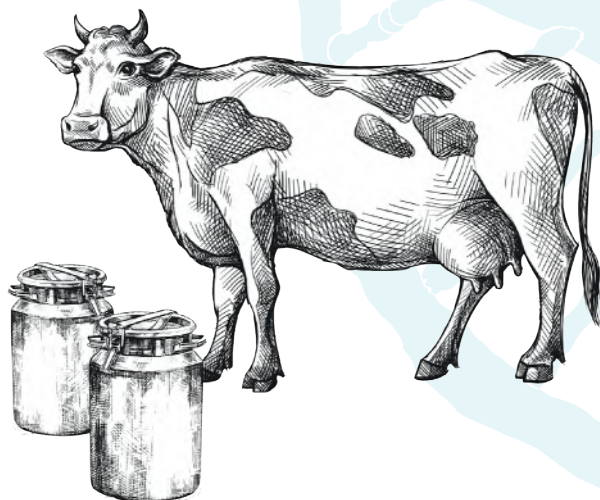
По данным Ольги Кузнецовой, пик роста численности саранчи пришелся на 2011–2012 и 2016–2017 гг., затем началось его снижение. Этому способствуют увеличение обработки земельных угодий, мониторинг запасов вредителей и совместная работа с Минсельхозом края по предупреждению их распространения, пояснила она.

Источник: официальный сайт филиала ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр» по Ставропольскому краю

helicon

Оснащение диагностических лабораторий «под ключ»

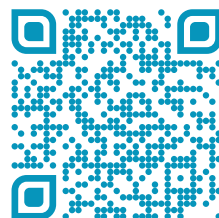
- Диагностика патогенов животных методом ПЦР и ИФА
- Определение достоверности происхождения племенных животных
- Генотипирование и геномная селекция
- Селекционный контроль качества молока



helicon

Единый телефон
8 800 770 71 21
бесплатный звонок по России

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





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 мероприятиях по защите зерновых культур.



1 Зерновые культуры поражаются многими болезнями и вредителями. Какую опасность они представляют?

Потери сильно влияют на чистый доход хозяйств, так как снижение валового дохода вызывает более резкое снижение чистого дохода хозяйства. Кроме снижения урожайности, они отрицательно влияют на качество зерна. Так, возбудители фузариоза колосьев ухудшают не только качество протеина, пекарные и кормовые свойства пшеницы, но образуют и микотоксины. С повышением специфической интенсивности возделывания зерновых, особенно пшеницы, поражение болезнями возрастает. Снижение потерь требует высокого уровня всех мероприятий по защите растений.

Зерновые поражаются грибными патогенами от прорастания до созревания. Возбудители тех или иных болезней сильно отличаются своими требованиями к температуре и влаге для инфекции и развития.

2 Расскажите о самых распространённых болезнях зерновых культур. Какие факторы к ним приводят?

Основными болезнями и факторами, способствующими им, являются:

мучнистая роса: умеренные температуры (18–20 °C) и высокая относительная влажность воздуха (от 50 до 100%); пораженные растительные остатки, падалица зерновых и пораженные соседние поля; слишком густые и засоренные посевы; переудобрение азотом; низменности и поймы рек; выращивание восприимчивых сортов;

ринхоспориоз (окаймленная пятнистость): прохладные температуры (10–20 °C), влажные места выращивания (частые увлажнения листьев дождями или росой); пораженные растительные остатки на поверхности почвы, падалица и пораженные соседние поля; плохое перепревание соломы, плохая обработка стерни, сокращенная схема обработки почвы; слишком высокая доля ячменя, особенно озимого, в севообороте; восприимчивые сорта ячменя; слишком ранний посев осенью или весной, особенно при прохладно-влажной погоде; переудобрение азотом;

сетчатая болезнь: влажная теплая погода в мае — июне (> 20 °C, относительная влажность — 70–90%); пораженные растительные остатки, особенно неперепревшая солома, падалица ячменя, пораженные соседние поля; минимальная обработка почвы; слишком ранний посев озимого ячменя; восприимчивые сорта ячменя; переудобрение азотом; применение регуляторов роста; влажная теплая погода в мае — июне; пораженные растительные остатки на поверхности почвы; минимальная обработка почвы; высокая доля пшеницы в севообороте и возделывание пшеницы после пшеницы; восприимчивые сорта пшеницы;

полосатая болезнь ячменя и красно-бурая пятнистость овса: влажная теплая погода в мае — июне; посев неперепревшего материала; пораженные растительные остатки и падалица зерновых; выращивание ячменя после ячменя или овса после овса; очень ранний посев ячменя; восприимчивые сорта;

желтая и серо-бурая пятнистость: теплая влажная погода; зараженный, неперепревший посевной материал; отсутствие обработки стерни; минимальная обработка почвы; нарушение правил севооборота; восприимчивые сорта;

септориоз листьев и колосьев или бурая пятнистость: прохладная влажная погода во время выхода в трубку; пораженные растительные остатки; посев пораженного неперепревшего посевного материала; восприимчивые сорта;

септориозная пятнистость листьев: прохладная влажная погода, частые осадки; пораженные растительные остатки; посев неперепревшего посевного материала; уменьшение числа обработок почвы; большая доля пшеницы в севообороте; слишком ранний посев озимой пшеницы; восприимчивые сорта; переудобрение азотом;

желтая ржавчина: раннее потепление весной и прохладная влажная погода (10–15 °C) в мае — июне; пораженность в предыдущем году; сохранившаяся жизнестойкость падалицы; ранний посев; высокая доля восприимчивых сортов в севообороте; высокие дозы азотных удобрений; выращивание озимых и яровых форм одного вида в соседстве;

бурая и карликовая ржавчины: теплая погода (18–25 °C) в мае — июне, несколько часов увлажнения листовой поверхности росой при длительном солнечном свете.

3 Как надежно защитить посевы зерновых от болезней?

Для защиты зерновых от болезней следует прибегнуть к мероприятиям интегрированной защиты растений, таким как:

соблюдение правильного севооборота; внесение сбалансированных минеральных удобрений, особенно азотных, в соответствии с потребностями растений зерновых;

качественная обработка стерни предшественника, тщательная основная и предпосевная обработки почвы;

выбор пригодных для данного региона возделывания сортов зерновых, устойчивых к болезням и другим факторам, к полеганию и прорастанию, с достаточной зимостойкостью;

предпосевное протравливание семян зерновых; соблюдение оптимальных сроков и глубины посева, норм высева;

щадящая уборка, сушка и хранение зерна, что особенно важно для посевного материала;

целенаправленная химическая борьба с болезнями.

Перед применением фунгицида необходимо:

Поставить диагноз.

Провести учет состояния посевов и определить устойчивость сорта.

Выбрать подходящий препарат.

Принять решение о сроке обработки и норме расхода препарата.

Читайте в следующем номере об особенностях питания зерновых культур в весенний период и целесообразности проведения внекорневых подкормок.

ГК «Шанс»

Тел. 8 (800) 700-90-36

shans-group.com

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

ОКСАНА КНЯЗЕВА: «НАША СЛУЖБА ГАРАНТИРУЕТ КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПОРТИРУЕМОЙ ПРОДУКЦИИ»

На площадке МИА «Россия сегодня» прошла пресс-конференция руководства Управления Россельхознадзора по Москве, Московской и Тульской областям, посвященная вопросам осуществления контрольно-надзорной и профилактической деятельности и итогам 2023 года.

В ходе мероприятия руководитель Управления Россельхознадзора по Москве, Московской и Тульской областям Евгений Антонов сделал акцент на значимости профилактических мер. Он рассказал, что в 2023 году были проведены 206 плановых проверок, включающих ветеринарный надзор в отношении объектов чрезвычайно высокого и высокого риска и фитосанитарный надзор пестицидов, агрохимикатов, 371 внеплановая проверка, выдано 208 предупреждений и более 5000 предостережений. Важная задача Управления — поддержание базы данных объектов государственного надзора с их категорированием по степени риска причинения вреда охраняемым законом ценностям, сообщил спикер. «Так, к началу прошлого года у нас в реестре было 100 тысяч объектов, а сейчас 134 тысячи», — уточнил он. Основным инструментом контрольно-надзорной деятельности Управления является лабораторный контроль, отметил Евгений Антонов. По его данным, в 2023 году было отобрано свыше 150 тыс. проб (из них более 130 тыс. проб составил фитосанитарный мониторинг, 5500 проб — пищевой, более 12 тыс. проб — эпизоотический мониторинг, около 1500 проб — земельный надзор). «В случае если продукция в результате лабораторного исследования определяется как небезопасная, принимается решение о приостановлении, прекращении или признании недействительной декларации соответствия», — пояснил спикер. Он отметил эффективность работы ФГИС «Меркурий», ставшей, по его словам, «по-настоящему рабочим инструментом ветеринарного



надзора Управления». «Хороший результат получен и от внедрения в работу системы пилотных аналитических модулей искусственного интеллекта. Самой системой «Меркурий» в 2023 году выявлено более 6000 нарушений», — проинформировал Евгений Антонов.

Руководитель Управления особо выделил вопрос фитосанитарного контроля, отметив, что с начала СВО логистика поставок импортной подкарантинной продукции, прежде всего плодоовощной, стала иной. «Однако сейчас уже очевидно, что ни объем, ни ассортимент продукции в худшую сторону не изменились. Основными поставщиками остаются Иран, Азербайджан, Узбекистан, Турция. Особое внимание мы уделяем оформлению семенного и посадочного материала. Еще отмечу, что по сравнению с 2022 годом (да и прошлыми годами) на 32% увеличился экспорт подкарантинной продукции из наших регионов. Мы экспортируем продукцию в страны Таможенного союза, Китай, Азербайджан, Индию и ряд других стран. Основными видами являются продукты переработки зерна, в их числе крупы, мука, солод», — сказал он.

В 2023 году сотрудниками Управления в ходе проведения пограничного ветеринарного контроля в пунктах пропуска через государственную границу Российской Федерации и в местах полного таможенного оформления были проконтролированы и оформлены 16 500 партий основных подконтрольных Госветнадзору грузов общим объемом 260 тыс. т, сообщила заместитель руководителя Управления Оксана Князева. Согласно ее данным, при сравнении поставок



импортной продукции (включая мясную, рыбную, молочную, а также корма, лекарственные средства и прочие грузы) за аналогичный период 2022 года отмечается снижение на 28%. «Общий объем поставок составил 118 тысяч тонн, — сказала спикер. — Большая часть импортных грузов (56 тысяч тонн) — рыба и морепродукты, поступающие из Ирана, Турции, Китая, Индии, Марокко. Причем объем поставок рыбы и морепродуктов в 2023 году вырос (относительно показателей 2022 года) на 14%. При этом отмечается снижение на 40% показателей по кормам для животных, в значительных объемах из года в год поступающих в регионы ответственности Управления из стран Евросоюза и Китая, что обусловлено в первую очередь снижением спроса на импортные корма и увеличением их производства на внутреннем рынке. Так, по данным ФГИС "Меркурий", в прошлом году на территории Московского и Тульского регионов было произведено порядка 400 тысяч кормов. Что касается ввоза в нашу страну пищевого яйца, то могу с уверенностью отметить: поставки на территорию РФ осуществляются регулярно. Например, нашим Управлением с конца 2023 года (эти поставки начались в декабре) было оформлено 4,5 миллиона яиц, которые поступили из Азербайджана и Турции. От каждой такой партии мы проводим отбор проб для подтверждения качества и безопасности (данные исследования проводятся в аккредитованных Россельхознадзором лабораториях). Поэтому с учетом проведенного госветконтроля российский потребитель может быть абсолютно уверен в качестве и безопасности поступающего к нам пищевого яйца».

При сравнении экспорта животноводческих грузов с показателями за аналогичный период 2022 года отмечается увеличение на 11% (их общий объем составил порядка 140 тыс. т), сообщила Оксана Князева. Она отметила, что большую часть экспорта составляет мясная продукция, а основные его направления — Китай, Гонконг, Вьетнам, ОАЭ. «Требования, которые мы предъявляем для импортируемых товаров, в равной степени применяются для экспортируемой продукции, — сказала спикер. — Выдавая экспортные сертификаты, наша служба гарантирует качество и безопасность экспортируемой продукции, в том числе это подтверждается результатами лабораторных исследований».



Заместитель руководителя Управления рассказала о работе по контролю за вывозом владельцами животных-компаньонов (кошек, собак) и популяризации сервиса подачи предварительных заявок для оформления документов на вывоз животных в электронной системе Ecert. «В прошлом году нашими специалистами были оформлены 35 тысяч животных-компаньонов», — сообщила она.

«В 2023 году Управлением проведены 295 обследований хозяйствующих субъектов на соответствие требованиям Евразийского экономического союза (ЕАЭС) и третьих стран, в результате 205 предприятий были рекомендованы для включения в реестр экспортеров, — отметила Оксана Князева. — На сегодняшний день в список предприятий-экспортеров по трем нашим регионам включены порядка 1000 предприятий, из них 300 — по переработке животноводческой продукции, 700 — по хранению. Продукция предприятий-экспортеров регулярно подвергается пищевому мониторингу. В частности, в прошедшем году нами было отобрано почти 700 проб». Она напомнила, что в марте 2023 года вступило в силу Постановление Правительства РФ от 01.11.2022 № 1952, в котором «сформулированы и регламентированы все основные требования, предъявляемые при проведении ветеринарно-санитарных обследований предприятий, заинтересованных в экспорте продукции отечественных производителей». По словам спикера, представленный

в документе порядок строго обязывает к выполнению и соблюдению требований третьих стран и сроков проведения аудитов предприятий, что позволяет проводить процесс аттестации более эффективно, в результате чего повышаются уровень качества российской экспортной продукции и ее конкурентоспособность. «И конечно, следует отметить, что в конце 2023 года между Россельхознадзором и Главным таможенным управлением Китая был подписан протокол на поставку свинины и кормов для непродуктивных животных, который позволяет начать поставку данных видов продукции в КНР, обязывает российских производителей более тщательно относиться к выполнению требований международных соглашений и повышать уровень качества продукции, в том числе и на внутреннем рынке», — заключила она.

Ю.Г. Седова



РОССИЯ НАРАЩИВАЕТ ОБЪЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА

Ключевые приоритеты и риски дальнейшего развития отрасли обсудили участники XV съезда Национального союза производителей молока, прошедшего в рамках Первого форума лидеров молочной индустрии 23 января в Москве. В работе мероприятия традиционно принял участие министр сельского хозяйства РФ Дмитрий Патрушев.

РФ последние пять лет уверенно демонстрирует рост производства сырого молока. Так, в прошлом году, по предварительным данным, его объем достиг 33,5 млн т, практически на 500 тыс. т превысив показатель 2022 года, сообщил глава Минсельхоза России Дмитрий Патрушев в ходе своего выступления на съезде. В 2023 году фиксировался рост производства по основным категориям молочной продукции, составив по производству сливок почти 21%, сыров — 16%, мороженого — 12%, сухих молочных продуктов — 8%, что повышает самообеспеченность нашего рынка молоком и молочной продукцией, отметил он. По словам министра, всё это стало возможным благодаря слаженной работе молочного бизнеса и действиям, предпринимаемым Правительством РФ, в том числе по поручению президента страны, по комплексной поддержке отрасли. «У нас в последние годы растет продуктивность в молочном животноводстве. Достаточно серьезно выстроена работа по созданию современных производств, соответствующих духу времени. В частности, за последние пять лет введено более 900 молочных современных комплексов, которые работают с большой продуктивностью и являются залогом будущих хороших объемов производства этого продукта», — сказал он. Стабильные объемы производства позволяют удовлетворять растущий внутренний спрос и укреплять экспорт. Как результат, в прошлом году внешние поставки отечественной молочной продукции увеличились почти на треть, открылись три новых рынка: Пакистан, Гонконг, Афганистан, отметил Дмитрий Патрушев. «Сейчас мы поставляем нашу молочную продукцию уже в 73 государства», — уточнил он.

Министр сделал акцент на вопросах контроля качества продукции, выделив работу ФГИС «Меркурий». Он сообщил, что в 2023 году эта система позволила вывести из оборота 104 тыс. т фальсифицированной молочной продукции и выявила около 2000 переработчиков, производивших продукцию из неподтвержденного сырья. «Когда "Меркурий" начинал работать, выявлялись предприятия-фантомы (по сути дела, таких предприятий вообще не было), которые изготавливали продукцию неизвестно из чего и неизвестно где, а сейчас, насколько я понимаю, подобных примеров у нас практически нет», — резюмировал спикер.

Дмитрий Патрушев заострил внимание на мерах господдержки, отметив ежегодный рост финансирования данного направления. Так, если в 2020 году на поддержку отрасли было направлено 38 млрд руб., то в прошлом году, по предварительным данным, с учетом всех корректировок — уже более 61 млрд руб., проинформировал он. «Несмотря на непростую текущую ситуацию, мы сохраняем все направления краткосрочного и инвестиционного кредитования. На мой взгляд, в рамках



достаточно ограниченного бюджета важно, чтобы отрасль имела возможность пользоваться длинными и короткими кредитными деньгами. Напомню: в 2023 году стали доступны инвесткредиты на строительство и модернизацию мощностей для производства лечебного питания. Кроме того, до 12 лет увеличен срок по кредитам для предприятий, производящих закваски», — сказал спикер. Он отметил, что в прошлом году правительство по инициативе Минсельхоза, учитывая высокую значимость молочного направления, приняло решение предусмотреть возможность возмещения до 70% затрат на приобретение и ввод в эксплуатацию маркировочного оборудования. «В отборе на капексы осенью прошлого года были одобрены 245 заявок на компенсацию на маркировочное оборудование на сумму почти два миллиарда рублей», — уточнил министр. Он отметил, что межведомственное согласование прошел проект постановления о возмещении до половины объема затрат на приобретение техники и оборудования при модернизации ферм для расширения мощностей от 1000 голов. «Утверждение документа ожидается приблизительно через месяц», — добавил Дмитрий Патрушев.

Спикер отметил необходимость дальнейшей интенсификации производства и внедрения передовых технологий в молочной отрасли, достижения импортонезависимости, прежде всего по племенной продукции. Для развития племенной работы есть специальная субсидия и льготные инвесткредиты, уточнил он. Кроме того, в 2024 году в четырех регионах в тестовом режиме запущена информационно-аналитическая система племенных ресурсов, что позволит совершенствовать генетический материал поголовья, добавил министр. На усиление качественных характеристик молочного КРС нацелена и одна из подпрограмм ФНТП, принятая в 2023 году. До 2030 года в нее совокупно планируется направить более 5 млрд руб., заключил он.

Ю.Г. Седова

ПРОФИЛАКТИКА ДЕШЕВЛЕ ЛЕЧЕНИЯ: КАК ПРЕДОТВРАТИТЬ БОЛЕЗНИ КОРОВ И ТЕЛЯТ

Серьезным препятствием для роста продуктивных показателей КРС по молоку и мясу часто становятся сезонные заболевания молодняка и взрослых животных. В этом ряду и бронхолегочные проблемы, и расстройства пищеварения, и гельминтозы, и кормовые токсикозы. Предотвратить заболевания и сохранить здоровье животных естественным путем помогут лизунцы-солеблоки профилактической серии «Фелуцен».



Минерально-солевые лизунцы «Фелуцен» от Группы компаний «Агровит» — «Капитал-Прок» давно известны не только в России, но и за ее пределами и с успехом используются как в крупных производствах, так и в фермерских хозяйствах и ЛПХ.

Оптимальная плотность прессовки лизунцов, в отличие от рассыпной соли, позволяет стимулировать наибольшую активность слюнных желез, обильное выделение слюны, нормализовать процесс руминации и обеспечить полноценное усвоение протеина грубых кормов. Лизунцы профилактической серии — это не только необходимый солевой бонус к ежедневному рациону КРС, но и эффективная профилактика многих заболеваний за счет специальных натуральных добавок. Поговорим сегодня о продуктах профилактической серии «Фелуцен».

Начнем с самого актуального в зимне-осенний период. Лизунец «Бронхофит» с натуральными экстрактами солодки, мяты, аниса недавно появился на рынке, но уже отлично зарекомендовал себя в профилактике и комплексной терапии бронхолегочных заболеваний КРС. Они часто случаются у коров и молодняка при прохладной сырой погоде и сквозняках, причем телята переносят болезнь тяжело и потом еще долго отстают в росте. Самостоятельное регулярное слизывание лизунца с фитокомпонентами стимулирует иммунитет животных, облегчает состояние при бронхите, пневмонии, способствует быстрому выздоровлению, кроме того, идеально восполняет суточную потребность в поваренной соли, жизненно необходимой для здорового пищеварения.

Еще один полезный и удобный в применении продукт — лизунец «Мультисорбент» с активированным углем. В пастбищный сезон, особенно при освоении новых пастбищ, коровы часто подвергаются риску кормового токсикоза из-за поедания ядовитых растений (хохлатки, калужницы, лютика и др.), а в стойловый период могут пострадать от микотоксинов из подгнивших или заплесневевших кормов. В результате кормовых отравлений у животных появляются расстройства ЖКТ, судороги, нарушения сердечной деятельности и дыхания, увеличивается яловость, а некоторые микотоксины способны проникать в мясо и молоко. Лизунец с активированным углем — это незаменимый инструмент для нейтрализации кормовых токсинов и профилактики отравлений. Активированный уголь в составе лизунца отлично поедается животными и облегчает введение в рацион этой лечебно-профилактической добавки. Просто закрепите лизунцы на пастбище или в кормушках, а животные будут самостоятельно слизывать лизунец,

одновременно получая суточную норму соли и необходимый адсорбент.

Огромной проблемой в пастбищный период являются гельминтозы у КРС, ослабляющие организм и снижающие продуктивность. Личинки гельминтов от зараженного животного с мясом и молоком могут передаваться и человеку. Вот почему необходимо вовремя предпринять необходимые профилактические меры.

Отличный способ профилактики гельминтозов — минерально-солевой лизунец «Антигельминтный». Это натуральная альтернатива химическим лекарственным препаратам, имеющим целый ряд побочных эффектов и противопоказаний. В состав продукта входят растительные антипаразитарные компоненты, поваренная соль + + жизненно важные минералы (кальций, фосфор, сера, медь). Регулярное применение лизунца дает возможность не только естественным путем оздоровить стадо, но и повысить суточный удой молока, ускорить рост мясного скота. Лизунец обладает антигельминтными и противомикробными свойствами, нейтрализует токсическое воздействие продуктов жизнедеятельности гельминтов на печень, регулирует водно-солевой обмен, улучшает состояние копыт и шерстного покрова.

И наконец, наша уникальная разработка — лизунец «Янтарный» на основе соли с добавлением мощнейшего природного энергетика и иммуномодулятора — янтарной кислоты. Лизунец рекомендовано давать коровам для профилактики простудных и инфекционных заболеваний, укрепления общего иммунитета, при стрессах, в транзитный период — для предупреждения послеродовых осложнений. Янтарная кислота способствует выводу из организма нитратов и радионуклидов, поэтому лизунец с успехом используется в экологически неблагоприятных регионах для получения чистой продукции животноводства.

В отличие от введения ветеринарных препаратов, молоко и мясо после применения лизунцов можно употреблять в пищу без карантинного периода. Лизунцы очень удобны в хозяйствах: долго сохраняют форму, не требуют дозирования, экономят трудозатраты персонала, заменяются по мере необходимости.

Как известно, профилактика всегда дешевле лечения. Лизунцы профилактической серии «Фелуцен» — это натуральная альтернатива химическим лекарственным препаратам без ограничений и по доступной цене.

Владимир Тихонов, ветеринарный врач

Тел. 8 (800) 200-38-88 (звонок по России бесплатный)
agrovit87.ru, prok.ru

На правах рекламы

СОБЫТИЯ ОТРАСЛИ, ТRENDS, NOVELTIES

ДОБАВКИ, ЗАЩИЩЕННЫЕ ОТ СРЕДЫ РУБЦА: ЗАЧЕМ И ДЛЯ ЧЕГО

Генетический потенциал современных молочных коров определяет высокий уровень их продуктивности и вместе с тем требует основательного пересмотра привычной системы кормления стада.



Одних только сыпучих кормов и концентратов, пусть даже самого высокого качества, для сбалансированного рациона, отвечающего потребностям высокопродуктивной коровы в питательных веществах, недостаточно. По этой причине ведется постоянный поиск решений в сфере кормления, которые позволили бы в полной мере раскрыть потенциал продуктивности коровы без угрозы возникновения метаболических заболеваний и наряду с этим улучшить показатели воспроизводства.

Известно, что наиболее проблемным периодом в кормлении высокопродуктивных молочных коров является транзитный период, который определяет выработку молока на протяжении всей грядущей лактации. Ошибки в кормлении в это время влияют не только на последующие удои, но и прежде всего на здоровье животных, причем не только коров, но и телят.

Исследования показали, что оптимальное использование кормовых добавок в рационе коров повышает продолжительность их жизни и сокращает затраты энергии и белка на получение продукции, что в конечном счете улучшает экономические показатели молочного животноводства, а также способствует снижению вредного воздействия на окружающую среду за счет сокращения объемов выделения непереваренных питательных веществ и эмиссии парниковых газов.

Правильное использование кормовых добавок в рационе высокопродуктивных коров является сложной задачей из-за их широкого ассортимента и спектра действия. Сегодня речь поведем о защищенных видах компонентов кормовых рационов дойного стада.

Характерной особенностью таких продуктов является то, что они не поддаются воздействию микрофлоры рубца, но очень хорошо расщепляются в тонкой кишке. Группу добавок, защищенных от переваривания в рубце, составляют аминокислоты, белки и жиры, прошедшие специальную обработку. У каждого компонента своя защита. Так, защищенный белок образуется в результате экструдирования соевого, рапсового или подсолнечного шрота, а также в результате их обработки формальдегидом или кsilозой. Аминокислоты от расщепления в рубце защищают путем покрытия смесью жира и кальция, жира и белка, только жиром. Кроме того, для создания защищенных аминокислот используют высокотемпературное воздействие.

Наиболее важные преимущества байпасного (транзитного) белка — повышенная эффективность переваривания корма, улучшение качества получаемого молока, увеличение количества белка и β -казеина в нем.

Что касается аминокислот, то исследователи обнаружили: добавление в рацион коров лизина, метионина и гистидина, защищенных от микрофлоры рубца,

приводит к увеличению производства молока примерно на 3,3 кг в сутки и к росту содержания белка в молоке в общей сложности на 0,13 кг в сутки. Использование защищенных аминокислот, всасывающихся в тонкой кишке, сокращает интервал между отелами за счет улучшения оплодотворяемости коров.

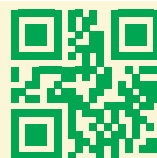
Высокопродуктивным коровам, испытывающим дефицит энергии в начале и середине лактации, рекомендуется давать защищенные жиры, которые помогают предотвратить одно из самых дорогостоящих заболеваний — кетоз. Наиболее распространенной формой защиты источников поступления жира являются кальциевые соли жирных кислот, устойчивые к воздействию среды рубца и расщепляющиеся в двенадцатиперстной кишке. Согласно исследованиям Лоренца и других ученых, использование защищенного жира в рационе молочных коров на первом этапе лактации приводит к улучшению энергетического баланса и увеличению надоев молока (примерно на 0,9 кг в сутки). Доказано, что добавление кальциевых солей полиненасыщенных жирных кислот в рацион коров повышало уровень прогестерона в крови, помогая поддерживать стельность в первые несколько дней после осеменения. Добавление защищенного жира в рацион коров в начале лактации сокращает интервал между отелом и первой охотой.

Высокие надои молока у коров, помимо прочего, требуют получения с рационами достаточного количества витаминов, необходимых для полноценного функционирования организма. В4 (холин) — один из наиболее значимых для КРС витаминов — имеет очень широкое применение и воздействие на молочных коров. Его в рационы вводят тоже в защищенной от рубца форме — в виде холин хлорида. Балди и Пиннотти (2006 г.) показали, что добавление холин хлорида в рацион питания привело к увеличению удоя коров на 7%. Аналогичным образом Мохсен и др. (2011 г.) сообщили, что добавление в корм холин хлорида в количестве 15 г и 30 г в сутки увеличивало надой молока на 8,6% и 11,5% соответственно, а содержание жира в молоке — на 3,5% и 5,3%. Кроме того, подтверждено, что употребление витамина В4 улучшает здоровье, увеличивает надой. Согласно Пиннотти и др. (2005 г.), холин улучшает транспорт липидов в крови, тем самым снижая риск жировой дистрофии печени и субклинического кетоза.

Александр Иващенко,

начальник лаборатории эффективных кормов «ЭФКО»

smartfarm@efko.ru
www.smartfarming.ru
<https://t.me/agrosmartfarming>
+7 (980) 520-05-10
+7 (980) 320-20-10



На правах рекламы

1 ЭФФЕКТИВНЫЕ КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ

ЗАЩИЩЕННЫЕ ЖИРЫ – КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ, КОТОРЫЕ НЕ ПОДВЕРГАЮТСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ МИКРООРГАНИЗМОВ В РУБЦОВОМ ОТДЕЛЕ ЖЕЛУДКА, А УСВАИВАЮТСЯ НЕПОСРЕДСТВЕННО В КИШЕЧНИКЕ ЖИВОТНОГО

- **ULTRA FEED F** – гидрогенизированный жир
- **EXTRA FEED F** – фракционированный жир
- **CALCI FEED MAX** – кальциевые соли жирных кислот

ЗАЩИЩЕННЫЕ ПРОТЕИНЫ – КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ, ФОРМУЛА БЕЛКА КОТОРЫХ УСТОЙЧИВА К ВОЗДЕЙСТВИЮ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ РУБЦОВОЙ МИКРОФЛОРЫ И НЕСПОСОБНА К РАСПАДУ НА СОСТАВЛЯЮЩИЕ: АММИАК И УГЛЕРОДНУЮ ЦЕПОЧКУ

- **EFKOFEEED PRO SB 95** – шрот соевый с защищенным белком
- **EFKOFEEED PRO SF 90** – шрот подсолнечный с защищенным белком
- **EFKOFEEED PRO OPTIMUM** – шрот подсолнечный и соевый с защищенным белком

2 ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- **СЕЛЕКЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МОЛОКА**
(с помощью анализатора молока DairySpec Combi производительностью 3000 проб/день)
- **КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ МОЛОКА СЫРОГО И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**
(по ГОСТ Р 52054 «Молоко коровье сырое» и ГОСТ 31449 «Молоко коровье сырое», по требованиям Технических регламентов Таможенного союза, а также выявление фальсификации немолочными компонентами)
- **ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРМОВ, КОРМОВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ**
ИК-анализ на анализаторе корма NIRS DS 2500 FOSS и методы аналитической «мокрой» химии

3 СЕРВИС И СОПРОВОЖДЕНИЕ КЛИЕНТОВ

- Выездной сервис для отбора и доставки проб в лабораторию
- Выездной сервис по комплексной оценке текущего состояния молочного комплекса, условий содержания животных, кормовой базы, рационов, состояния здоровья стада, уровня продуктивности и рентабельности кормления
- Предоставление рекомендаций по решению текущих задач на ферме
- Расчет рационов для КРС

smartfarm@efko.ru
www.smartfarming.ru
+7 980-320-20-10
+7 980-520-05-10



«ДЕКТОПРО» — НАДЕЖНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПАРАЗИТОЗОВ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Паразитозы крупного рогатого скота — серьезная проблема, с которой сталкиваются как мелкие фермерские хозяйства, так и крупные агрокомплексы.



В средней полосе у крупного рогатого скота наиболее часто встречаются нематодозы: стронгилятозы пищеварительного тракта, неоаскариоз, телязиоз. С первых дней пастбищного сезона не менее актуальной проблемой становится и борьба с подкожными оводами, вызывающими гиподерматоз. Гиподерматоз приводит к снижению аппетита, удоев животных, снижаются привесы и качество мяса. Личинки оводов травмируют кожный покров, что ведет к ухудшению качества кожевенного сырья.

Для успешной борьбы с паразитами предпочтение следует отдавать противопаразитарным препаратам с широким спектром действия, которые будут эффективными как против гельминтов, так и эктопаразитов, обладать пролонгированным действием и обеспечивать длительную защиту организма от реинвазии.

Сегодня на рынке есть «ДектоПро» — современный противопаразитарный препарат широкого спектра действия с гарантированной защитой от реинвазии 28 (!) дней.

Действующее вещество «ДектоПро» — дорамектин 1% — относится к последнему классу макроциклических лактонов, обладает пролонгированным инсектицидным, нематодоцидным и акарицидным действием, активен против нематод желудочно-кишечного тракта, легких, подкожной клетчатки, личинок оводов, а также вшей, кровососок, саркоптоидных и иксодовых клещей у животных. «ДектоПро» легко всасывается из места введения, накапливается в тканях, подверженных воздействию паразитов, где его терапевтическая

концентрация поддерживается до 28 дней, обеспечивая защиту животных от паразитарных заболеваний и реинвазии.

«ДектоПро» назначают крупному рогатому скоту для лечения и профилактики заболеваний, вызываемых: нематодами желудочно-кишечного тракта, легких; при заболеваниях, слезных протоков и конъюнктивальной полости; при гиподерматозах; при заболеваниях, вызываемых чесоточными, иксоовыми и аргасовыми клещами, власоедами, вшами.

«ДектоПро» технологичен, крупному рогатому скоту вводится подкожно в область шеи в дозе 1 мл / 50 кг однократно. Препарат хорошо переносится животными и позволяет комплексно решить проблему паразитозов на ферме.

«ДектоПро» — препарат выбора для современного ветеринарного врача.



НОВАЯ ГРУППА

ООО «Новая группа»

141700, Московская обл.,

г. Долгопрудный, ул. Виноградная, д. 13

www.groupnew.ru

Тел. +7 (495) 221-01-59

ДЕКТОПРО

НГ НОВАЯ ГРУППА

- ✓ КУРС — 1 ИНЪЕКЦИЯ!
- ✓ ЭФФЕКТИВЕН ПРОТИВ ЭКТО- И ЭНДОПАЗИТОВ
- ✓ ЗАЩИТА ОТ РЕИНВАЗИИ — 28 ДНЕЙ
- ✓ ПРЕОДОЛЕВАЕТ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ К РАНЕЕ ИСПОЛЬЗУЕМЫМ ПРОТИВОПАЗИТАРНЫМ ПРЕПАРАТАМ



Дорамектин 1% раствор для инъекций

СОВРЕМЕННЫЙ ПРОТИВОПАЗИТАРНЫЙ ПРЕПАРАТ С ЗАЩИТОЙ ОТ РЕИНВАЗИИ – 28 ДНЕЙ!



Реклама

ООО «Новая Группа»
Россия, 141700, Московская область, г. Долгопрудный,
ул. Виноградная, д. 13
Телефон: 8 (495) 221-01-19
info@groupnew.ru

Регистрационное свидетельство:
№ 6472-10-19 ЗСПА



ИМЕЮТСЯ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ. ОЗНАКОМЬТЕСЬ С ИНСТРУКЦИЕЙ.

СРЕДИ ВАЖНЕЙШИХ ДОСТИЖЕНИЙ РОССИЙСКИХ СВИНОВОДОВ — РОСТ ПОТРЕБЛЕНИЯ СВИНИНЫ

Ведущие эксперты обсудили актуальные отраслевые вопросы в ходе XV Международной научно-практической конференции «Свиноводство — 2023. От режима адаптации к дальнейшему устойчивому развитию». Мероприятие, организованное при поддержке Министерства сельского хозяйства РФ и Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору Национальным Союзом свиноводов (НСС) и Международной промышленной академией (МПА), прошло 5–7.12.2023 в гибридном формате в Москве, на площадке МПА. Модератором конференции выступил генеральный директор НСС Юрий Ковалев.

Современное отечественное свиноводство — одна из ведущих, динамично развивающихся отраслей животноводства, в значительной степени обеспечивающая продовольственную безопасность РФ, отметил президент Международной промышленной академии Вячеслав Бутковский, выступая на конференции. Согласно данным официальной статистики, за последние 12 лет поголовье свиней в России увеличилось в 1,6 раза и достигло порядка 27 млн голов, производство свинины в убойном весе составило 5,28 млн т, проинформировал он. Приоритетной задачей отрасли на ближайшие годы является сохранение достигнутого уровня внутреннего рынка и дальнейшее развитие экспортного потенциала, резюмировал спикер. В числе ключевых стратегических задач промышленного свиноводства — развитие комбикормового производства, сообщил он. По данным Росстата, в РФ в 2022 году было произведено 34,2 млн т комбикормов, в том числе — 15 млн т для свиноводства, а с января по сентябрь текущего года — около 26 млн т, уточнил эксперт. В структуре производства комбикорма для свиней занимают порядка 43% и имеют тенденцию к росту, — к 2025 году их, предположительно, может быть произведено уже около 40 млн т, заключил он.

Благоприятные условия на кормовом рынке складываются за счет высоких урожаев зерна и низких цен, отметил генеральный директор Института конъюнктуры аграрного рынка Дмитрий Рылько. Он сообщил, что в будущем году в России вновь ожидаются рекордные сборы зерновых и масличных культур — порядка 145 млн т и 29 млн т соответственно. По словам спикера, это гарантирует высокую обеспеченность отечественных животноводов кормами (если, конечно, не случится форс-мажоров).

Генеральный директор Национального Союза свиноводов Юрий Ковалев в своем докладе акцентировал внимание на текущих тенденциях в отрасли. Он напомнил, что за последние 15 лет отечественное свиноводство прошло колоссальный путь развития, — от тотальной импортозависимости до достижения полной самообеспеченности страны свининой в 2020 году. Среди важнейших достижений российских свиноводов — рост потребления свинины (на данный момент показатель приближается к 30 кг на человека в год и будет продолжать расти), особенно в 3–4 кв. текущего года, сообщил эксперт. Согласно его данным, в



числе основных причин роста потребления — стабильность цен, обусловленная планомерным приростом производства, и повышение доходов всех социальных слоев населения, за счет поддерживающих выплат и повышения зарплат в связи с кадровым дефицитом. А также — устойчивый тренд на снижение разницы в стоимости мяса птицы и свинины, вызвавший дополнительный переток спроса в сторону свинины, и массовый переход на свиноемкие рецептуры колбасных изделий, который привел к резкому увеличению спроса со стороны предприятий глубокой мясопереработки. Как полагают аналитики, начиная с будущего года объемы производства свинины будут увеличиваться, ориентировочно, на 300 тыс. т в год, в связи с чем возрастет роль экспорта для дальнейшего развития подотрасли, отметил глава НСС.

«Мы продолжаем активную работу по развитию наших международных контактов, — в том числе рассчитываем на увеличение объемов поставок свинины за рубеж, в частности в Китай, — сказал заместитель министра сельского хозяйства РФ Андрей Разин. — И первые победы по покорению большого рынка уже одержаны». Таким образом, у отечественного свиноводства сегодня есть хорошие перспективы для наращивания объемов производства, резюмировал он. Минсельхоз России и в дальнейшем будет поддерживать поступательное развитие отрасли свиноводства, отметил замминистра.

Ю.Г. Седова

В 2023 ГОДУ ЗАКУПКИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ РОССИЙСКИМИ АГРАРИЯМИ ВЫРОСЛИ НА 5%

В верхней палате российского парламента заместитель председателя Комитета СФ ФС РФ по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Белан Хамчиев провел круглый стол «Актуальные вопросы обеспечения отечественных сельскохозяйственных товаропроизводителей средствами защиты растений и минеральными удобрениями, а также вопросы их применения». Мероприятие прошло 20.02.2024 в гибридном формате.

В ходе круглого стола сенатор, зампред Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Белан Хамчиев отметил, что в декабре 2021 года в целях обеспечения внутреннего рынка минеральными удобрениями в России были установлены квоты на их экспорт. С тех пор эти квоты продлеваются и корректируются, уточнил он. Сенатор проинформировал, что профильными министерствами ежегодно утверждается план по поставкам в регионы РФ минудобрений с ежемесячными объемами поставок заводами-производителями, в связи с этим в 2023 году резкого увеличения цены на них (как и их дефицита) не наблюдалось. При этом, по данным Минсельхоза России, закупки минеральных удобрений отечественными аграриями в 2023 году (по сравнению с предшествующим годом) выросли на 5%, сообщил он, отметив необходимость сохранения действующего механизма обеспечения сельхозтоваропроизводителей минудобрениями.

Ситуация со средствами защиты растений (СЗР) значительно более проблематичная, в том числе потому, что, согласно оценкам экспертов, практически все действующие вещества, используемые российскими производителями пестицидов, импортируются в основном из КНР, заметил парламентарий. В условиях санкционного давления был упрощен их доступ на территорию РФ в целях недопущения дефицита пестицидов и агрохимикатов, пояснил сенатор. Принятые меры позволили стабилизировать ситуацию и не допустить срыва поставок СЗР российским аграриям, отметил законодатель. Важно на текущем этапе не допустить возникновения

дефицита импортируемых СЗР для отечественных сельхозпроизводителей, планомерно проводить политику их импортозамещения, включая действующие вещества, заключил он.

«Обеспечение технологического суверенитета по химическим средствам защиты растений — одна из стратегических целей продовольственной безопасности. Мы планируем довести долю российских химических средств защиты растений в структуре потребления АПК РФ до 90% к 2030 году», — заявил директор департамента химико-технологического комплекса и биоинженерных технологий Министерства промышленности и торговли РФ Артур Смирнов. Он сообщил, что ведомством ведется активная работа по привлечению инвесторов, готовых реализовать проекты по производству действующих веществ для ХСЗР и основного сырья для их производства. Ключевыми инструментами поддержки этого направления станут кластерная инвестиционная платформа, механизм промышленного ГЧП, тарифная и нетарифная защита внутреннего рынка, компенсация части затрат на НИОКР и возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, отметил чиновник.

«Приобретение минеральных удобрений у нас идет согласно графику, утвержденному нами вместе с коллегами из Минпромторга. По состоянию на 2024 год приобретение с начала года уже составило более 640 тысяч тонн в действующем веществе, что в принципе соответствует уровню рекордного прошлого года (когда было приобретено 5,4 миллиона тонн минеральных удобрений в действующем веществе). Ровно в два раза выросли объемы приобретения по сравнению с 2015 годом.

Что касается ценовой ситуации, то за ней достаточно серьезно наблюдают коллеги из Федеральной антимонопольной службы. Констатирую, что в целом производители минеральных удобрений придерживаются взятых на себя обязательств. Фактов, свидетельствующих об обратном, у меня нет. Поэтому отмечаю, что доступность минеральных удобрений (и ценовая, и физическая) у нас обеспечена», — сказал директор департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Минсельхоза России Роман Некрасов. В целом подготовка к посевной кампании 2024 года идет штатно, сообщил он. «Дефицита минеральных удобрений и препаратов мы не наблюдаем и делаем всё возможное, чтобы они были еще более доступны для сельхозтоваропроизводителей», — подытожил спикер.

Ю.Г. Седова



АГРОСЕКТОР РОССИИ — ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Текущее состояние и перспективы развития отечественного АПК обсудили участники XXIII федеральной отраслевой конференции «Агрохолдинги России – 2023», прошедшей 8 декабря 2023 года в Москве. Организатором мероприятия выступил «Агроинвестор».

В ходе конференции генеральный директор Института конъюнктуры аграрного рынка Дмитрий Рылько сообщил, что в 2023 году при высоком урожае произошла существенная просадка по прибыльности ключевых культур, прежде всего пшеницы, рентабельность производства которой снизилась в 1,5–1,8 раза. «Есть серьезные исключения, — мы видим приличную рентабельность по такой культуре как свекла сахарная. Здесь все, в сравнении «в среднем по больнице», благополучно», — сказал эксперт. По его данным, масличные в целом показали себя лучше по доходности, чем зерновые, по которым цены в Центрально-Черноземном регионе (по трем ключевым зерновым культурам) зафиксированы на уровне значительно более низком, чем в предыдущие пять сезонов, выше только сезона 2017/18. При этом из масличных культур положительно выделяется соя, добавил спикер.

Что касается производства индейки в нашей стране, то, по итогам этого года, оно может вырасти, по сравнению с предыдущим годом, на 3–5% и составить 430 тыс. т, сообщил исполнительный директор Национальной ассоциации производителей индейки (НАПИ) Анатолий Вельматов. Он отметил, что РФ в 2022 году вышла на 2-е место в мире после США и, судя по тенденциям в Европе, ей удастся сохранить данную позицию в рейтинге, несмотря на незначительный рост производства. По прогнозу НАПИ, самообеспеченность России инкубационными яйцами индейки, благодаря запуску нескольких инвестиционных проектов в этой области, по итогам 2023 года достигнет 50%, при этом к 2025–2026 годам в стране будет производиться уже около 70% инкубационных яиц. Эксперт проинформировал, что с октября 2023 года цены на мясо индейки в РФ стабилизировались, и со второй половины ноября наблюдается тренд на снижение цены преимущественно на филе и грудки, и бедра. В будущем году в России будет устойчиво развиваться мясное птицеводство, в том числе индейководство, — повышение доступности льготных кредитных ресурсов позволило бы ускорить реализацию запланированных проектов, резюмировал он.

Согласно данным генерального директора Национального союза свиноводов (НСС) Юрия Ковалева, экспорт российской продукции свиноводства, по предварительным итогам 2023 года, может вырасти до 250–260 тыс. т (примерно на 550 млн долл.). «Очень важно: этот существенный прирост по отношению к прошлому году не учитывает, естественно, КНР, поскольку в Китай поставки еще не начались», — добавил он. Как следует из презентации спикера, суммарный экспорт отечественной продукции свиноводства в январе – сентябре 2023 года вырос на 60%, по сравнению с аналогичным периодом 2022 года, составив 208,3 тыс. тонн. По итогам года экспорт продукции свиноводства в страны ближнего зарубежья может составить около 40%, в страны Азии и ЮВА (Юго-Восточной Азии) — тоже около 40%, в другие направления — примерно 20%, уточнил эксперт.



Президент Национального союза агростраховщиков (НСА) Корней Биждов отметил, что гарантию финансово-экономического благополучия сельхозбизнесу дает агрострахование. В частности, в этом году крупной животноводческой площадке страховщики возместили 850 млн руб. убытков от африканской чумы свиней, еще одному хозяйству — 236 млн руб. убытков по утрате урожая винограда. «Практика, отработанная в течение последних семи-восьми лет, показывает, что агростраховщики могут компенсировать ущерб как крупным и небольшим хозяйствам, так и целиком регионам», — сказал эксперт. Он сообщил, что в 2021–2023 годах размер выплат по агрострахованию составил 12,4 млрд руб., что почти в два раза выше, чем за предшествующие три года, — в этом году, по данным на 01.11.2023, выплаты получили уже 29 регионов (всего же, по прогнозу НСА, объем выплат составит 3,5 млрд руб.). По итогам текущего года застрахованные площади в РФ выросли почти на 86% относительно 2022 года, их доля в общем объеме посевов составила порядка 13%, тогда как в 2018 году этот показатель находился на уровне 1,5%, отметил спикер. Также в стране сегодня застраховано более 60% поголовья птицы и около 60% поголовья свиней, добавил он. Существенно повлияла на вовлечение в систему агрострахования малых форм хозяйствования программа страхования ЧС, которая была введена после изменения закона об агростраховании в прошлом году, сообщил Корней Биждов. В числе ее преимуществ — низкая стоимость страхования и минимальное количество документов, необходимых для заключения договора и получения страховой выплаты, отметил он. «Помимо этого, для получения компенсации не требуется подтверждение наступления опасного явления или страхового случая справкой Росгидромета, что является отдельной процедурой, иногда очень затруднительной», — добавил спикер. В текущем году уже прошло более 250 выплат в восьми регионах по ЧС на общую сумму более 200 млн руб., заключил он.

Ю.Г. Седова

ДОЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЦВЕТОВ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ СОСТАВЛЯЕТ 17%

Положение дел на рынке цветочной продукции обсудили участники пресс-конференции «Цветочный рынок: импортозамещение и качество отечественных культур», прошедшей 04.03.2024 в ТАСС (г. Санкт-Петербург).

Как сообщила заместитель начальника отдела карантинного фитосанитарного контроля на Государственной границе Российской Федерации Северо-Западного межрегионального управления Россельхознадзора Светлана Смурова, в настоящее время на территорию РФ ввозится — преимущественно автомобильным транспортом из Латвии и Литвы — большой ассортимент срезанных цветов, произведенных в более чем 40 странах мира. Основной объем ввозимой в Россию цветочной продукции производится в Нидерландах, Эквадоре, Кении, Колумбии, Израиле, уточнила она. Спикер отметила, что ввоз срезанных цветов по региону деятельности Управления сократился, по сравнению с прошлым годом, примерно на 13%, что связано в значительной степени с текущей геополитической ситуацией, в том числе с закрытием части пунктов пропуска на границе с Финляндией (и с реконструкцией автомобильного пункта пропуска «Ивангород»). В этой связи, уточнила она, значительная часть продукции поступает через пункты пропуска, расположенные в Псковской области.

Специалистами Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору осуществляется контроль срезанных цветов и посадочного материала, сообщила Светлана Смурова. Так, для ввоза посадочного материала на территорию России на каждую партию должен быть предоставлен фитосанитарный сертификат, выданный страной-экспортером, а на его ввоз из стран, где наблюдалось распространение карантинных объектов (это, как правило, страны ЕС), необходимо разрешение Службы. С этой целью заинтересованный участник внешнеэкономической деятельности должен подать в Россельхознадзор заявку в электронном виде и, на основании дистанционных обследований либо взаимодействия с национальными организациями

стран-экспортеров, ему выдадут (или не выдадут) данное разрешение, — и только при его наличии луковицы, корневища могут быть ввезены в РФ. При проведении карантинного фитосанитарного контроля должностные лица проверяют документы, а именно фитосанитарный сертификат, выданный национальной организацией по карантинной защите растений страны отправления, затем осматривают транспортные средства и подкарантинную продукцию (визуально, без вскрытия упаковки, — на наличие объектов на упаковке). Далее они производят досмотр срезанных цветов, в ходе которого продукцию выгружают из транспортного средства и осматривают на предмет внешних признаков наличия карантинных объектов, проводят отбор проб образцов для проведения лабораторных исследований. «Только по результатам лабораторной экспертизы инспектор принимает решение о возможности ввоза продукции на территорию РФ», — резюмировала спикер.

В ходе мероприятия было отмечено, что отечественному производству в отсутствие — или при перебоях — зарубежных поставок будет сложно справиться с повышенным спросом на цветочную продукцию. Так, согласно данным исполнительного директора Национальной ассоциации цветоводов Виктории Крыловой, доля отечественных цветов на российском рынке по-прежнему незначительна: она составляет только 17%. Несмотря на то, что наши тепличные комбинаты «потихоньку выстраивают теплицы», 2–3 га в год дополнительных посадок недостаточно для удовлетворения спроса, заключила эксперт.

Заместитель директора по научно-организационной работе Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), к.б.н. Юлия Ухатова заострила внимание на деятельности российских ученых в области селекции декоративных растений и цветоводства. В частности, она сообщила, что при поддержке государства в ВИР в 2022 году на базе отдела генетических ресурсов плодовых культур была создана молодежная лаборатория генетики, селекции и биотехнологий декоративных и ягодных культур. «Там есть специальная климатическая камера, благодаря которой специалисты могут работать с растениями в течение всего года, что ускоряет процесс селекции», — сказала ученый. Она сообщила, что данное оборудование было закуплено по программе обновления приборной базы в 2021 году и уже активно функционирует. «Мы надеемся, что через четыре-пять лет (такой горизонт у этих научных работ) сможем создать исходные формы, востребованные нашими селекционерами, порадовав цветочный рынок новинками российской селекции, и внести таким образом серьезный вклад в импортозамещение», — отметила спикер.

Ю.Г. Седова



КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ САЛЬМОНЕЛЛЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЛОЩАДКАХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ МЕТОДОМ ПЦР

Биологическая безопасность пищевой продукции относится к глобальным вопросам и рассматривается на всех уровнях: национальном, региональном, международном. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (FAO) и Всемирная организация здравоохранения (WHO) уделяют этому вопросу огромное внимание, так как известно, что в основе хорошего здоровья лежит безопасное и качественное питание.

Мясо, субпродукты и полуфабрикаты из мяса могут содержать небольшое количество микроорганизмов. При ненадлежащем обращении, приготовлении или хранении пищевых продуктов есть вероятность размножения патогенных бактерий и возникновения пищевых инфекций.

Проблема токсикоинфекций достаточно актуальна — как в медицинской, так и в ветеринарной практике. Одно из лидирующих мест в возникновении данных инфекций занимает сальмонелла.

Ежегодно во всем мире фиксируют 153 млн случаев сальмонеллеза и 57 тыс. смертей вследствие этого заболевания [1, 3]. Широкому распространению сальмонеллез в мире способствуют непрерывно текущие процессы глобализации, изменение технологии производства, хранение и реализация продуктов питания, меняющиеся стереотипы пищевого поведения населения, интенсивный рост международного товарообмена и туризма.

Несмотря на предпринятые меры для обеспечения биологической безопасности продуктов питания, согласно данным Роспотребнадзора, в 2021 году по сравнению с 2020-м показатель достоверно не изменился и составил 13,61 на 100 тыс. населения. В январе — августе 2022 года выявлены 16 360 случаев заболевания сальмонеллезом (11,17 на 100 тыс. населения) [2].

Сельскохозяйственные животные и птица являются естественными резервуарами сальмонеллы, на стадии выращивания и первичной переработки мяса сальмонелла может легко распространяться по всей технологической цепочке пищевого производства. Поскольку сальмонелла проникает в желудочно-кишечный тракт животных и птицы, то фекальное загрязнение при удалении внутренних органов может увеличить риск заражения на всех производственных объектах. На предприятиях пищевой промышленности внедрены различные химические и физические меры для снижения уровня заражения. Поэтому своевременное выявление очага инфекции — ключ к управлению сальмонеллезом на всех перерабатывающих предприятиях.

Чтобы определить, есть ли заражение на объекте, промышленность в настоящее время полагается на тестирование с использованием различных методов для определения присутствия или отсутствия микроорганизмов и метода наиболее вероятного числа (Most Probable Number, MPN) для оценки уровня заражения сальмонеллами. В основе метода MPN лежит статистическое моделирование с большими (95%)

доверительными интервалами, что снижает точность и прецизионность при оценке уровня обсемененности сальмонеллами, поэтому необходимо искать альтернативу методу MPN, чтобы получить более достоверные результаты.

В течение десятилетий метод MPN использовался для оценки количества патогенных микроорганизмов в образцах пищевых продуктов в низких концентрациях, а также для идентификации колоний микроорганизмов на основе их внешнего вида на чашках Петри с агаром. Однако, помимо невысокой точности, метод MPN трудоемок, относительно дорог и требует более 72 часов для получения результатов из-за необходимости проведения нескольких аналитических тестов каждого образца.

Полимеразная цепная реакция (ПЦР) — это высокоэффективный молекулярно-генетический метод анализа, позволяющий амплифицировать определенные последовательности ДНК в образце. ПЦР широко используется в пищевой промышленности для обнаружения и количественного определения патогенных микроорганизмов, вызывающих порчу продукции, а также для идентификации пищевых продуктов [7].

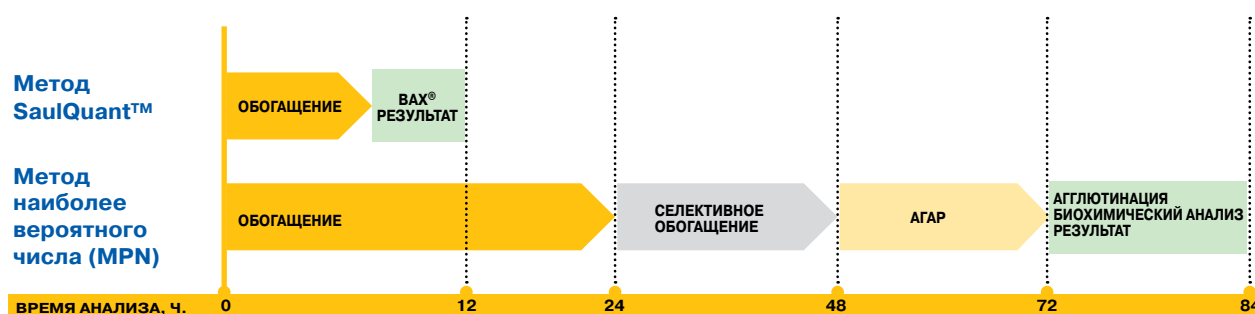
Открытие метода ПЦР стало одним из наиболее выдающихся событий в области молекулярной биологии за последние десятилетия. Главные преимущества ПЦР как диагностического метода в микробиологии — очень высокая чувствительность, позволяющая обнаружить крайне малые концентрации возбудителей в образцах, регулируемая специфичность, позволяющая обнаруживать либо идентифицировать возбудителей на родовом, видовом или субвидовом уровне.

Компания Hugiëna, производитель тест-систем для микробиологического контроля безопасности пищевых продуктов, создала протокол тестирования SalQuant™ для системы BAX®. Метод SalQuant™ был разработан, чтобы предоставить возможность быстро получать высокоточные данные об уровне сальмонеллы на любом из этапов производства и реализации пищевых продуктов. Данный метод является альтернативой традиционным, трудоемким методам (рис. 1).

Метод SalQuant™ имеет несколько преимуществ по сравнению с MPN, в том числе высокую чувствительность, быстрый результат (в течение 12 часов), низкий процент ложноотрицательных результатов.

До внедрения ПЦР с детекцией в реальном времени (ПЦР-РВ) в область микробиологии метод MPN был единственным для количественной оценки

Рис. 1. Сравнительное время анализа методов MPN и BAX SalQuant™



загрязненности сальмонеллой. Теперь метод Hygiene BAX® System SalQuant® можно использовать для количественного определения сальмонеллы в следующих образцах: говядине, свинине, мясе птицы, смывах с поверхностей на пищевых предприятиях.

Для реализации метода BAX® System SalQuant® необходимы амплификатор BAX® System Q7 и тест-набор BAX® System Real Time (RT) PCR for Salmonella для проведения ПЦР-РВ на образцах после короткого обогащения. Для положительных образцов амплификатор BAX® System Q7 устанавливает значения порогового цикла (Ct), которые используются для вычисления колониеобразующих единиц (КОЕ) в образце. Значения Ct обратно пропорциональны количеству сальмонелл. Таким образом, более низкие значения Ct указывают на высокий уровень обсемененности сальмонеллами. В зависимости от типа тестируемого образца и требуемого диапазона КОЕ, методик пробоподготовки и обогащения, а также с учетом времени подготовки BAX® PCR весь процесс занимает до 12 часов.

BAX® System SalQuant применяется в различных сегментах пищевого производства. На производственных площадках для оценки эффективности вакцинации, эффективности применения антибиотиков или пробиотиков перед убоем, мониторинга санитарной обработки птичников, определения порядка убоя и отслеживания источника заражения птицы для корректирующих

действий на уровне стада. В цехах убоя и переработки для оценки влияния химикатов и физических факторов, биокартирования участков технологического процесса для контроля эффективности отдельных факторов переработки, сопровождения документацией по контролю процессов, точного определения местонахождения сальмонелл и уровня заражения, для отслеживания партий от стада до конечного продукта. На предприятиях глубокой переработки для определения порогового значения КОЕ сальмонеллы при обсеменении, быстрого принятия решения о выпуске в продажу измельченных продуктов, загрязненных 1–10 КОЕ/г или мл, принятия решения о переработке загрязненного сырья, получения данных для тестирования распространенности сальмонеллы, чтобы снизить потребительский риск при выпуске положительных партий.

Таким образом, объединив возможности ПЦР-РВ, тест-систему BAX® для определения сальмонеллы и образцы, отобранные в нескольких контрольных точках на производственных площадках и перерабатывающих предприятиях, переработчики теперь могут количественно оценивать уровень обсемененности сальмонеллой, тщательно следить за санитарно-гигиеническими нормами, чтобы соответствовать стандартам качества и улучшать экономическую эффективность предприятия.

Т.К. Куванов

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крамп Дж.А., Шёлунд-Карлссон М., Гордонц М.А., Парри К.М. Эпидемиология, клиническая картина, лабораторная диагностика, устойчивость к противомикробным препаратам и антимикробное лечение инвазивных сальмонеллезных инфекций // Clin Microbiol Rev. 2015; 28(4): 901–937.
2. Роспотребнадзор: о профилактике сальмонеллеза: официальный сайт. — URL: <https://www.rospotrebnadzor.ru/> (дата обращения: 15.08.2023).
3. Хазельбек А.Х., Панцер У., Им Дж., Бейкер С., Мейер К.Г., Маркс Ф. Текущие перспективы инвазивной нетифоидной сальмонеллезной болезни // Curr Opin Infect Dis. 2017; (5): 498–503.
4. Хуранов А.Б. Причины заражения пищевой продукции / А.Б. Хуранов, Л.М. Пичугин // Cognitio Rerum. 2023; 2: 12–15.
5. Applegate S.F., Englishbey A.K., Stephens T.P., Sanchez-Plata M.X. Development and Verification of a Poultry Management Tool to Quantify Salmonella from Live to Final Product Utilizing RT-PCR. Foods. 2023; 12: 419. <https://doi.org/10.3390/foods12020419>
6. Bueno López R., Vargas D.A., Jimenez R.L., Casas D.E., Miller M.F., Brashears M.M., Sanchez-Plata M.X. Quantitative Bio-Mapping of Salmonella and Indicator Organisms at Different Stages in a Commercial Pork Processing Facility. Foods. 2022; 11: 2580. <https://doi.org/10.3390/foods11172580>
7. Seçkin A.K., Yılmaz B., Tosun H. Real-time PCR is a potential tool to determine the origin of milk used in cheese production // LWT. 2017; 77: 332–336. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.065>
8. Vargas D.A., Betancourt-Barszcz G.K., Blandon S.E., Applegate S.F., Brashears M.M., Miller M.F., Gragg S.E., Sanchez-Plata M.X. Rapid Quantitative Method Development for Beef and Pork Lymph Nodes Using BAX® System Real Time Salmonella Assay. Foods. 2023; 12: 822. <https://doi.org/10.3390/foods12040822>

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ И ПРАВИЛЬНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ ДОЗАТОРОВ-МЕДИКАТОРОВ

Исторически и документально известно, что первые простые дозаторы воды использовались человечеством более 2000 лет тому назад. Еще в древней Александрии дозаторы использовали для дозированной продажи обычной питьевой воды. Продавец (оператор) передвигал груз на рычаге к необходимому делению, шкале дозировки, и вода переливалась в емкость.

Прототипом современного дозатора был прибор, который изобрел американский ученый Х. Тэйлор. У него была для этого особая мотивация. Дело в том, что его отец умер от тифа, возникшего в результате употребления загрязненной воды. Тэйлор задался целью создать такое устройство, которое обеспечивало бы охлаждение и равномерную подачу воды. После того как Тэйлор представил изобретение в 1909 году, началось массовое промышленное производство дозаторов, принцип действия которых с годами не изменялся, только усовершенствовался.

В последние годы животноводческие, свиноводческие и птицеводческие предприятия всё больше стараются минимизировать применение индивидуальных ручных инъекций шприцами ветеринарных препаратов, особенно на большом поголовье животных, что очень затруднительно и трудоемко при промышленном выращивании птицы и свиней. Вместо этого они используют «добровольный» метод введения ветеринарного препарата или добавок в организм животных с питьем при физиологической потребности потребления воды.

Благодаря новейшим разработкам производителей фармакологических препаратов улучшились их качественные характеристики, главной из которых является растворимость жидких и порошкообразных форм ветеринарных препаратов. Это привело к появлению на рынке оборудования специальных аппаратов-медиаторов, которые дают возможность применять данные хорошо растворимые лекарственные средства строго дозированно и в нужных пропорциях в любое время суток (по потребности).

Что такое дозатор, его функции, принцип работы и для чего он нужен

Дозирующие насосы-медиаторы — это устройства для автоматического отмеривания (дозирования) и выдачи заданного объема вещества в виде порций и постоянного дозированного расхода любых жидкостей, в том числе фармакологических, химических препаратов, реагентов и добавок.

Принцип работы медиатора основан на законах гидравлики. Для его функционирования не требуется подключение к источнику электропитания или применение иных движущих сил. Дозирующий насос работает при постоянном давлении водного потока (от 0,3 до 6 бар), протекающего через трубопровод и дозатор. Когда вода под давлением поступает внутрь насоса, гидравлический привод начинает свою работу, двигая поршень дозирующего устройства. Поршень за счет создаваемой компрессии всасывает жидкость, а затем точно дозирует ее в поток воды. Смесь воды и добавленного

вещества тщательно перемешивается внутри насоса в потоке и только после этого поступает в трубопровод. Так, цикл дозирования продолжается многократно в потоке чистой водопроводной питьевой воды.

Дозаторы-медиаторы уже много лет служат человечеству, их используют во всем мире, во многих областях промышленности и сельского хозяйства, в том числе в области ветеринарии. Данный способ считается высокопроизводительным, легкодоступным, экономичным и эффективным.

Дозирование жидкостей с высокой точностью является обязательным требованием при проведении лечебно-профилактических мероприятий в ветеринарии в технологии автоматизированной дачи лекарств, вакцин и витаминов с профилактической или лечебной целью. Точность отмеривания определенного объема препарата или реагента напрямую влияет на результат жизнедеятельности большого поголовья птицы на птицефабриках, в свиноводстве и животноводстве, так как передозировка или, наоборот, недостаточное введение нужного ветеринарного препарата может влиять на конечный результат жизнеобеспечения, состояние общего здоровья животных и птицы.

В настоящее время в России присутствует уже достаточное количество самых крупных мировых производителей дозаторов. Их продукция поставляется в РФ многие годы. К ним относятся итальянцы «Микстрон» (Mixtron), французы «Дозатрон» (Dosatron International), израильтяне «Тефен» (Tefen), американцы «Гидро Системс» (Hydro Systems) и некоторые другие производители в Китае и России.

Принцип работы всех типов механических пропорциональных дозаторов у всех производителей одинаков, но есть и отличия, присущие определенным моделям.

Все дозаторы подразделяются по производительности и диапазону дозирования. Доза впрыскиваемого продукта всегда пропорциональна объему воды, проходящему через дозатор, независимо от колебаний расхода потребления или ее давления в водопроводной



ДОЗАТОР
МЕДИКАТОР
MIXTRON 2%

сети. Дозировка отображается в процентном соотношении, что позволяет очень просто рассчитать объем требуемого препарата для конкретной задачи.

Для примера рассмотрим конструкцию, особенности и преимущества широко известного дозатора-медикатора **Mixtron** (Италия). **Mixtron** — сравнительно молодая компания, основанная более 50 лет назад. **Mixtron** опирается на самые передовые знания своих основателей и богатейший опыт, накопленный в секторе точной механики, передачи мощности и гидравлических компонентов. Эти знания позволили глубоко изучить все проблемы и критические моменты производственной цепочки и развить исключительную способность к пониманию требований потребителей и тенденций рынка. Многочисленные испытания, проведенные в экстремальных условиях с самыми сложнуправляемыми жидкостями, позволили компании **Mixtron** создать широкую линейку объемных пропорциональных дозаторов для многих отраслей народного хозяйства. Для производства дозаторов используются современные материалы и технологии. Дозаторы **Mixtron** имеют международную сертификацию стандартов качества и биобезопасности. Сейчас промышленное производство компании **Mixtron** полностью автоматизированное и роботизированное. Поступающая в Россию продукция для нужд ветеринарии представлена двумя моделями **Mixtron-VIC MX.300**. Шифр MX.300 обозначает, что эта серия дозаторов имеет значительно большую производительность (до 3000 л/ч), которая ускоряет процесс медикации ветеринарных препаратов за единицу времени. Специалистам ветеринарии и в других областях сельского хозяйства предоставляется широкая линейка дозаторов-медикаторов **Mixtron-VIC MX300** с возможностью дозирования ветеринарных препаратов 0,2–2% и 0,5–4% для применения преимущественно в свиноводстве и птицеводстве.

Преимущества и особенности конструкции пропорционального объемного дозатора **Mixtron**

Наличие системы предварительного впрыска

Благодаря двухкамерному корпусу дозатора достигается максимальная степень смешивания химического средства с водой, что актуально для труднорастворимых в воде препаратов. В первой камере происходит контакт химического средства с водой, во второй — его полное смешивание в потоке воды.

Блокировка шкалы настройки

На борту дозатора **Mixtron** присутствует стопорная кнопка шкалы регулятора настройки дозирования, что исключает случайный сброс настройки дозы и, как следствие, исключение ошибки дозирования. Регулятор шкалы настройки активен только при нажатой стопорной кнопке.

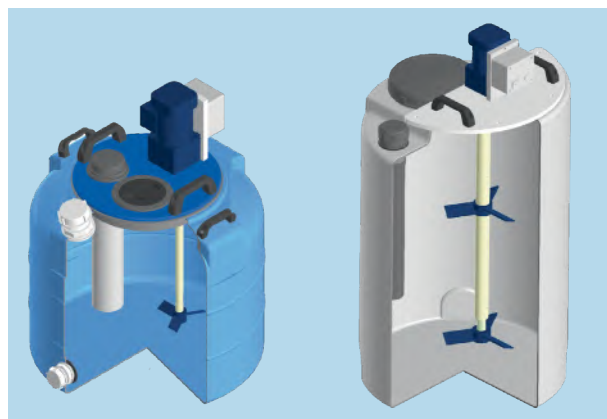
Компоненты из нержавеющей стали

Все вставки, болты и металлические элементы выполнены из нержавеющей стали марки AISI316, что повышает сопротивляемость дозатора внешнему химическому воздействию.

Пружины из нержавеющей стали

Пружины механизма дозатора **Mixtron** выполнены из нержавеющей стали AISI316, что позволяет надолго сохранить функцию эластичности пружины вне зависимости от химического воздействия или температуры и, как следствие, гарантирует точность и повторяемость циклов воспроизведения.

Модельный ряд миксеров-смесителей ВИК-АСТЕРИОН



Миксер-смеситель D-100
ВИК-Астерион, 100 л

Миксер-смеситель D-200
ВИК-Астерион, 200 л

Идеальная соосность составных компонентов

Соединение пластиковых компонентов дозатора между собой происходит посредством ввинчивания винтов в отверстия с металлическими вставками, впаянными в пластиковые отверстия, что обеспечивает идеальную соосность внутренних компонентов дозатора **Mixtron** и, как следствие, высокое качество создаваемого разряжения (компрессии).

Корпус и уплотнения. Применяемые материалы

Дозаторы **Mixtron** в стандартной комплектации оснащены уплотнениями из материала Viton, высоко совместимыми с кислотами и различными типами хлорных соединений. Viton — это эластомер на основе фтористого каучука, устойчив к высоким температурам. Доступны версии с уплотнениями из материалов EPDM, NBR. EPDM — уплотнения, устойчивые к щелочам, для дозирования жидкостей со значением pH более 8. Корпус дозаторов **Mixtron** выполнен из POM (полиформальдегид, полиацеталь) — твердого и ударопрочного пластика, очень гладкого, стойкого к истиранию, щелочам и кислотам.

Два термометра-индикатора на борту

Предупредительный температурный индикатор на корпусе дозатора меняет свой цвет с зеленого на красный, если температура рабочей жидкости выше 43 °С, тем самым предупреждая потребителя о повышении температуры выше допустимого значения. Блокирующий температурный индикатор (сигнализатор) меняет свой цвет с белого на черный при достижении температуры рабочей жидкости 49 °С и блокирует дальнейшую эксплуатацию дозатора.

Дополнительные каналы для внутренней очистки

Два дополнительных впускных отверстия, расположенных под углом 180° на передней и задней сторонах корпуса дозатора, дают возможность потребителю проведения очистки и промывки дозатора без необходимости его полного демонтажа.

Отдаленность точки всасывания

Благодаря идеальному вакууму, создаваемому дозатором **Mixtron**, представляется возможным всасывание продукта при его отдаленности от дозатора до 4 м по вертикали и 20 м по горизонтали.

Наличие ребер жесткости на крышке дозатора
Улучшает качественные характеристики дозатора, его прочность и долговечность.

Мобильность

Дозатор **Mixtron** может быть смонтирован стационарно на стену при помощи монтажного кронштейна (поставляется в комплекте с дозатором). Или может транспортироваться с одного места использования на другое (передвижной вариант).

При монтаже и эксплуатации любого дозатора обязательно должны присутствовать:

фильтр тонкой очистки (рекомендуемая степень фильтрации 60 микрон). Фильтр необходим для предотвращения попадания частиц ржавчины, песка, нерастворенных мелкодисперсных частиц, содержащихся в воде;

регулятор давления для профилактики возникновения гидроударов в соответствии с условиями гарантии. Регуляторы давления гасят избыточное давление в системе трубопроводов и байпаса с дозатором;

обратный клапан (запорная арматура), который обеспечивает поток жидкости в нужном направлении;

запорные краны байпаса;

прибор контроля давления в сети — манометр;

специальный бак с присадкой (автоматический миксер-смеситель для равномерного и качественного перемешивания рабочего раствора и улучшения растворимости препаратов).

Практика применения дозаторов, как это происходит в жизни, почему появляются проблемы, кто в этом виноват

На практике в хозяйствах иногда регистрируются недопустимые случаи нарушения техники эксплуатации дозаторов, приводящие к различным сбоям в работе и в результате к дополнительным затратам на ремонт и прямым убыткам.

При посещении хозяйств на значительной части предприятий наблюдается отсутствие в схемах систем подключения дозаторов, применения специальных фильтров, манометров и регуляторов давления жидкости. Иногда не ведется контроль давления водяного потока в системе трубопроводов, сама вода и трубопроводы не отвечают требованиям гигиены и безопасности. Не фильтруется вода и не производится периодическая очистка труб, емкостей и кранов от внешних и внутренних загрязнений и отложений. Порой дозатор не зафиксирован жестко на стене (допускается установка дозатора, подвешенного на гибких шлангах). Бывают случаи несоблюдения правил установки дозаторов, попытки непрофессионально обслуживать дозирующий насос.

Операторы предприятий часто забывают о промывке дозатора чистой водой и не всегда придерживаются правил обслуживания дозатора после каждой его эксплуатации. В результате внутренние части двигателя, фильтры и клапан забиваются остатками порошка от химикатов до следующего применения и засыхают, выводя из строя дозатор или его отдельные части.

Бывают также проблемы, связанные с неверной дозировкой препарата, неправильным подбором диаметров магистральных труб. Часто не учитывается несоответствие физических характеристик препарата, их применяют с нарушением правил эксплуатации.

Большой вред в технологиях точного и правильного дозирования препаратов наблюдается в неиспользо-

вании в системе дозирования специальных баков-миксеров для качественного перемешивания препаратов и поддержания заданной концентрации раствора, которые гарантированно обеспечивают полную растворимость любого препарата (даже труднорастворимого) и нормальную работу дозатора-медикатора.

На практике часто встречается применение вместо бака-миксера обычных канистр или бочек, в которых с целью экономии средств перемешивание препаратов и добавок производится ручным способом, палкой, и то нерегулярно и непостоянно. В этом случае препарат, особенно низкого качества, может расслаиваться и оседать на дно. В результате к птице или поросенку может поступать с водой ветеринарный препарат (например, вакцина), плохо размешанный, неравномерной дозы, приводя к передозировке или, наоборот, недостатку требуемого препарата, ухудшая качество самой ветеринарной обработки животных или птицы.

Для обеспечения надлежащей работы системы дозирования медикаторами в хозяйствах рекомендуется назначать ответственных и подготовленных технических специалистов к обслуживанию дозаторов и их своевременному ремонту.

Замена вентиля перед местом установки дозаторов на байпасе. Для снижения риска возникновения резких скачков давления в системе водоснабжения необходимо заменить шаровые краны на качественные вентильные.

Регулярная промывка чистой водой всей системы дозатора и миксера-смесителя после каждого их использования. После последнего применения рекомендуется не оставлять систему под давлением и перекрыть линию нагнетания воды в дозатор. После длительного периода простоя перед повторным использованием дозатора необходимо извлечь поршень двигателя, погрузить его в теплую воду (< 40°) на несколько часов и провести визуальный осмотр двигателя и его частей. Это позволит удалить засохшие отложения на поршне двигателя и облегчить легкий запуск дозатора.

Периодически проводить сборку-разборку дозатора, замену уплотнителей (если требуется), затягивание механизмов, винтов крепления, обратного клапана. Без чрезмерного усилия, вручную, чтобы избежать повреждения деталей. Рекомендуется соблюдать правила открытия и закрытия кранов. Несоблюдение последовательности открытия кранов повышает риск возникновения гидроударов и поломки оборудования.

Рекомендуется периодически проверять, правильно ли дозатор всасывает препарат или химикат и его процентное соотношение. Делать контрольные замеры. Строгое соблюдение рекомендаций производителя дозаторов **Mixtron** имеет множество преимуществ, таких как долговечность работы, соблюдение точности дозировки, экономия ресурсов, улучшение здоровья животных, повышение производительности персонала. Эти преимущества не только улучшают условия содержания животных и птицы, но и качество получаемой продукции (яиц, мяса, молока и др.).

Внедрение современных технологий высокоточного дозирования ветеринарных препаратов и применения качественной фармакологической продукции и, что самое важное, полное обеспечение технологического регламента и профессионального ветеринарного сопровождения специалистами являются важным фактором в развитии животноводства и птицеводства, повышении его эффективности в АПК России.

Белоглазов П.Г., ветеринарный врач
Асеев А.А., технический специалист,
«Ветприбор», ГК ВИК

На правах рекламы

ПРОГРАММНЫЙ ПОДХОД К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОДКИСЛИТЕЛЕЙ

Борьба с бактериальными заболеваниями свиней остается актуальным вопросом, несмотря на изобилие антибактериальных препаратов, современных технологий содержания животных, усовершенствование правил биобезопасности. Кроме того, усложнение ситуации происходит в связи с развитием антибиотикорезистентности. Данная проблема является более глобальной, чем может показаться на первый взгляд, и охватывает не только свиноводство.

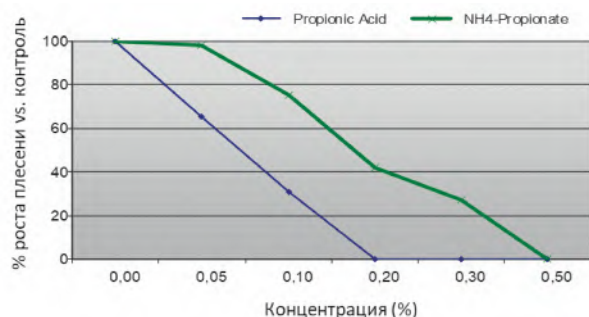
Так, по заявлению ВОЗ, к 2050 году смертность людей из-за антибиотикорезистентности бактерий составит 10 млн ежегодно [1]. В свою очередь, в РФ вышло Распоряжение Правительства от 25 сентября 2017 г. № 2045-р о Стратегии предупреждения распространения антимикробной резистентности в РФ на период до 2030 г.

Вопрос антибиотикорезистентности актуален и в ветеринарии, так как в России в отрасли животноводства применяется в 2,5 раза больше антибиотиков, чем в медицине [2]. Таким образом, возрастает необходимость использования альтернативных методов контроля бактериальных заболеваний свиней.

В статье освещено уже знакомое всем применение подкислителей, но с новым подходом, разработанным специалистами ГК ВИК. Данный подход обеспечивает более рациональное использование подкислителей, эффективный контроль не только патогенов, но и кислото-связывающей способности корма.

Известно, что подкислители могут оказывать на патогены бактериостатический и бактерицидный эффект. При этом важно отметить, что соли, входящие в состав ряда ветеринарных препаратов, имеют низкое бактерицидное действие и оказывают антимикробное действие только в кислой среде, но не обладают подкисляющими свойствами, имеют кислото-связывающие свойства и высокие нормы ввода [3]. Так, при сравнении пропионовой кислоты и ее соли в отношении плесени было установлено, что для эффективного контроля роста плесени пропионовой кислоты достаточно 0,2%, при этом соли пропионовой кислоты требуется 0,5% (рис. 1) [4].

Рис. 1. Воздействие пропионовой кислоты и ее соли на рост плесени



Органические кислоты обладают подкисляющими свойствами и снижают уровень pH до неблагоприятной среды для многих патогенов. При этом их рост и размножение невозможны (табл. 1). В то же время создаются благоприятные условия для развития индигенной микрофлоры, устойчивой к воздействию кислот. Однако свойство снижать значение pH у разных кислот неодинаково и зависит от размера молекул, а также степени диссоциации. Некоторые кислоты имеют несколько констант диссоциации.



Таблица 1. Влияние уровня pH на патогены [5]

Микроорганизм	Оптимальный pH	Подавляющий pH
<i>Clostridium perfringens</i>	6,0–7,6	4,5
<i>Escherichia coli</i>	6,0–8,0	4,3–4,4
<i>Salmonella spp.</i>	6,0–7,5	4,0–4,5
<i>Staphylococcus spp.</i>	6,8–7,5	4,2
Итого	6,0–8,0	4,0–4,5

Кроме того, молекулы кислот являются липофильными и в недиссоциированном состоянии проникают через клеточную мембрану патогенных бактерий (например, *Salmonella spp.*). Диссоциация (и следовательно, снижение pH) происходит уже внутри патогенной клетки. Микроорганизм расходует большое количество энергии на компенсаторные процессы, что ослабляет его и в дальнейшем вызывает гибель. Кислоты также ингибируют активность ферментных систем, например, отвечающих за репликацию генетического материала ДНК. В результате размножение патогенных микроорганизмов уже невозможно. Таким образом, объясняется бактерицидный эффект. В таблице 2 продемонстрирована доля недиссоциированных органических кислот при определенном уровне pH, соответственно, эта доля окажет бактерицидный эффект в той или иной степени.

Таблица 2. Доля недиссоциированных кислот в зависимости от pH среды [6]

Кислоты	Уровень pH				
	3	4	5	6	7
Муравьиная	82,8	35	5,1	0,57	0,057
Пропионовая	98,5	87,6	41,7	6,67	0,710
Молочная	86,6	39,2	6,05	0,64	0,064
Лимонная	53	18,9	0,41	0,006	0,001
Уксусная	98,5	84,5	34,9	5,1	0,54

Таким образом, при правильной комбинации органических кислот в одном ветеринарном средстве с учетом свойств и констант диссоциации каждой в отдельности

можно получить уникальный подкислитель, который окажет одновременно бактериостатический и бактерицидный эффект. При этом такая комбинация кислот и их концентраций обеспечит контроль кислотосвязывающей способности корма, стабильность и безопасность препарата без включения в состав солей органических кислот.

Такой ветеринарный препарат был разработан ГК ВИК и включает в себя пять органических кислот – кормовая добавка Продактив Ацид SE. Данная добавка является частью программы по контролю патогенов через органические кислоты. Программа может быть применена через воду и корм — комбикормовый завод и жидкий тип кормления.

Применение программы через воду является комплексным и включает в себя: титрование воды и экономический расчет эффективности схемы применения; контроль уровня pH в воде; инструкцию по работе с pH-метром и подкислителем; консультацию специалистов предприятия.

По данным полученных результатов титрований препарата Продактив Ацид SE и ряда альтернативных подкислителей на различных предприятиях РФ доза кормовой добавки Продактив Ацид SE меньше в 1,5–4 раза в сравнении с прочими кислотосодержащими препаратами (рис. 2).

Рис. 2. Сравнительное определение дозы препарата Продактив Ацид SE для достижения pH 3,74–4,2

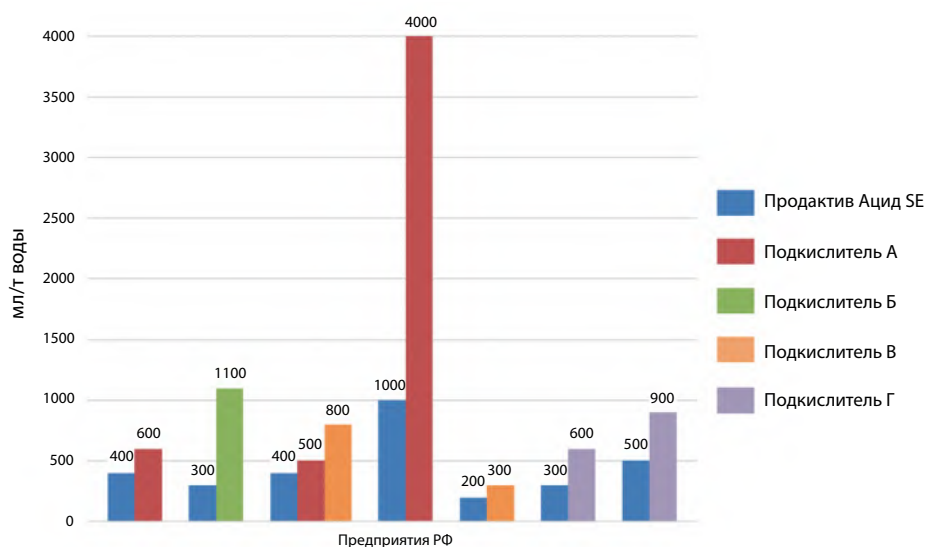
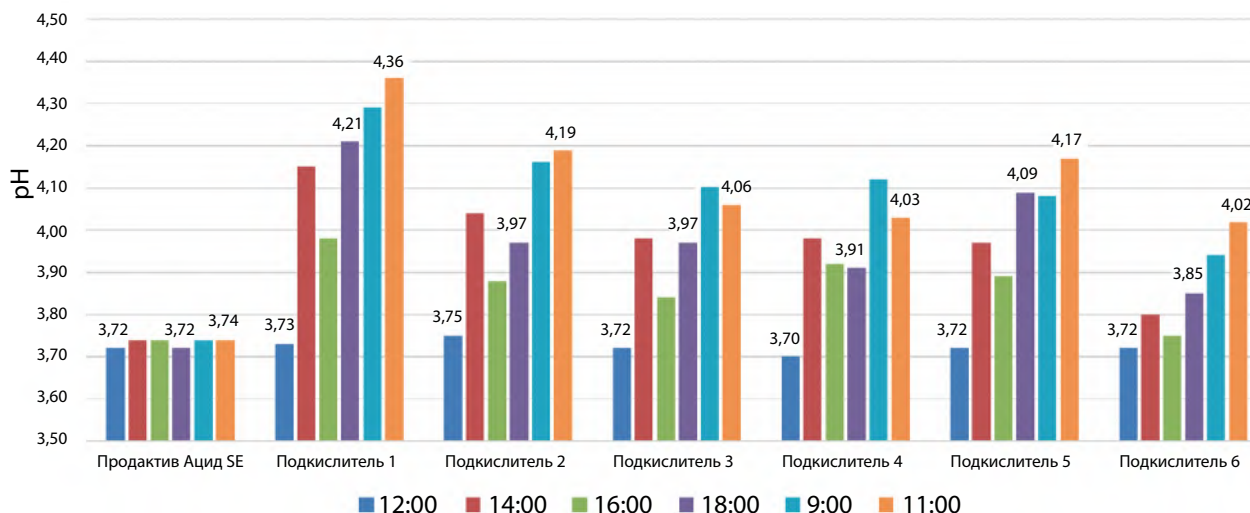


Рис. 3. Исследования на стабильность раствора с различными подкислителями в течение 24 часов. Погрешность прибора $\pm 0,05$



Была оценена стабильность проб растворов воды с добавкой Продактив Ацид SE и ряда альтернативных подкислителей в течение 24 часов (рис. 3). Растворы с различными подкислителями (1–6) продемонстрировали потерю стабильности pH на 8,1–16,9% в сравнении со значением pH при первом измерении. При этом у раствора с добавкой Продактив Ацид SE отмечена высокая стабильность: за 24 часа изменение уровня pH произошло на 0,02 ед., что соответствует погрешности используемого pH-метра.

Резюмируя итоги работы (рис. 2, 3), можно сделать вывод, что состав добавки Продактив Ацид SE обеспечивает экономичную дозу и высокую стабильность в воде.

Применение программы через корм является комплексным и основано на использовании оборудования, дозирующего жидкие подкислители, комплексе органических кислот, а также на лабораторном сопровождении. Внесение органических кислот возможно двумя способами — через установку финишного напыления или систему дозирования кислот через смеситель. Такой способ использования кислот обеспечивает равномерность внесения продукта на сырье или гранулу, а также минимизирует человеческий фактор.

Так как состав у подкислителей различный и в инструкциях на них указан широкий диапазон в дозе, возникает вопрос, какая именно дозировка требуется

для корма. Осложняет выбор и тот факт, что на каждую марку корма может потребоваться индивидуальная дозировка подкислителя в связи с различной кислотосвязывающей способностью.

Для решения данных вопросов в Институте экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН и диагностическом центре «Эпсилон-Био» были проведены лабораторные исследования по определению дозы по чувствительности патогенных микроорганизмов (*Salmonella*, *Clostridium*,

Таблица 3. Производственные результаты внедрения программы «Контроль патогенов через органические кислоты». Контроль кислотсвязывающей способности корма. Применение с кормом

Показатели	Контроль (без подкислителя)	Опыт (Продактив Ацид SE)	Продактив Ацид SE / контроль
Количество голов***	10 000	10 000	0
Средний возраст перевода на доращивание, дней	23	23	0
Средний вес при переводе на доращивание, кг	6,9	6,7	-0,2
Период применения подкислителя, дней жизни	0	42–76	–
Установленная доза подкислителя, л/т корма	–	2,5	–
Средний возраст перевода на откорм, дней	76	76	0
Средний вес перевода, кг	32,3	33,9	+1,6
Падеж и выбытие, %	2,7	1,5	-1,2
Средний суточный привес, г	463	501	+38
Переведено на откорм, голов	9730	9850	+120
Общий живой вес свиней, переведенных на откорм, кг	314 279	333 915	+19 636
Средняя цена свинины в живом весе за 2023 г., руб/кг	125	125	

Staphylococcus, *Streptococcus* и др.) к подкислителю; определению дозы с учетом кислотсвязывающей способности корма*; контролю применения препарата Продактив Ацид SE в корме*.

С помощью исследований различных подкислителей удалось точно определить дозу и выявить наиболее оптимальный препарат. Отмечено, что Продактив Ацид SE контролирует патогены и снижает pH корма эффективнее на 52% и 40% соответственно. Стоимость курса применения препарата Продактив Ацид SE в установленной дозе в сравнении с прочими подкислителями экономичнее на 20% и более**.

При использовании Программы контроля патогенов через органические кислоты от ГК ВИК на свиноводческих предприятиях РФ были получены следующие производственные результаты (табл. 3, 4).

По результатам проведенных опытов получено улучшение зоотехнических показателей в опытных группах: повышение среднесуточных привесов на 8,2% и 4,4%, увеличение среднего веса головы на 5% и 3,3%, снижение смертности на 44,4% и 52,7% соответственно (табл. 3, 4).

* В 2022 году осуществлено специалистами ГК ВИК. Методика лабораторных исследований адаптирована к ГОСТ 26180-84 Корма. Методы определения аммиачного азота и активной кислотности (pH) (п. 3) и ГОСТ Р 56373-2015 Корма и кормовые добавки. Определение массовой доли органических кислот методом капиллярного электрофореза.

** Результаты лабораторных исследований не могут быть предъявлены третьим лицам и должны быть использованы в рамках внутреннего мониторинга предприятия.

*** Расчеты приведены на равное количество голов в контрольных и опытных группах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козлов Р.С. Стратегия управляемой антибактериальной и противовирусной терапии. Конференция «Лекарственное обеспечение. Потребность и реальность». Конгресс «Российское здравоохранение сегодня: проблемы и пути решения». 2017.
2. Рябков С.А. Выступление заместителя министра иностранных дел Российской Федерации С.А. Рябкова на первом пленарном заседании международной конференции «Глобальные угрозы биологической безопасности. Проблемы и решения». Сочи. 2023.
3. Lawlor P.G. et al. Measurements of the acid-binding capacity of ingredients used in pig diets // Irish veterinary journal. 2005; 58: 1–6. DOI: 10.1186/2046-0481-58-8-447
4. Schasteen C., Wu J., Parsons C. Enzyme-based protein digestibility (IDEA (TM) assay accurately predicts poultry in vivo Lysine digestibility for Distiller's Dried Grain and Solubles (DDGS) // Journal of Animal Science — 1111 North Dunlap Ave., Savoy, IL 61874 USA : Amer Soc Animal Science. 2005; 83: 69.
5. Мочерла В., Суйряйнара Н., Рамана Дж.В. Обзор воздействия пищевых органических кислот, скормливаемых свиньям. Журнал зоотехнии и биотехнологии. 2015.
6. Крюков В.С., Тарасенко В.Н. Биологические и практические аспекты применения органических кислот в кормлении свиней. «РавВетИнформ». 2011; 1: 29–36.

Таблица 4. Производственные результаты внедрения программы «Контроль патогенов через органические кислоты». Контроль клостридиоза. Применение с водой

Показатели	Контроль (с подкислителем)	Опыт (Продактив Ацид SE)	Продактив Ацид SE / подкислитель
Количество голов***	1500	1500	0
Средний возраст перевода на откорм, дней	71	71	0
Средний вес при переводе на откорм, кг	27,1	26,1	-1
Период применения препарата, дней жизни	14	14	0
Установленная доза подкислителя, л/т воды	0,420	0,360	-0,060
Средний суточный привес (на момент окончания эксперимента), г	0,747	0,780	0,033
Падеж, %	1,10	0,52	-0,58
Возраст реализации, дней	175	175	0
Вес реализации, кг	104,8	108,2	3,4
Голов к реализации	1484	1492	9
Средняя цена свинины в живом весе за 2023 г., руб/кг	125	125	

При отсутствии кислот на предприятии и первичном введении добавки Продактив Ацид SE происходит удорожание схемы, но выручка по итогу реализации поголовья увеличивается на 5,8% уже за вычетом затрат на препарат (табл. 3). При замене альтернативного подкислителя на добавку Продактив Ацид SE схема применения данной категории препарата становится экономичнее на 20% с учетом стоимости препаратов и доз применения, а выручка увеличивается на 3,9% (табл. 4).

Применение разработанной программы, включающей использование безопасной для оборудования и стабильной в воде кормовой добавки Продактив Ацид SE, комплексного подхода по выявлению оптимальной дозы и определению действующих веществ подкислителя в корме после грануляции, сопровождение квалифицированными сотрудниками отечественной кормовой добавки обеспечили увеличение объемов производства продукции.

Денисова Л.К.,
ведущий ветеринарный врач
по свиноводству ГК ВИК

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЗРАЧНОСТИ И ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Сельскохозяйственная отрасль — ключевой сектор мировой экономики, играющий жизненно важную роль в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивого развития. Однако современные цепочки поставок сельскохозяйственной продукции зачастую характеризуются низкой прозрачностью, фрагментированностью и уязвимостью к различным рискам, таким как фальсификация, контрафакт и нарушения условий хранения и транспортировки [1]. Эти проблемы негативно сказываются на доверии потребителей, эффективности логистических процессов и справедливом распределении добавленной стоимости между участниками цепочки поставок.

В последние годы технология блокчейн привлекает всё большее внимание как потенциальное решение для повышения прозрачности, прослеживаемости и эффективности управления цепочками поставок в различных отраслях, включая сельское хозяйство [2]. Блокчейн представляет собой децентрализованную и распределенную базу данных, в которой информация хранится в виде последовательности криптографически связанных блоков, что обеспечивает ее неизменность, безопасность и прозрачность для всех участников сети [3].

Применение технологии блокчейн в сельскохозяйственном секторе может принести ряд преимуществ, таких как повышение доверия между участниками цепочки поставок, сокращение бумажного документооборота, автоматизация процессов и снижение транзакционных издержек [4]. Кроме того, блокчейн позволяет создать единую и достоверную систему отслеживания происхождения, качества и условий хранения и транспортировки продукции, что особенно важно для обеспечения безопасности и качества продуктов питания [5].

Для изучения потенциала применения технологии блокчейн в сельскохозяйственной отрасли был проведен анализ существующих пилотных проектов и инициатив, реализуемых как крупными международными компаниями, так и стартапами и исследовательскими институтами. Были рассмотрены кейсы использования блокчейна для отслеживания происхождения и качества различных видов сельскохозяйственной продукции, таких как кофе, какао [7], рис [8], а также для оптимизации логистических процессов и расчетов между участниками цепочки поставок [9].

Кроме того, были изучены технические особенности и ограничения различных блокчейн-платформ, таких как Ethereum, Hyperledger Fabric и Corda, с точки зрения их применимости для решения задач в сельскохозяйственном секторе. Были проанализированы такие параметры, как скорость транзакций, масштабируемость, конфи-



денциальность данных, потребление энергии и интероперабельность с существующими системами [10].

Методология исследования включала проведение интервью с экспертами в области технологии блокчейн и сельского хозяйства для выявления ключевых барьеров и факторов успеха при внедрении блокчейн-решений в данной отрасли. Были рассмотрены вопросы стандартизации данных, обеспечения качества вводимой информации, интеграции с существующими информационными системами, правовые и регуляторные аспекты использования блокчейна в сельском хозяйстве.

Проведенный анализ показал, что применение технологии блокчейн в сельскохозяйственной отрасли имеет значительный потенциал для повышения прозрачности, прослеживаемости и эффективности управления цепочками поставок. Так, пилотный проект по отслеживанию происхождения и качества кофе, реализованный консорциумом FairChain Foundation и Bext360, продемонстрировал возможность сократить время на документооборот и расчеты между участниками цепочки поставок на 40%, повысить доходы фермеров на 15–20% за счет более справедливого распределения добавленной стоимости [6].

Аналогичные результаты были получены в проекте по внедрению блокчейн-платформы для отслеживания поставок какао-бобов, реализованном компанией Tonu's Chocolonely совместно с Accenture. Благодаря использованию смарт-контрактов на блокчейне Ethereum удалось автоматизировать процессы верификации качества и расчетов между участниками, что позволило сократить время на обработку транзакций с 10 до 1–2 дней и снизить операционные издержки на 30% [7].

В рамках инициативы Rice Exchange, реализуемой Оксфам и Etherisc, блокчейн используется для создания децентрализованной платформы для торговли рисом, обеспечивающей прозрачное ценообразование и справедливое распределение прибыли между фермерами и другими участниками цепочки поставок. Пилотные испытания показали, что использование блокчейна позволяет повысить доходы фермеров на 20–25% и сократить потери риса при транспортировке и хранении на 15% за счет лучшего контроля качества и условий логистики [8].

Помимо повышения эффективности и справедливости в цепочках поставок, блокчейн позволяет значительно повысить прослеживаемость и безопасность продуктов питания. Так, проект IBM Food Trust, объединяющий более 100 компаний из различных звеньев агропродовольственной цепочки, использует блокчейн для создания единой системы отслеживания происхождения и качества продукции от фермы до полки магазина. Это позволяет в случае обнаружения некачественной или опасной продукции быстро идентифицировать ее источник и минимизировать ущерб за счет точечного отзыва товаров с рынка. По оценкам экспертов, использование блокчейна в рамках IBM Food Trust потенциально может сократить время на отслеживание происхождения продуктов с 7 дней до 2,2 секунды [9].

Несмотря на многообещающие результаты пилотных проектов, массовое внедрение технологии блокчейн в сельском хозяйстве сталкивается с рядом барьеров и ограничений. Одна из ключевых проблем — обеспечение качества и достоверности вводимых в блокчейн данных, поскольку сама по себе технология не может гарантировать точность информации, поступающей от различных участников цепочки поставок [10]. Для решения этой проблемы необходима разработка стандартов и протоколов ввода и верификации данных, а также интеграция блокчейн-платформ с системами интернета

вещей, такими как RFID-метки, датчики и сенсоры, обеспечивающими автоматический сбор информации о состоянии и перемещении товаров.

Другой важный аспект — масштабируемость и производительность блокчейн-платформ, особенно в условиях обработки больших объемов данных и транзакций, характерных для глобальных цепочек поставок сельскохозяйственной продукции. Хотя такие решения, как шардинг и протоколы второго уровня, могут частично снять эту проблему. Для практического применения блокчейна в агросекторе необходимы дальнейшие исследования и разработки в области повышения пропускной способности и снижения затрат на валидацию транзакций [5]. Кроме того, внедрение блокчейна в сельском хозяйстве требует решения ряда правовых и регуляторных вопросов, связанных с конфиденциальностью данных, юридической силой смарт-контрактов, а также признанием и защитой прав интеллектуальной собственности на цифровые активы. Необходима выработка единых стандартов и нормативно-правовой базы, регулирующей использование технологии блокчейн в агропродовольственном секторе на национальном и международном уровне [4].

Применение технологии блокчейн в сельскохозяйственной отрасли имеет значительный потенциал для повышения прозрачности, прослеживаемости и эффективности управления цепочками поставок, что может принести выгоды всем участникам агропродовольственного сектора — от фермеров до конечных потребителей. Однако для успешного внедрения блокчейн-решений необходимо преодолеть ряд технических, организационных и регуляторных барьеров, что требует консолидации усилий бизнеса, государства и научного сообщества. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку стандартов и протоколов обмена данными, повышение масштабируемости и интероперабельности блокчейн-платформ, а также создание благоприятной нормативно-правовой среды для развития инноваций в данной области.

Панина О. В.

Доцент кафедры государственного и муниципального управления
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации
OVPanina@fa.ru

Грейс Метью

Общественный университет Италии, Милан
mattew@ltunivo.it

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Sam Daley // Blockchain for Food: 10 Examples to Know [Электронный ресурс]. — URL: <https://builtin.com/blockchain/food-safety-supply-chain>
2. Wang Y., Hung H.J., Paul B.-D. Understanding Blockchain technology for future supply chains a systematic literature Review and Research Agenda // Supply Chain Manag. Int. J. 2018; 24: 62–84.
3. Анненская Н.Е. Цифровизация и перспективы совмещения различных видов деятельности на финансовом рынке // Финансы, деньги, инвестиции. 2021; 4: 16–21. DOI: 10.36992/2222-0917_2021_4_16
4. Володина В.Н., Лукашенко И.В. Облигации «хлебного займа» 100 лет назад и агротокены на блокчейне: «зерновые» финансовые активы разных времен // Банковские услуги. 2023; 5: 25–31. DOI: 10.36992/2075-1915_2023_5_25
5. Володина В.Н., Лукашенко И.В., Рудакова О.С. Цифровая система агросектора: архитектура, зерновые токены, стартапы (контекст функционального приоритета и устойчивого развития) // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023; 5: 479–482. DOI: 10.55186/25876740_2023_66_5_479
6. Ленков И.Н., Голубцов И.А. Цифровые финансовые инструменты как средство сбережения и платежа // Сберегательное дело за рубежом. 2022; 1: 34–38. DOI: 10.36992/75692_2022_1_34
7. Медведева М.Б., Стародубцева Е.Б. Экономика Бразилии в контексте глобальных процессов // Банковские услуги. 2022; 1: 32–39. DOI: 10.36992/2075-1915_2022_1_32
8. Морозова О.А. Киберугрозы цифровых платформ: основные риски, факты и тренды // Сберегательное дело за рубежом. 2021; 2: 29–38. DOI: 10.36992/75692_2021_2_29
9. Рудакова О.С., Солдатова А.О. Оценка эффективности цифровизации АПК на примере экосистемы «Россельхозбанк» // Техника и оборудование для села. 2023; 9: 47–50. DOI: 10.33267/2072-9642-2023-9-45-48
10. Семенова Е.В., Колосов С.И. Зеленые облигации как инструмент финансирования зеленых энергетических проектов // Банковские услуги. 2021; 12: 3–9. DOI: 10.36992/2075-1915_2021_12_3
11. Сенотрусова С.В., Свинухов В.Г., Горчак М.О. Формирование российского агропродовольственного рынка злаков // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019; 4: 21–24.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМАРТ-КОНТРАКТОВ НА БАЗЕ БЛОКЧЕЙНА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ И ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Сельское хозяйство является одной из ключевых отраслей мировой экономики, обеспечивающей продовольственную безопасность и занятость значительной части населения планеты. Вместе с тем данный сектор сталкивается с рядом серьезных вызовов, таких как изменение климата, деградация почв, нехватка водных ресурсов, а также волатильность цен на сельскохозяйственную продукцию [1]. В этих условиях внедрение инновационных технологий, способных повысить эффективность, устойчивость и прозрачность сельскохозяйственного производства, приобретает особую актуальность.

Одна из таких перспективных технологий — смарт-контракты на базе блокчейна, представляющие собой самоисполняемые цифровые соглашения, условия которых записываются в виде программного кода и автоматически выполняются при наступлении заданных событий [2].

Применение смарт-контрактов в сельском хозяйстве обладает значительным потенциалом для автоматизации и оптимизации различных процессов, включая управление цепочками поставок, страхование урожая, финансирование фермерских хозяйств и другие. Так, по оценкам экспертов, внедрение технологии блокчейн в агропродовольственном секторе может привести к созданию дополнительной экономической стоимости в размере 3 трлн долл. к 2030 году [3]. Несмотря на многообещающие перспективы, практическое применение смарт-контрактов в сельском хозяйстве находится на начальной стадии и сопряжено с рядом технологических, экономических и регуляторных вызовов.

Цели статьи — всесторонний анализ потенциальных преимуществ и ограничений использования смарт-контрактов для автоматизации и оптимизации процессов в сельском хозяйстве, разработка рекомендаций по их эффективному внедрению.

Методологическую основу данного исследования составляет комплексный подход, объединяющий качественные и количественные методы анализа. На первом этапе был проведен систематический обзор научной литературы с целью выявления ключевых направлений и кейсов применения смарт-контрактов в сельском хозяйстве. Поиск релевантных публикаций осуществлялся в ведущих научных базах данных, таких как Web of Science, Scopus, Springer Link и Elsevier, по ключевым словам smart contracts, blockchain, agriculture, supply chain, crop insurance и agricultural finance. Из первоначальной выборки в 572 публикации после применения критериев включения и исключения были отобраны 47 научных статей для дальнейшего анализа. На втором этапе был проведен углубленный анализ 12 кейсов использования смарт-контрактов в сельском хозяйстве из разных стран мира с точки зрения достигнутых результатов, возникших трудностей и извлеченных уроков. Данные для анализа кейсов были получены из открытых источников, включая сайты компаний, отраслевые отчеты и медиапубликации. На заключительном этапе были проведены полуструктурированные интервью с 10 международными экспертами в области блокчейна и сельского хозяйства, отобранными методом «снежного кома», с целью валидации полученных результа-



тов и выявления дополнительных инсайтов. Интервью проводились в онлайн-формате, транскрибировались и анализировались с помощью метода тематического анализа. Триангуляция данных из различных источников позволила обеспечить достоверность и надежность полученных результатов.

Проведенный анализ показал, что применение смарт-контрактов в сельском хозяйстве имеет значительные перспективы для автоматизации и оптимизации ключевых процессов в таких областях, как управление цепочками поставок, страхование урожая и сельскохозяйственное финансирование.

В области управления цепочками поставок использование смарт-контрактов в сочетании с технологиями интернета вещей (IoT) и RFID-метками позволяет обеспечить сквозную прослеживаемость сельскохозяйственной продукции «от поля до прилавка». Согласно опросу 1600 потребителей в США, 69% из них готовы платить на 20–30% больше за продукты, происхождение и качество которых можно проверить с помощью блокчейна [4]. Одним из успешных примеров реализации данного подхода является платформа AgriDigital в Австралии, которая обрабатывает более 1,6 млн т зерна на сумму свыше 360 млн долл. ежегодно [5]. Использование смарт-контрактов на платформе позволило сократить время расчетов между фермерами и покупателями с 4–6 недель до 24 часов, а также снизить потери зерна при транспортировке и хранении на 22% за счет автоматического мониторинга условий влажности и температуры [6].

Другим перспективным направлением применения смарт-контрактов является автоматизация процессов

страхования урожая. Использование блокчейна в сочетании с данными метеорологических станций и спутниковых снимков позволяет объективно оценивать факт наступления страхового случая и автоматически выплачивать компенсации фермерам при условии соблюдения ими агротехнологий. Пилотный проект по страхованию риса на базе смарт-контрактов в Шри-Ланке, реализованный в партнерстве Oxfam и Etherisc, показал возможность сокращения операционных расходов страховых компаний на 41% и времени обработки претензий с 7 месяцев до 7 дней [7]. При этом индекс удовлетворенности фермеров вырос на 35% по сравнению с традиционными страховыми продуктами. Автоматизация страхования с помощью смарт-контрактов представляется особенно актуальной для развивающихся стран, где охват фермеров страхованием урожая не превышает 10% [8].

Наконец, смарт-контракты открывают новые возможности для повышения доступности финансирования мелких и средних фермеров, которые часто испытывают трудности с получением банковских кредитов из-за отсутствия залогового обеспечения и кредитной истории. Инновационные модели сельскохозяйственного финансирования на базе блокчейна, такие как платформа FarmCoin в Бразилии, позволяют фермерам привлекать инвестиции и микрозаймы напрямую от физических лиц и организаций по всему миру под будущий урожай [9]. При этом погашение займов привязано к смарт-контрактам к фактической поставке продукции, что снижает риски для инвесторов. По оценкам Всемирного банка, внедрение блокчейн-решений для сельскохозяйственного финансирования способно повысить доступ фермеров к кредитам на 15–20% и увеличить объем глобальных инвестиций в продовольственный сектор на 40–50 млрд долл. к 2030 году [10].

Вместе с тем опрошенные эксперты отметили ряд ключевых вызовов и ограничений, препятствующих широкомасштабному внедрению смарт-контрактов в сельском хозяйстве. К ним относятся недостаточная технологическая зрелость существующих блокчейн-платформ и смарт-контрактов, необходимость обеспечения совместимости различных систем и стандартов, разработки удобных интерфейсов для взаимодействия с фермерами, решения вопросов безопасно-

сти, юридической значимости и конфиденциальности данных. Кроме того, эксперты подчеркнули важность сотрудничества различных стейкхолдеров (фермеров, агробизнеса, разработчиков, инвесторов, регуляторов) для создания благоприятной экосистемы внедрения блокчейн-инноваций в АПК.

Таким образом, проведенное исследование показывает, что применение смарт-контрактов на базе блокчейна имеет значительный потенциал для автоматизации и оптимизации ключевых процессов в сельском хозяйстве. Умные контракты могут способствовать повышению эффективности, прозрачности и устойчивости цепочек поставок сельхозпродукции, расширению доступа фермеров к инновационным инструментам страхования и финансирования, а также снижению транзакционных издержек и рисков в АПК. Успешные кейсы внедрения смарт-контрактов в разных странах мира подтверждают их перспективность для аграрного сектора, обеспечивая ощутимые выгоды для фермеров, бизнеса и потребителей. В то же время для полномасштабной реализации потенциала смарт-контрактов в сельском хозяйстве предстоит преодолеть ряд технологических, организационных и регуляторных вызовов. Это потребует совместных усилий всех заинтересованных сторон по развитию инфраструктуры блокчейн-инноваций, адаптации бизнес-моделей и практик, формированию благоприятной нормативно-правовой среды для внедрения перспективных решений.

Дальнейшие исследования в данной области могут быть направлены на разработку комплексной методологии оценки экономической эффективности внедрения смарт-контрактов в различных сегментах АПК, анализ институциональных и поведенческих факторов, влияющих на их принятие фермерами, на изучение синергетического потенциала сочетания блокчейна с другими сквозными технологиями (большие данные, ИИ, робототехника) для цифровой трансформации сельского хозяйства.

Красюкова Н.Л.
Профессор кафедры государственного и муниципального
управления Финансовый университет
при Правительстве Российской Федерации
Krasuyukova@fa.ru

Грейс Метью
Общественный университет Италии, Милан
mattew@ltunivo.it

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев М.Ю. Направления инновационного развития для сельскохозяйственного предприятия / М.Ю. Васильев // Цифровая наука. 2021; 3 [Электронный ресурс]. — URL: <https://clck.ru/fJDBV>
2. Гринь О.С. Трансформации требований к форме договоров с учетом развития цифровых технологий / О.С. Гринь // Актуальные проблемы российского права. 2019; 6(103): 49–57. DOI: 10.17803/1994-1471.2019.103.6.049-057
3. Ефимова Л.Г. Еще раз о понятии и правовой природе электронной формы сделки / Л.Г. Ефимова // Lex russica (Русский закон). 2019; 8(153): 129–137. DOI: 10.17803/1729-5920.2019.153.8.129-137
4. Ильина А.А. Модель цифровой платформы АПК / А.А. Ильина, А.А. Кудряшов // ЭПП. 2020; 1 [Электронный ресурс]. — URL: <https://1economic.ru/lib/41563>
5. Индикаторы цифровой экономики — 2022 : статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, С.А. Васильковский, К.О. Вишневецкий, Л.М. Гохберг и др.; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ. 2023; 332.
6. Кормина П. Сделки с использованием технологии блокчейн // URL: https://zakon.ru/blog/2016/11/22/sdelki_s_ispolzovaniem_tehnologii_blokchein
7. Рассолов И.М., Бекин А.В., Шитова А.А. Смарт-контракты: рабочая программа. М.: Издательский центр Университета им. О.Е. Кутафина (МГЮА). 2019.
8. Сафарли Н.Э. Смарт-контракт: понятие, правовая природа, особенности заключения и исполнения / Н.Э. Сафарли // Правовая парадигма. 2019; 18: 4: 54–60. DOI: 10.15688/jc.jvolsu.2019.4.7
9. Фомичева Т.Л. Смарт-контракт / Т.Л. Фомичева // Самоуправление. 2021; 5(127): 429–432.
10. Харитонов В.И. Инструменты развития механизма информационного управления системой продовольственного обеспечения // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2022; 4: 129–134.
11. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты. Доклад к XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апреля 2021 г. / Г.И. Абдрахманова, К.Б. Быховский, Н.Н. Веселитская и др.; рук. авт. кол. П.Б. Рудник; науч. ред. Л.М. Гохберг, П.Б. Рудник, К.О. Вишневецкий, Т.С. Зинина; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Издательский дом Высшей школы экономики. 2021.
12. Что такое смарт-контракт: объясняем простыми словами. Портал «Секрет фирмы» [Электронный ресурс]. — URL: <https://secretmag.ru/enciklopediya/chto-takoe-smart-kontrakt-obyasnyayem-prostymi-slovami.htm>

«ЖИЗНЬ ЧЕЛОВЕКА НЕ ВЕЧНА, НО НАУКА И ЗНАНИЯ ПЕРЕСТУПАЮТ ПОРОГИ СТОЛЕТИЙ»

И.В. КУРЧАТОВ

УДК 348.663 (571.54)

Тарнуев Ю.А., ученый, педагог¹, **Мантатова Н.В.**, профессор, д-р ветеринар. наук¹,
Концевая С.Ю., профессор, академик РАЕ, д-р ветеринар. наук^{2,3}

¹ ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», Улан-Удэ, Россия

² ФГБОУ ДПО «Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса», Москва, Россия

³ ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия



Земля Бурятии подарила миру многих выдающихся незаурядных личностей, среди них ведущий ученый-терапевт, основатель научной школы ветеринарных гастроэнтерологов, талантливый педагог и организатор высшего ветеринарного образования, доктор ветеринарных наук, профессор, заслуженный деятель науки Республики Бурятия и Российской Федерации Юрий Абогоевич Тарнуев [1].

Юрий Абогоевич родился в многодетной семье агронома 5 марта 1939 года в селе Сосново-Озерское Еравнинского района Бурятской АССР. Окончил Сосново-Озерскую среднюю школу в 1957 г., год работал ветеринарным санитаром в колхозе «Дружба» Еравнинского района Бурятской АССР. Работа эта предопределила всю дальнейшую судьбу: он помогал оказывать первую помощь заболевшим животным, принимал участие в профилактике и лечении заболеваний животных, наблюдал массовый падеж ягнят и телят от беломышечной болезни. В то время это заболевание еще не было изучено, не были разработаны меры профилактики и лечения. Природная любознательность и интерес к причинам возникновения болезней у животных привели молодого человека в 1958 г. в Бурятский сельскохозяйственный институт на ветеринарный факультет.

В студенческие годы Ю.А. Тарнуев с интересом познавал биологические науки, уже со 2-го курса изучал причины, клиническую картину, меры профилактики и лечения беломышечной болезни. Под руководством заведующего кафедрой терапии доцента С.И. Ламкина он выполнил и защитил на отлично дипломную работу на эту тему [2]. После окончания института у Ю.А. Тарнуева не возникло вопроса, куда ехать работать. Конечно же, в родную Еравну!

В 1963 году молодого специалиста назначили заведующим Усть-Эгитуйским ветеринарным участком. Работа в этой должности выявила в нем незаурядные организаторские способности. В 1963–1965 гг. он оборудовал ветеринарную лечебницу с лечебно-профилактическими пунктами, где были созданы все условия для квалифицированного приема больных животных, диагностики, проведения операций и лечебно-профилактических мероприятий. В 1965 г. на базе лечебницы был проведен межрайонный семинар по созданию лечебно-профилактических пунктов в хозяйствах и выращиванию гидропонной зелени для молодняка. За сокращение заболеваемости и снижение падежа животных, своевременное проведение

ветеринарно-профилактических мероприятий ветврач Ю.А. Тарнуев был награжден путевкой на ВДНХ СССР.

В 1967 г. Юрия Абогоевича перевели главным ветеринарным врачом в самый крупный тогда в Республике Бурятия совхоз «Еравнинский».



Ю. А. Тарнуев в национальном костюме



С супругой

Опытного и целеустремленного специалиста никак не устраивали рамки одного хозяйства, и уже бы накоплен значительный врачебный опыт. Особый интерес — это болезни желудочно-кишечного тракта телят. Постепенно накопился материал, требующий анализа, обобщения, научных и теоретических изысканий, и он принял решение продолжить образование в целевой аспирантуре Казанского ветеринарного института. Тема будущей кандидатской диссертации была достаточно сложной и для непосвященного в тонкости ветеринарной науки, если привести ее название, мало что скажет.

В этой области в те годы был дефицит научных исследований, и молодой ученый смело взялся за них. В 1971 г. Ю.А. Тарнуев досрочно защитил кандидатскую диссертацию на тему «Изучение биоэлектрической активности и моторно-секреторной функции сычуга здоровых и больных диспепсией телят» [3, 4].

После приезда в родной город Юрий Абогоевич уже твердо знал, что терапия в области ветеринарии и клинической диагностики — это его специализация и именно здесь следует продолжать совершенствоваться. С тех пор вся дальнейшая научно-педагогическая деятельность Юрия Абогоевича была связана с кафедрой терапии и клинической диагностики Бурятского сельскохозяйственного института. Вначале работал ассистентом, старшим преподавателем, затем доцентом, а в 1981 году его избрали заведующим кафедрой, и по 2008 год он работал в этой должности.

С первых дней работы в институте Ю.А. Тарнуев продолжал исследования по изучению моторно-секреторной функции желудочно-кишечного тракта сельскохозяйственных животных в норме и при незаразных болезнях. Им разработана оригинальная методика регистрации биотоков разных отделов желудка у разных



На конференции в Бурятской ГСХА



Участники международной научно-практической конференции. 2009 г.



На конференции, посвященной 90-летию Бурятской ГСХА. 2021 г.

видов животных, позволяющая определить расстройства пищеварения значительно раньше, чем клиническое проявление болезни, и применяемая в диагностике желудочно-кишечных заболеваний животных.

Методика регистрации биотоков — существенный вклад в физиологию пищеварения, вопросы функциональных исследований желудка продуктивных животных, nomадных животных, клиники и рациональной, физиологически обоснованной терапии перитонита, диспепсии и гастроэнтеритов молодняка стали частью исследований по изучению взаимосвязей секреции и моторики желудка в норме и при патологии.

В ходе исследований получены особенно значительные для практических ветеринарных врачей данные о влиянии различных лекарственных средств и физиотерапевтических процедур на секреторную и моторно-эвакуаторную функцию желудка.

Юрий Абогоевич совместно с сотрудниками разработал и внедрил в сельскохозяйственное производство для профилактики и лечения болезней молодняка животных и пушных зверей новые препараты: стартин, бадатон, цеолиты, экстракт нуклеопротеида, гастромукол и др.

Материалы исследований вошли в монографии, учебники и учебные пособия для студентов ветеринарных факультетов вузов страны, успешно используются не только в сельскохозяйственном производстве, но и в смежных областях науки — биологии и медицине.

Ю.А. Тарнуев на протяжении всего периода трудовой деятельности оказывал практическую помощь сельскохозяйственным предприятиям республики разных форм собственности в профилактике и лечении болезней молодняка животных, в течение многих лет проводил хозяйственные работы в хозяйствах Бурятии, Читинской и Иркутской областей, применяя

новые препараты в профилактике болезней животных. Ежегодный экономический эффект от внедрения их в производство составил 80–100 тыс. рублей.

За разработку и внедрение в ветеринарную практику новых препаратов и методов Главный комитет ВДНХ СССР утвердил Ю.А. Тарнуева участником Выставки достижений народного хозяйства СССР. Его экспонаты демонстрировались в павильоне «Ветеринарная поликлиника» в 1976–1978 и 1991 гг.

В 1983 г. Юрий Абогоевич защитил докторскую диссертацию на тему «Электрогастроэнтерография в ветеринарии», в 1984 г. утвержден в звании профессора.

Профессор Ю.А. Тарнуев поражает многогранностью и интенсивностью своей научной, педагогической и общественной деятельности. Он был одним из наиболее активных организаторов науки и педагогического процесса в своей академии.

Судя по ученикам профессора Ю.А. Тарнуева, можно смело утверждать о формировании научной школы гастроэнтерологии. Под руководством и при научной консультации профессора Ю.А. Тарнуева защищены 42 кандидатские и 19 докторских диссертаций, в том числе подготовлены 3 кандидата наук и 3 доктора наук Монголии. Его ученики трудятся в вузах и научно-исследовательских учреждениях восточных районов страны, от Урала до Тихого океана, Монголии и работают над проблемой «Система экологического мониторинга бассейна озера Байкал».

Будучи деканом ветеринарного факультета, Юрий Абогоевич приложил много усилий по внедрению в учебный процесс активных форм обучения в свете перестройки высшей школы, был одним из организаторов создания филиалов кафедр в хозяйствах.

Профессор Ю.А. Тарнуев назначался Главным управлением вузов председателем Государственной экзаменационной комиссии в Приморском СХИ (1986 г., 1996 г.), Алма-Атинском ЗВИ (1989 г., 1992 г.), Благовещенском СХИ (1993 г.) и Иркутской ГСХА (2005 г., 2007 г., 2012 г.).

Ю.А. Тарнуев трижды избирался председателем профбюро, членом партбюро, 4 года работал заместителем декана, более 5 лет — деканом ветеринарного факультета, ученым секретарем и председателем диссертационного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций.

С 1995 по 2007 г. Юрий Абогоевич — председатель докторского диссертационного совета Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, член международного докторского совета по защите диссертаций (Монголия).

В 1999 г. профессору Ю.А. Тарнуеву за многолетнюю плодотворную работу и заслуги в подготовке квалифицированных кадров для Монголии присвоено звание «Почетный профессор Монгольского государственного сельскохозяйственного университета».

Трудовые заслуги Юрия Абогоевича высоко оценены. Он награжден почетными грамотами Главного управления ветеринарии СССР, отдела науки МНР, Президиума Верховного Совета и Совета Министров Бурятской АССР, Народного Хурала Республики Бурятия, нагрудным знаком Министерства высшего и среднего специального образования «Отличник высшего образования Российской Федерации» (1991 г.).

В 1996 г. Ю.А. Тарнуеву за большие заслуги и плодотворную научную деятельность присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации». В 1996 г. Юрий Абогоевич избран



На конференции в Бурятской ГСХА

действительным членом (академиком) Академии ветеринарных наук.

В сентябре 1999 г. за заслуги в области сельского хозяйства, перерабатывающей промышленности и многолетний добросовестный труд профессор Ю.А. Тарнуев Указом Президента Российской Федерации награжден орденом Дружбы. В 2001 г. ему присвоено звание почетного выпускника БГСХА.

В 2003 г. на IV Сибирской международной научно-практической конференции в Новосибирске Юрий Абогоевич стал лауреатом конкурса в номинации «Золотой стетоскоп» за подготовку научно-педагогической школы и серию работ по терапии и диагностике, а в 2004 г. решением общего собрания Сибирской академии наук высшей школы избран членом-корреспондентом САН ВШ.

В 2012 г. награжден высшей наградой Республики Бурятия — медалью Агвана Доржиева.

Награжден медалями «200 лет ветеринарному образованию России», «За отличие в области ветеринарии», удостоен почетного звания «Заслуженный работник АПК Монголии». В 2013 г. — медалью «100 лет В.Р. Филиппову» [1–4].

Юрий Абогоевич Тарнуев широко известен в Республике Бурятия и за ее пределами, в том числе и за рубежом. Множество его наград — это дань уважения, признания и его высшей заслуги. Всю свою жизнь он посвятил ветеринарии. Специалист высокого профиля, профессионал своего дела, незаурядный организатор, удивительно разносторонний человек с активной гражданской позицией, неумейной энергией, трудоспособностью, способный увлечь своими идеями и повести за собой.

Память об ученом, учителе, педагоге Юрии Абогоевиче будет жить в его родных и близких, учениках, коллегах, земляках и всех, кто когда-то был с ним знаком.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Багинова О.Д. Мои ученики — мое богатство: к 70-летию со дня рождения Ю.А. Тарнуева / О.Д. Багинова, Б.О. Багинов. Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова. 2009; 60.
2. Кушеев Ч.Б. Жизнь, посвященная ветеринарии, науке и ученикам / Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы гастроэнтерологии и электрогастрографии», посвященной 25-летию научной школы кафедры терапии БГСХА им. В.Р. Филиппова. Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова. 2016; 234.
3. Помулев В.И. История, достойная уважения: к 80-летию факультета ветеринарной медицины БГСХА им. В.Р. Филиппова / В.И. Помулев. Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова. 2015; 161.
4. Помулев В.И. Наследники славных традиций / В.И. Помулев. Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова. 2011; 120.

УДК: 002.63

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-38-49

М.Б. Ребезов^{1, 2}

Б.В. Виолин³ ✉

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

² Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

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

✉ agrovetpress@inbox.ru

Поступила в редакцию:

06.01.2024

Одобрена после рецензирования:

12.02.2024

Принята к публикации:

28.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-38-49

Maksim B. Rebezov^{1, 2}

Boris V. Violin³

¹ V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

² Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

³ 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

✉ agrovetpress@inbox.ru

Received by the editorial office:

06.01.2024

Accepted in revised:

12.02.2024

Accepted for publication:

28.02.2024

Сравнительный анализ публикационной активности журнала «Аграрная наука» за 2022–2023 гг.

РЕЗЮМЕ

Для повышения рейтинга, публикационной активности и качества публикуемых исследований журнала «Аграрная наука» в статье представлены некоторые показатели публикационной активности журнала за 2022 г. и дана оценка ее изменению за 2022–2023 гг. В отмеченный период значительно расширился состав редакционной коллегии, что позитивно повлияет на возможности коллегии и позволит расширить охват научных сфер, публикуемых в журнале.

В 2022 и 2023 гг. в журнале «Аграрная наука» было опубликовано по 248 научных статей в четырех представленных в журнале разделах («Агрономия», «Зоотехния и ветеринария», «Агроинженерия и пищевые технологии», «Экономика»).

Среднее количество авторов в 2023 г. сократилось на 0,5 — с 3,7 до 3,2. Снижение данного показателя положительно указывает на увеличение «веса» каждого автора в статье.

Публикационная активность иностранных авторов сократилась с 12 до 6%. Для возвращения и повышения уровня публикационной активности на иностранных языках будут предприняты меры по привлечению иностранных ученых к публикациям.

За 2022–2022 гг. среднее количество ссылок в библиографических списках научных статей повысилось с 17,0 до 17,2. Данный показатель будет повышаться для увеличения научной достоверности опубликованных исследований.

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

Для цитирования: Ребезов М.Б., Виолин Б.В. Сравнительный анализ публикационной активности журнала «Аграрная наука» за 2022–2023 гг. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 38–49.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-38-49>

© Ребезов М.Б., Виолин Б.В.

Comparative analysis of publication activity of the journal “Agrarian Science” for 2022–2023

ABSTRACT

To increase the rating, publication activity and quality of published research of the journal «Agrarian Science», some indicators of the journal's publication activity for 2022 are presented and an assessment of its change for the period 2022–2023 is given in this article.

During this period, the composition of the editorial board has significantly expanded, which has a positive effect on the capabilities of the board and will expand the coverage of scientific fields published in the journal.

In 2022 and 2023, 248 scientific articles were published in the journal “Agricultural Science” in four sections presented in the journal (“Agronomy”, “Animal Science and Veterinary”, “Agroengineering and Food Technologies”, “Economics”).

The average number of authors in 2023 decreased by 0.5 — from 3.7 to 3.2. A decrease in this indicator positively indicates an increase in the “weigh” of each author in the article. Publication activity of foreign authors decreased from 12 to 6%. To return and increase the level of publication activity in foreign languages, measures will be taken to attract foreign scientists to publications.

Over the period 2022–2022, the average number of citations in bibliographic lists of scientific articles increased from 17.0 to 17.2. We will increase this indicator to increase the scientific credibility of published studies.

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

For citation: Rebezov M.B., Violin B.V. Comparative analysis of publication activity of the journal «Agrarian Science» for 2022–2023. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 38–49 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-38-49>

© Rebezov M.B., Violin B.V.

Введение/Introduction

Наука — главный механизм развития человечества, поэтому она является объектом внимания со стороны государства. Сегодня к науке предъявляются всё более высокие требования со стороны государства и общества. Это является следствием высокого скачка научно-технического прогресса в XX–XXI вв. [1, 2]. Так, согласно Федеральному закону Российской Федерации № 127-ФЗ¹ научно-техническая политика РФ является «составной частью социально-экономической политики и указывает цели, направления и формы деятельности органов государственной власти в области науки и техники».

По мере развития науки и признания роли науки в современных государствах усиливается глобальная научно-технологическая конкуренция, а следовательно, возрастает и значение публикационной активности как части научно-исследовательской деятельности [3–5].

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 свидетельствует о степени интереса к рассматриваемой проблеме и признания результатов [3, 6]. Такая 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 [6].

Рейтинг научно-теоретического издания определяется уровнем библиометрических показателей и в значительной степени зависит от редакционной политики, публикационной активности и повышения качества публикуемого материала [5, 6].

Под публикационной активностью научной организации в широком смысле слова понимается не только количественный результат (число статей, цитирований и т. д.), но и качественный результат, который учитывает произведение научной ценности публикаций и цитирований на их количество, которое может осуществляться с различными весовыми коэффициентами [7].

Для успешного развития издания редакционная политика научного журнала должна быть направлена на привлечение наиболее актуальных, оригинальных научных статей, способствующих приращению нового научного знания, издавая при этом журнал на высоком профессиональном издательском уровне [8].

Необходимо тщательно отслеживать тенденции, определяющие издательские стандарты и качественный уровень журнала, с тем чтобы научная коммуникация не теряла свою эффективность [9].

Любая научная статья научно-теоретического журнала представляет собой уникальную информационную единицу с определенной структурой. Помимо

собственно научной информации (описание изучаемой проблемы, методология исследования, полученные результаты и их обсуждение), в ней содержатся метаданные, позволяющие проводить детальный анализ научных исследований в соответствующей области, их особенности и географическую локализацию, финансирование и аффилиацию автора. Эти данные помогают увидеть полную картину текущего состояния публикационной активности журнала [10, 11].

В отношении издания к публикуемым статьям издание научного журнала должно отвечать на следующие запросы: публикация статей, способствующих развитию знания в своей предметной области и отвечающих на актуальные вопросы, представляющие широкий научный и прикладной интерес; логическое структурирование рукописей; иметь опору исследований на научно обоснованные современные методы [9].

Таким образом научное издание должно найти баланс между упрощением процедуры публикации для исследователей и одновременно с этим требованием к повышению актуализации и научной ценности статей.

Для развития журнала «Аграрная наука» и возможной корректировки редакционной политики для увеличения рейтинга журнала на отечественной и международных площадках научно-теоретических изданий выполнен сравнительный анализ публикационной активности журнала «Аграрная наука» за 2022–2023 гг.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Рецензируемый научно-теоретический журнал «Аграрная наука» (далее — журнал) публикует результаты научно-исследовательской и научно-практической деятельности ученых, научных сотрудников вузов, научных организаций, аспирантов и специалистов промышленных предприятий.

В октябре 1956 г. был основан журнал «Вестник сельскохозяйственной науки», а в 1992 г. он стал называться «Аграрная наука». Издатель журнала — АНО «Редакция журнала «Аграрная наука»» (107053, Россия, г. Москва, ул. Садовая-Спасская, д. 20). Редакция журнала выпускает ежемесячное печатное (ISSN 0869-8155) и электронное издание² (ISSN 2686-701X).

Журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий³ Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук, в список периодических изданий международной базы данных AGRIS⁴, в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) — eLIBRARY ID: 8384⁵, в базу данных RSCI⁶ (Russian Science Citation Index) и ядро РИНЦ.

Журнал является членом Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ), всем размещаемым в журнале публикациям присваивается DOI.

Журнал имеет четыре раздела по следующим научным направлениям: «Агрономия», «Зоотехния и ветеринария», «Агроинженерные и пищевые технологии», «Экономика (отраслевая и региональная)» [12].

¹ Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» (с изм. на 16.04.2022). Собрание законодательства Российской Федерации. 1996; 35. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/9028333> (дата обращения: 22.12.23).

² Сайт журнала. — URL: <https://www.vetpress.ru/jour/index> (дата обращения: 04.01.2024).

³ Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук (по состоянию на 24.10.2023). — URL: <https://vak.minobrnauki.gov.ru/uploader/loader?type=19&name=91107547002&f=21051> (дата обращения: 04.01.2024).

⁴ <https://agris.fao.org/ru> (дата обращения: 05.01.24).

⁵ https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8384 (дата обращения: 04.01.2024).

⁶ <https://elibrary.ru/projects/rsci/rsci.pdf> (дата обращения: 04.01.2024).

Журнал публикует статьи в соответствии с утвержденной номенклатурой научных специальностей ВАК Минобрнауки России (приказ от 24.02.2021 № 118)⁷ [12].

Для продвижения журнала редакция активно использует интернет-сайты и социальные сети, в том числе такие, как «Отраслевой портал «Аграрная наука»»⁸, телеграм-канал «Издательский дом «Аграрная наука»»⁹ [12].

Подписка на электронную версию журнала — бесплатная. Редакция отправляет pdf номера журнала на имейл подписчика¹⁰ [12].

Объект исследования — публикационная активность журнала «Аграрная наука», предмет исследования — массив статей, представленных в издании за 2022 и 2023 гг.

Материалом для исследования являлись статистические данные, полученные после анализа необходимой информации в статьях журнала «Аграрная наука» за 2022–2023 гг. Полученные данные анализировались с применением проблемно-тематического и системного анализа.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Главные задачи редакционной коллегии журнала¹¹ состоят в организации научного рецензирования поступающих материалов, научного и литературного редактирования материалов, в формировании содержания текущего номера издания.

Редакционная коллегия отвечает за состояние и качество публикуемого материала. Деятельность

редакционной коллегии серьезно влияет на рейтинг и авторитет научного журнала. Для достижения этой цели необходимо расширять привлечение специалистов разных сфер научных интересов, формировать интернациональный состав для обмена опытом внутри редакционной коллегии [12–16].

Сравнительная информация об аффилиации членов редакционной коллегии журнала по странам представлена на рисунках 1, 2 (по состоянию на 12.02.2022 — на рис. 1, по состоянию на 31.12.2023 — на рис. 2).

Анализируя работу редакции, важно отметить, как количественно изменился состав редакционной коллегии журнала. В редакционной коллегии теперь работают представители 22 стран (годом ранее — 7). Теперь в редакционной коллегии журнала в 2023 г. представлены

Рис. 1. Количественный состав членов редакционной коллегии журнала (по странам) в 2022 г.
Fig. 1. Quantitative composition of the journal's editorial board members (by country) in 2022

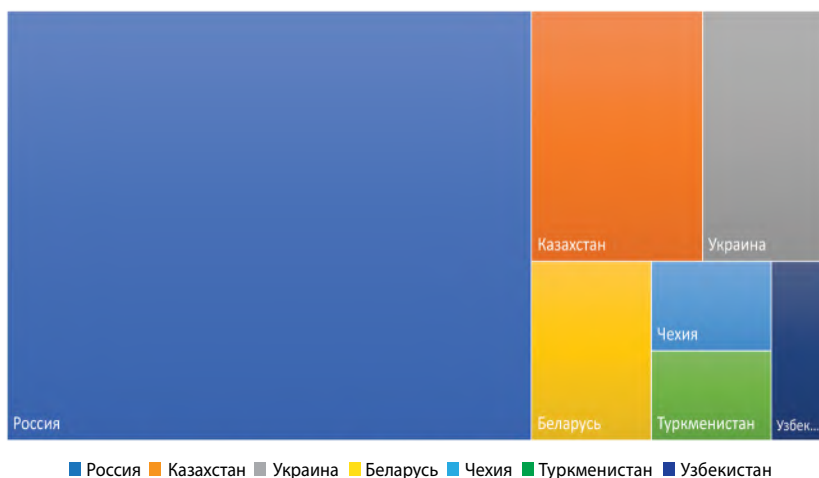
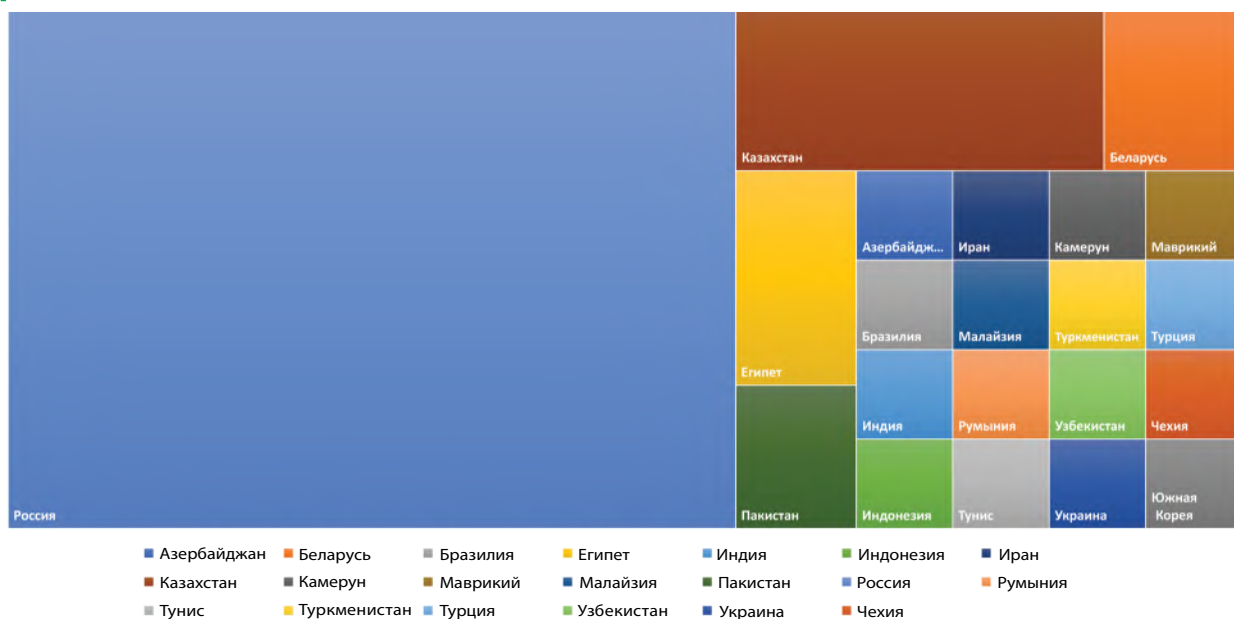


Рис. 2. Количественный состав членов редакционной коллегии журнала (по странам) в 2023 г.
Fig. 2. Quantitative composition of the journal's editorial board members (by country) in 2023



⁷ Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021 № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» (утв. Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093). — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202104060043> (дата обращения: 04.01.2024).

⁸ URL: <https://agrarnayanauka.ru/> (дата обращения: 04.01.2024).

⁹ URL: <https://t.me/agrarianscience> (дата обращения: 04.01.2024).

¹⁰ URL: <https://agrarnayanauka.ru/category/jurn/> (дата обращения: 04.01.2024).

¹¹ URL: <https://www.vetpress.ru/jour/pages/view/EditorialC> (дата обращения: 04.01.2024).

ученые из Азербайджана, Бразилии, Египта, Индии, Индонезии, Ирана, Камеруна, Маврикия, Малайзии, Пакистана, Румынии, Туниса, Турции, Южной Кореи.

Рис. 3. Количественный состав российских членов редакционной коллегии журнала (по субъектам Российской Федерации) в 2022 г.

Fig. 3. Quantitative composition of Russian members of the editorial board of the journal (by constituent entities of the Russian Federation) in 2022



Рис. 4. Количественный состав российских членов редакционной коллегии журнала (по субъектам Российской Федерации) в 2023 г.

Fig. 4. Quantitative composition of Russian members of the editorial board of the journal (by constituent entities of the Russian Federation) in 2023

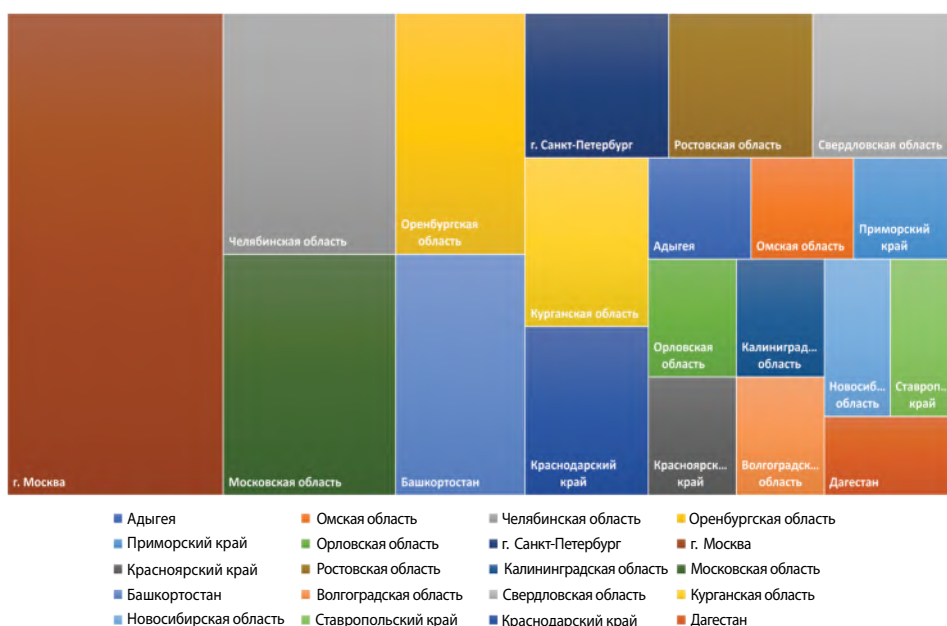
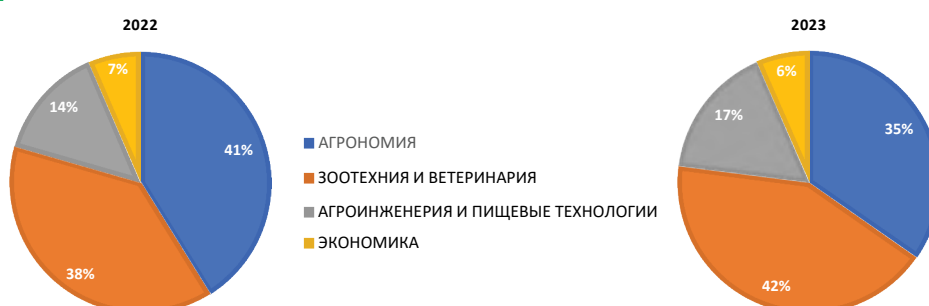


Рис. 5. Количество опубликованных статей по научным разделам журнала в 2022 и 2023 гг.

Fig. 5. Number of published articles in scientific sections of the journal in 2022 and 2023



Количество членов редколлегии журнала увеличилось более чем в три раза.

Не только значительно изменился состав редколлегии по представителям зарубежных стран в редакционной коллегии, но и из разных субъектов Российской Федерации.

На рисунках 3, 4 представлен количественный состав редколлегии журнала по субъектам Российской Федерации в 2022 и 2023 гг.

В начале 2022 г. редакционная коллегия была представлена преимущественно представителями г. Москвы. По сравнению с состоянием на февраль 2022 г. можно отметить расширение географических локаций ученых в 2023 г.: количество субъектов Российской Федерации выросло с 3 до 20 (рис. 3, 4).

Сравнительная инфографика (2022 и 2023 гг.) об опубликованных научных работах в журнале по разделам представлена на рисунке 5.

В 2022 году были опубликованы 11 выпусков журнала, летом выпущен сдвоенный № 7–8. За 2022 год в журнале опубликованы 248 научных статей, что составляет в среднем 22,5 статьи в одном номере. Наибольшее количество статей (41,1%) опубликовано в разделе «Агрономия». Такое же количество статей (248) было опубликовано в 12 выпусках за 2023 г., а наибольшее количество статей (42,3%) опубликовано в разделе «Зоотехния и ветеринария».

В 2023 году, как и в 2022-м, можно отметить повышение публикационной активности во второй половине года. Самым продуктивным месяцем в 2023 г. оказался сентябрь — 32 статьи в № 9, а в 2022-м по 31 статье опубликовано в № 7–8 и 11.

Все научные статьи, поступившие в редакцию журнала, проходят обязательное рецензирование¹².

В 2022 году для рецензирования привлекались ученые из Азербайджана, Армении, России, Беларуси, Казахстана, Украины. Всего для публикации в журнале в 2022 г. поступили 299 научных рукописей: опубликовано статей — 248, обоснованных отказов от публикации — 51. Среднее время рецензирования — 44 дня.

В 2023 году для рецензирования привлекались ученые из Беларуси, Казахстана, России и Украины. Всего для публикации в журнале в 2023 г. поступило

¹² URL: <https://www.vetpress.ru/jour/about/editorialPolicies#custom-0> (дата обращения: 13.12.2023).

308 научных рукописей: опубликовано статей — 248, обоснованных отказов от публикации — 60. Среднее время рецензирования — 36 дней.

Отмечаем снижение среднего времени на рецензирование научной рукописи в анализируемый период — 8 дней.

Сравнительная инфографика о среднем количестве соавторов в научных статьях по разделам журнала в 2022 и 2023 гг. представлена на рисунке. 6.

За 2022 год среднее количество авторов в научной статье журнала «Аграрная наука» — 3,7. Среднее количество авторов в 2023 г. сократилось (на 0,5) по сравнению с 2022-м. Снижение данного показателя положительно указывает на увеличение авторского участия в статье. Стоит отметить, что в разделе «Зоотехния и ветеринария» наибольший средний показатель количества авторов статьи (и в 2022 г., и в 2023 г.) — 4,1.

В разделе «Агрономия» исследователи из 18 организаций представили свои научные статьи и в 2022 г., и в 2023 г. (рис. 7).

В 2023 году опубликовали научные исследования авторы из 32 организаций, ранее не публиковавшие в 2023 г. (рис. 7).

За 2022–2023 гг. наибольшую публикационную активность в разделе «Агрономия» проявили исследователи из Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра (Ставропольский край, Шпаковский р-н, г. Михайловск), Аграрно-го научного центра «Донской» (Ростовская обл., Зерноградский р-н, г. Зерноград), Федерального научного центра лубяных культур (г. Тверь). Среди зарубежных организаций: Азербайджанский государственный аграрный университет (г. Гянджа, Азербайджан), Северо-

Рис. 6. Среднее количество авторов в статьях по научным разделам журнала в 2022 и 2023 гг.

Fig. 6. Average number of authors in articles in scientific sections of the journal in 2022 and 2023

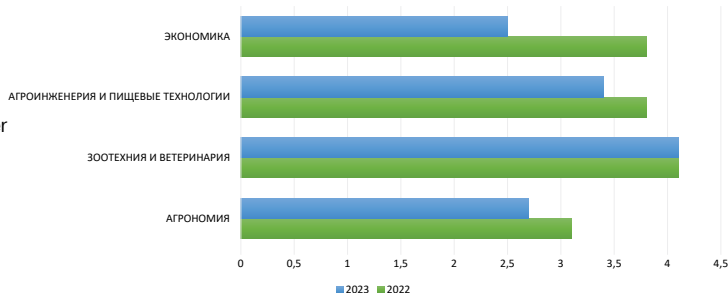
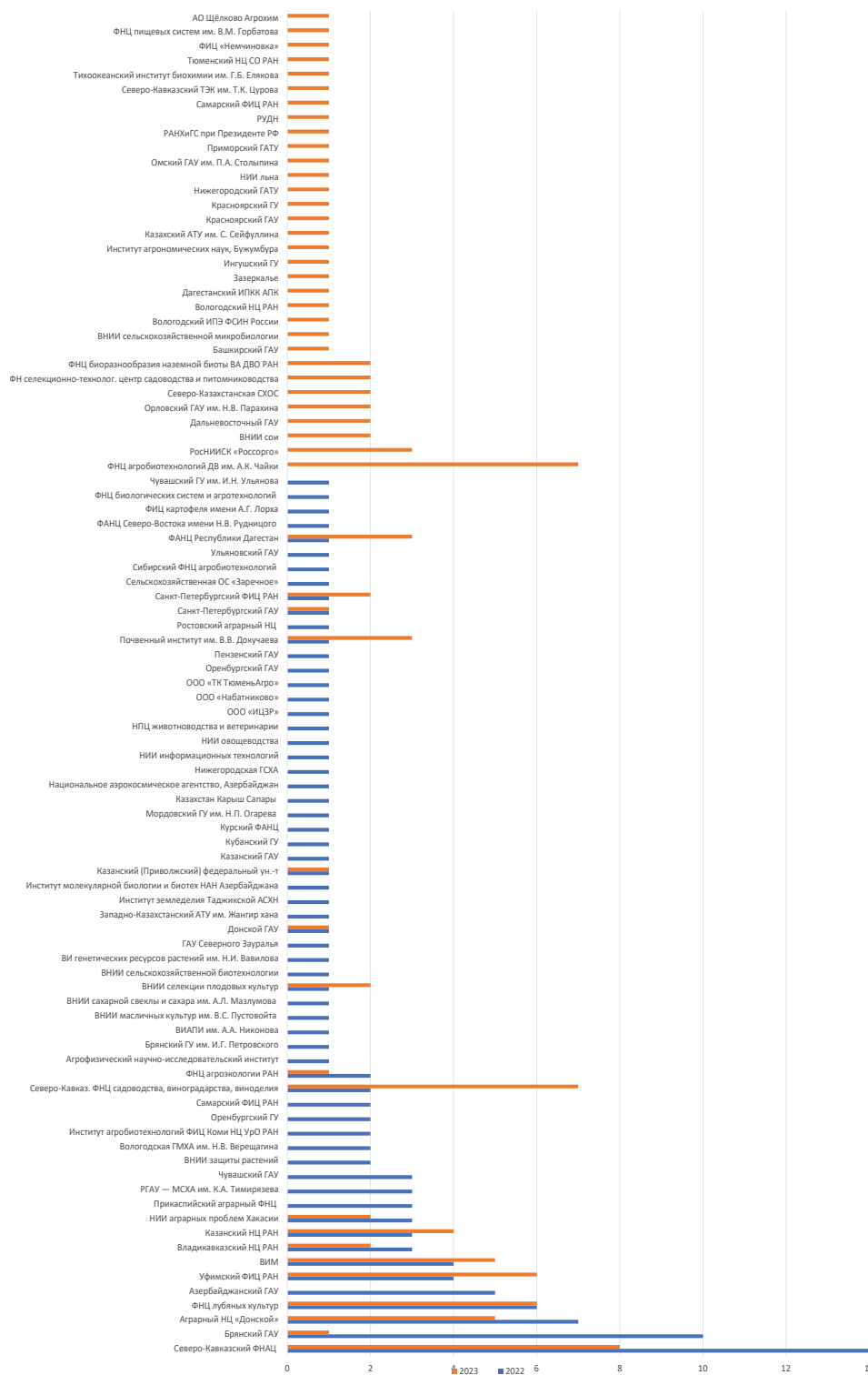


Рис. 7. Распределение количества публикаций в журнале по организациям в научном разделе «Агрономия» (2022 и 2023 гг.)

Fig. 7. Distribution of the number of publications in the journal by organization in the scientific section "Agronomy" (2022 and 2023)



Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция (аул Шагала, Акжайынский р-н, Северо-Казахстанская обл., Казахстан).

В разделе «Зоотехния и ветеринария» исследователи из 30 организаций представили свои научные статьи и в 2022 г., и в 2023-м (рис. 8).

В 2023 году опубликовали научные исследования авторы из 42 новых научных, научно-внедренческих и образовательных учреждений (рис. 8).

За 2022–2023 годы наибольшую публикационную активность в разделе «Зоотехния и ветеринария» проявили исследователи из Уральского государственного

Рис. 8. Распределение количества публикаций в журнале по организациям в научном разделе «Зоотехния и ветеринария» (2022 и 2023 гг.).

Fig. 8. Distribution of the number of publications in the journal by organization in the scientific section "Zootechnics and Veterinary Medicine" (2022 and 2023)



аграрного университета (г. Екатеринбург), Федерального исследовательского центра животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста (пос. Дубровицы, г. о. Подольск, Московская обл.), Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук (г. Москва). Среди зарубежных организаций: Научно-исследовательский институт шелководства (г. Ташкент, Узбекистан), Инновационный Евразийский университет (г. Павлодар, Казахстан).

В разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» исследователи из 11 организаций представили свои научные статьи и в 2022 г., и в 2023-м (рис. 9).

В 2023 году опубликовали научные исследования авторы из 27 новых организаций (рис. 9).

Наибольшую публикационную активность за 2022–2023 гг. показали ученые из Чувашского государственного аграрного университета (г. Чебоксары), Федерального научного агроинженерного центра ВИМ

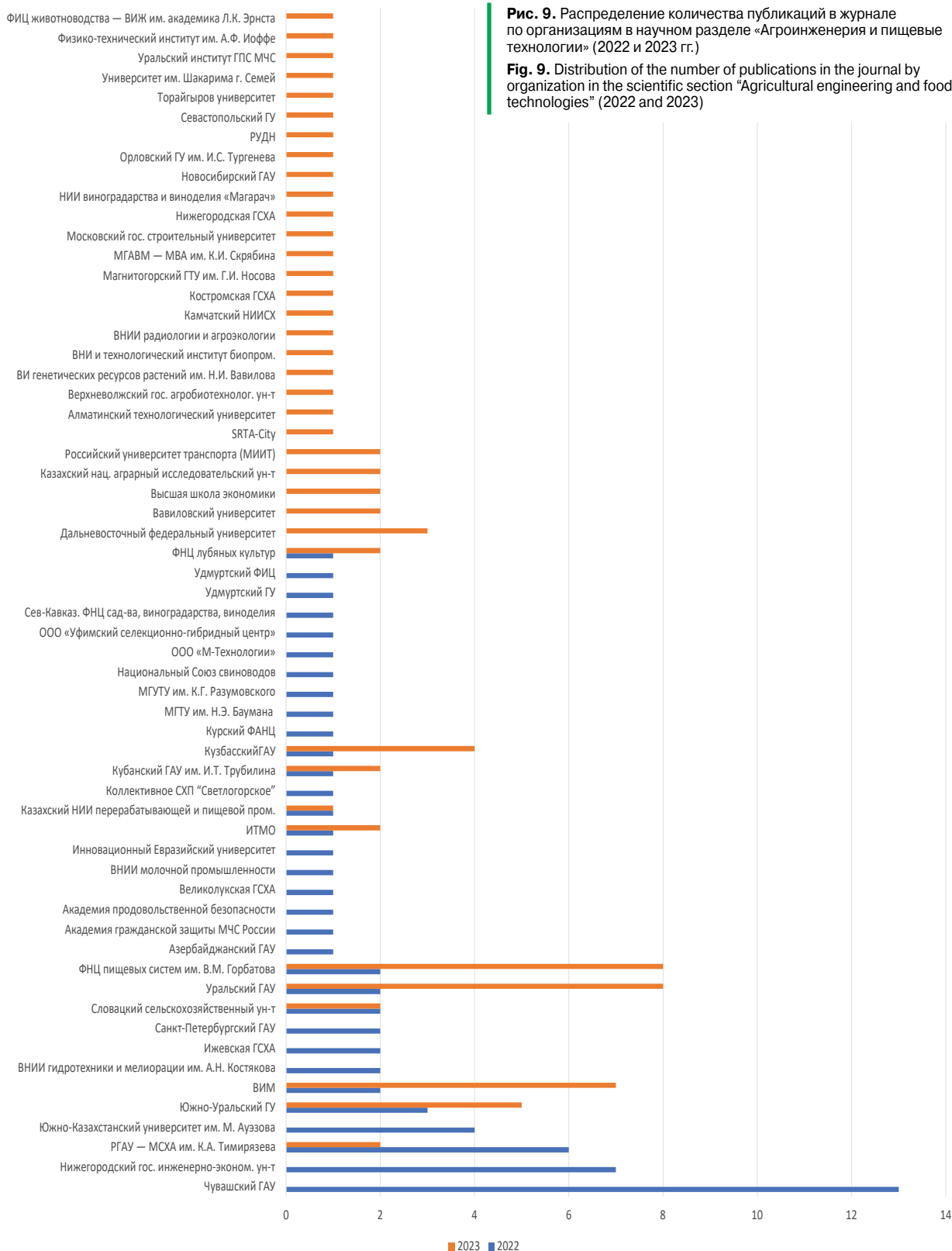


Рис. 9. Распределение количества публикаций в журнале по организациям в научном разделе «Агроинженерия и пищевые технологии» (2022 и 2023 гг.)

Fig. 9. Distribution of the number of publications in the journal by organization in the scientific section "Agricultural engineering and food technologies" (2022 and 2023)

(г. Москва), Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова (г. Москва), Уральского государственного аграрного университета (г. Екатеринбург). Среди зарубежных организаций: Южно-Казахстанский университет им. М. Ауезова (г. Шымкент, Казахстан), Казахский национальный аграрный исследовательский университет (г. Алматы, Казахстан), Словацкий сельскохозяйственный университет (г. Нитра, Словакия).

В разделе «Экономика» исследователи из 4 организаций представили свои научные статьи и в 2022 г., и в 2023-м (рис. 10).

В 2023 году опубликовали научные исследования авторы из 13 новых организаций по сравнению с 2022-м (рис. 10).

Наибольшая публикационная активность за два года была отмечена у исследователей из Чувашского государственного аграрного университета (г. Чебоксары), Уральского государственного аграрного университета (г. Екатеринбург). Среди зарубежных организаций: Торайгыров университет (г. Павлодар, Казахстан), Инновационный Евразийский университет (г. Павлодар, Казахстан).

Анализируя распределение аффилиации авторов научных статей и обзоров в журнале за 2022 г. отмечено, что представители 137 организаций опубликовали научные данные. На рисунке 11 представлено распределение по аффилиации авторов с организациями за 2022 г.

Более пяти раз за годовой выпуск журнала упоминаются авторы научных публикаций из 20 организаций.

Рис. 10. Распределение количества публикаций в журнале по организациям в научном разделе «Экономика» (2022 и 2023 гг.)
Fig. 10. Distribution of the number of publications in the journal by organization in the scientific section "Economy" (2022 and 2023)

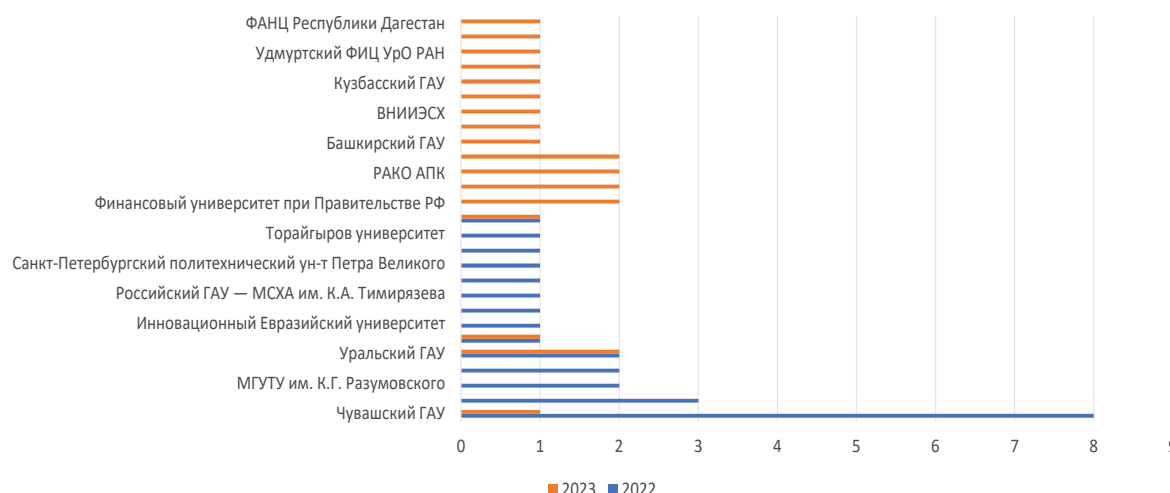


Рис. 11. Распределение по аффилиации авторов за 2022 г.
Fig. 11. Distribution by author affiliation for 2022

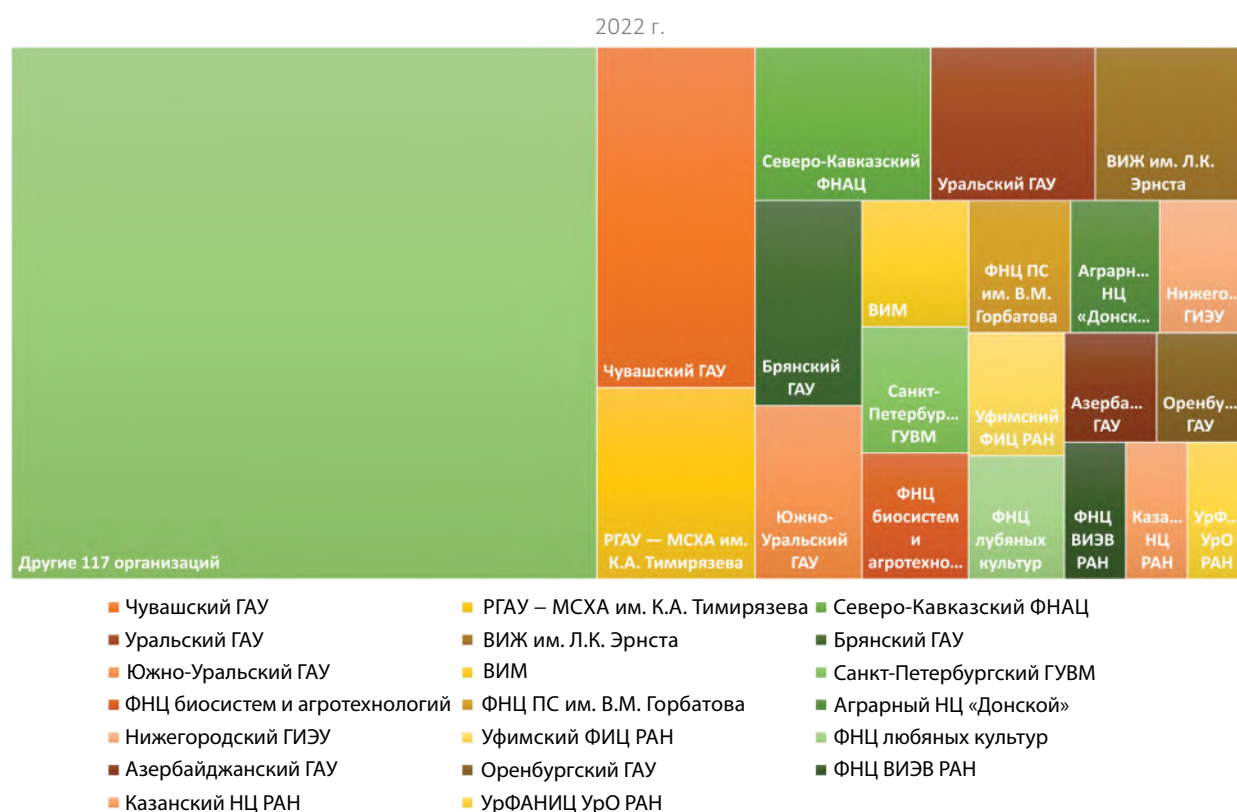


Fig. 12. Distribution by author affiliation for 2023

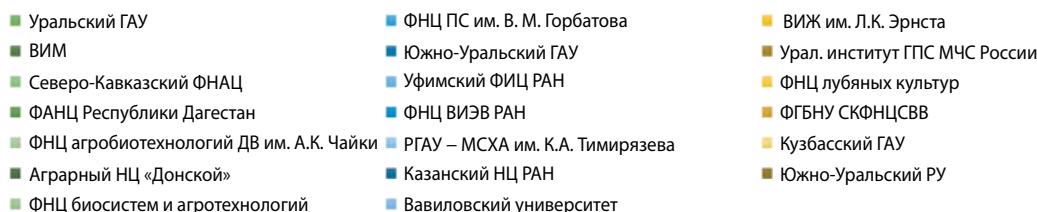
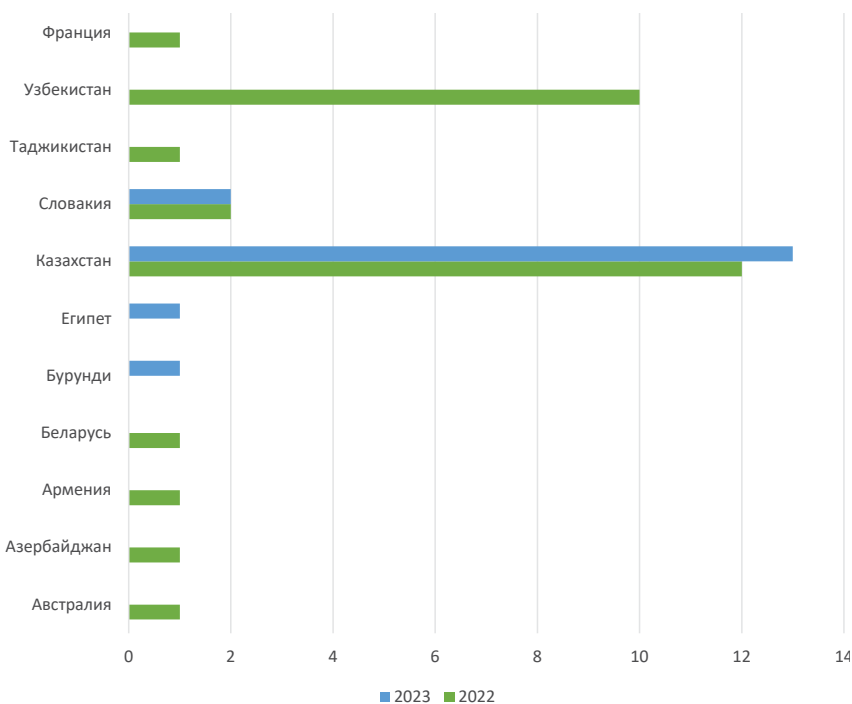


Fig. 13. Number of foreign authors participating in scientific publications of the journal in 2022 and 2023



За 2022 год количество публикаций с участием иностранных авторов составило 30 статей, или

12%. Среди зарубежных авторов научных статей были представители Австралии, Azerbaijan, Армении, Беларуси, Казахстана, Словакии, Таджикистана, Узбекистана, Франции. Самые активные авторы среди публикуемых в журнале за 2022 г. — граждане Казахстана и Azerbaijan (40% и 30% от общего числа публикаций соответственно).

За 2023 год количество публикаций с участием иностранных авторов — 15 шт., или 6%. Среди зарубежных авторов научных статей были представители Бурунди, Египта, Казахстана, Словакии. Самые активные авторы среди публикуемых в журнале за 2023 г. — граждане Казахстана (73% от общего числа публикаций).

В журнале в основном публикации на русском языке, но редакция приветствует публикацию научных материалов и на английском языке. Сравнительная информация о публикациях на английском языке представлена на рисунке 14.

В 2022 году в журнале вышло 4 статьи на английском языке, большая часть (75%) относится к разделу «Зоотехния и ветеринария». Число статей на английском языке за 2023 г. увеличилось в два раза.

Неотъемлемым наукометрическим показателем публикации является библиографический список использованной литературы, который позволяет охарактеризовать источниковедческую базу исследования и подтвердить достоверность приводимых в тексте публикации представленных сведений. На рисунке 15 представлена сравнительная информация по количеству библиографических ссылок в публикациях журнала по научным разделам в 2022 и 2023 гг.

За 2022 год среднее количество ссылок в библиографических списках научных статей — 17,0. Наибольшее количество ссылок в статьях раздела «Экономика» — 24,9, наименьшее в разделе «Агрономия» — 14,8.

В 2023 году среднее количество ссылок в библиографических списках научных статей увеличилось (на 0,2). Планируется и дальше рекомендовать авторам расширять рациональное использование ссылок на научные исследования, которые способствуют развитию научных направлений.

Выводы/Conclusions

После сравнения публикационной активности журнала «Аграрная наука» за 2022–2023 гг. можно сделать следующие выводы:

Рис. 14. Количество статей в журнале, опубликованных на английском языке в 2022 и 2023 гг.
Table 14. Number of journal articles published in English in 2022 and 2023

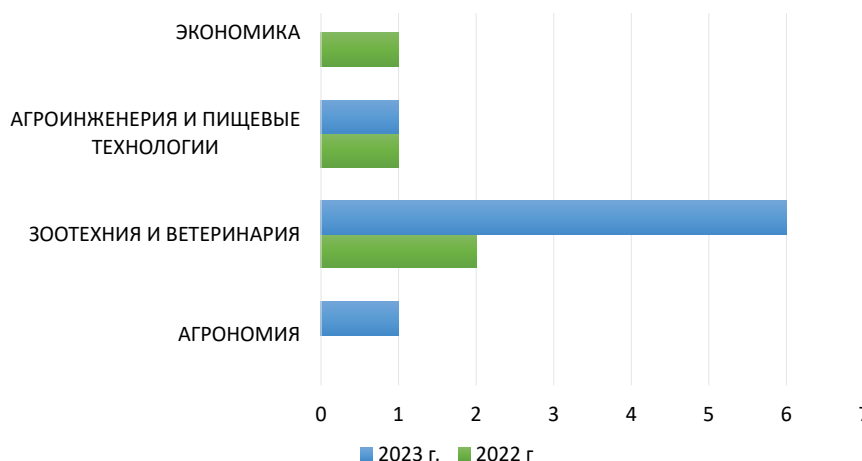
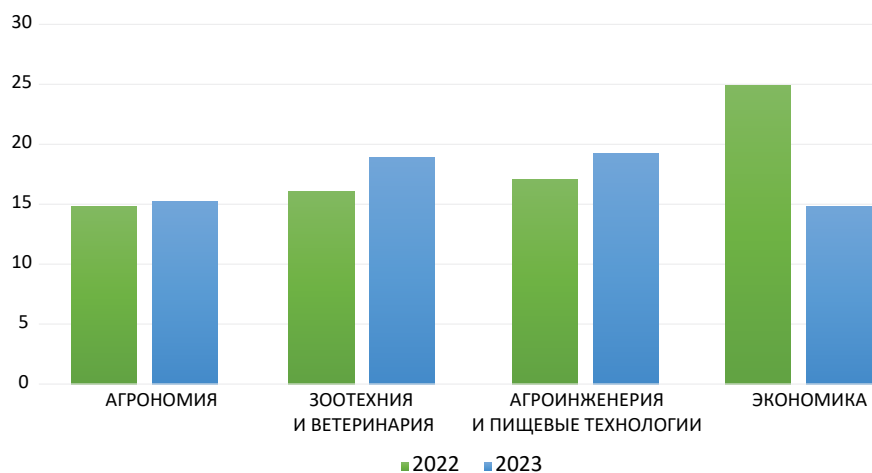


Рис. 15. Среднее количество библиографических ссылок в публикациях журнала по научным разделам в 2022 и 2023 гг.

Fig. 15. Average number of bibliographic references in journal publications by issue and scientific section in 2022 and 2023



✓ значительно расширился состав редакционной коллегии, что позитивно влияет на возможности коллегии и позволит расширить охват научных сфер, публикуемых в журнале (необходимо продолжить работу по привлечению ученых из зарубежных стран и субъектов Российской Федерации для работы в редакционной коллегии журнала);

✓ снижение среднего времени на рецензирование научной рукописи в анализируемый период на 8 дней (необходимо продолжать привлекать к рецензированию статей иностранных ученых);

✓ анализируя распределение аффилиации авторов научных статей и обзоров в журнале за 2022 г., отмечено, что опубликовали научные данные представители 137 организаций, а в 2023-м — 147 организаций разных форм собственности — это подтверждает, что в журнале отражены результаты научных исследований российских и зарубежных организаций (НИИ, научных центров, образовательных учреждений, научно-внедренческих предприятий и др.);

✓ за 2022 и 2023 годы количество публикаций с участием иностранных авторов составило 45 статей, среди зарубежных авторов научных статей были представители Австралии, Azerbaijan, Армении,

Беларуси, Бурунди, Египта, Казахстана, Словакии, Таджикистана, Узбекистана, Франции (необходимо продолжать привлекать к публикации научных исследований иностранных ученых);

✓ среднее количество авторов в 2023 г. сократилось (на 0,5) по сравнению с 2022-м (снижение данного показателя положительно указывает на увеличение авторского участия в статье);

✓ за 2023 год сократилось количество публикаций на английском языке — с 12 до 6% от общего

количества статей (по сравнению с 2022 г.) (для возвращения и повышения уровня публикационной активности на иностранных языках будут предприняты меры по привлечению ученых к публикациям на английском языке);

✓ сравнивая периоды издания журнала за 2022–2023 гг., среднее количество ссылок в библиографических списках научных статей повысилось — с 17,0 до 17,2 (для повышения научной достоверности опубликованных исследований будет проводиться проверка ссылок и сносок на источники информации).

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за 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. Андреева Л.С. Роль науки в стратегии общественного развития: экологический аспект. *Reports Scientific Society*. 2023; 6(38): 118–121. EDN: LOPXNQ
2. Бойков Т.В., Димов И.В. Наука и техника как определяющий принцип человечества. *Вестник науки*. 2023; 5–1(58): 336–338. EDN: UTEEIQ
3. 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>
4. Михайлов О.В. Цитируемость и библиометрические показатели российских ученых и научных журналов. *Проблемы деятельности ученого и научных коллективов*. 2017; 3(33): 152–170.
5. Муравьев В.В. Публикационная активность членов редакционной коллегии журнала «Вестник ИжГТУ им. М.Т. Калашникова». *Вестник ИжГТУ им. М.Т. Калашникова*. 2022; 25(1): 4–16. <https://doi.org/10.22213/2413-1172-2022-1-4-16>
6. 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>
7. Дымкова С.С. Наукометрические инструменты в оценке и управлении публикационной активностью научных организаций. *Культура: теория и практика*. 2021; 5–6(44–45). EDN: FYVGH
8. Кириллова О.В. Нужен ли международный опыт российским журналам? *Научный редактор и издатель*. 2022; 7(2): 140–142. <https://doi.org/10.24069/SEP-22-59>
9. Кириллова О.В., Тихонова Е.В. Критерии качества научного журнала: измерение и значимость. *Научный редактор и издатель*. 2022; 7(1): 12–27. <https://doi.org/10.24069/SEP-22-39>
10. Королёва В.В. и др. Публикационная активность как показатель эффективности научных исследований на примере организаций химического профиля. *Вестник Российской академии наук*. 2020; 90(10): 948–958. <https://doi.org/10.31857/S0869587320100060>
11. Bolshakov D.Yu. The ultimate publication activity of the Russian authors of the scientific journals. *Scholarly Research and Information*. 2021; 4(3): 94–105. <https://doi.org/10.24108/2658-3143-2021-4-3-94-105>
12. Виолин Б.В., Ребезов М.Б. Анализ публикационной активности журнала «Аграрная наука» за 2023 год. *Аграрная наука*. 2024; 378(1): 40–51. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-378-1-40-51>
13. Цветкова Н.А., Худoley К.К., Хейфец В.Л., Гарбузов В.Н., Истомин И.А., Харкевич М.В. Научные журналы в условиях трансформации международных отношений: проблемы, вызовы и перспективы. Часть 1. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Международные отношения*. 2023; 16(3): 294–315. <https://doi.org/10.21638/spbu06.2023.306>
14. Лубышева Л.И. В поисках критериев повышения рейтинга научного журнала. *Теория и практика физической культуры*. 2023; 5: 105. EDN: QVDZIQ
15. Сальникова И.И. Публикационная культура современного ученого: постановка проблемы. *Вестник Южно-Российского государственного технического университета. Серия: Социально-экономические науки*. 2023; 16(1): 267–273. <http://dx.doi.org/10.17213/2075-2067-2023-1-267-273>
16. Попкова Е.Г., Кузнецов В.П., Самерханова Э.К. Устойчивое развитие российской науки: «институциональные ловушки» научных журналов и перспективы их преодоления. *Вестник Мининского университета*. 2023; 11(2): 9. <http://dx.doi.org/10.26795/2307-1281-2023-11-2-9>

REFERENCES

1. Andreeva L.S. The role of science in the strategy of social development: environmental aspect. *Reports Scientific Society*. 2023; 6(38): 118–121 (in Russian). EDN: LOPXNQ
2. Boikov T.V., Dimov I.V. Science and technology as defining principle of humanity. *Bulletin of Science*. 2023; 5–1(58): 336–338 (in Russian). EDN: UTEIQ
3. 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>
4. Mikhailov O.V. Citation and bibliometric indicators of Russian scientists and scientific journals. *Problems of activity of scientists and scientific teams*. 2017; 3(33): 152–170 (in Russian).
5. Muravyov V.V. Publication activity of members of the editorial board of the journal "Bulletin of IzhSTU named after M.T. Kalashnikov". *Bulletin of IzhSTU named after M.T. Kalashnikov*. 2022; 25(1): 4–16 (in Russian). <https://doi.org/10.22213/2413-1172-2022-1-4-16>
6. 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>
7. Dymkova S.S. Scientometric tools in assessing and managing the publication activity of scientific organizations. *Culture: theory and practice*. 2021; (5–6): 44–45 (in Russian). EDN: FYVGH
8. Kirillova O.V. Do Russian magazines need international experience?. *Scientific editor and publisher*. 2022; 7(2): 140–142 (in Russian). <https://doi.org/10.24069/SEP-22-59>
9. Kirillova O.V., Tikhonova E.V. Criteria for the quality of a scientific journal: measurement and significance. *Scientific editor and publisher*. 2022; 7(1): 12–27 (in Russian). <https://doi.org/10.24069/SEP-22-39>
10. Koroleva V.V. et al. Publication activity as an indicator of the effectiveness of scientific research using the example of chemical organizations. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 2020; 90(10): 948–958 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0869587320100060>
11. Bolshakov D.Yu. The ultimate publication activity of the Russian authors of the scientific journals. *Scholarly Research and Information*. 2021; 4(3): 94–105. <https://doi.org/10.24108/2658-3143-2021-4-3-94-105>
12. Violin B.V., Rebezov M.B. Analysis of publication activity of the journal "Agrarian Science" for 2023. *Agrarian science*. 2024; 378(1): 40–51 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-378-1-40-51>
13. Tsvetkova N.A., Khudoley K.K., Heifets V.L., Garbuzov V.N., Istomin I.A., Kharkevich M.V. Scientific journals in the context of the transformation of international relations: Problems, challenges and prospects. Part 1. *Vestnik of Saint Petersburg University. International Relations*. 2023; 16(3): 294–315 (in Russian). <https://doi.org/10.21638/spbu06.2023.306>
14. Lubyshcheva L.I. In search of criteria for increasing the rating of a scientific journal. *Theory and practice of physical culture*. 2023; 5: 105 (in Russian). EDN: QVDZIQ
15. Salnikova I.I. Publication culture of a modern scientist: problem statement // *Bulletin of the South Russian State Technical University. Series: Socio-economic Sciences*. 2023; 16(1): 267–273 (in Russian). <http://dx.doi.org/10.17213/2075-2067-2023-1-267-273>
16. Popkova E.G., Kuznetsov V.P., Samerkhanova E.K. Sustainable development of Russian science: "institutional traps" of scientific journals and prospects for overcoming them. *Vestnik of Minin University*. 2023; 11(2): 9 (in Russian). <http://dx.doi.org/10.26795/2307-1281-2023-11-2-9>

ОБ АВТОРАХ

Максим Борисович Ребезов^{1, 2}

- доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник¹;
- доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов²

rebezov@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>**Борис Викторович Виолин³**

кандидат ветеринарных наук

agrovetpress@inbox.ru

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

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

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

ABOUT THE AUTHORS

Maksim Borisovich Rebezov^{1, 2}

- Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher¹;
- Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products²

rebezov@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>**Boris Viktorovich Violin³**

Candidate of Veterinary Sciences

agrovetpress@inbox.ru

¹V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, 26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

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

³All-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, 5 Zvenigorodskoe highway, Moscow, 123022, Russia

УДК 619:616.9:615.371:579.62:636.03

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-50-56

П.Н. Шастин ✉
Э.А. Якимова
А.В. Супова
В.А. Савинов
Е.Г. Ежова
А.В. Хабарова
А.И. Лаишевцев

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Москва, Россия

✉ shastin.pasha@yandex.ru

Поступила в редакцию:
24.10.2023

Одобрена после рецензирования:
12.02.2024

Принята к публикации:
28.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-50-56

Pavel N. Shastin ✉
Elvira A. Yakimova
Anastasiya V. Supova
Vasily A. Savinov
Ekaterina G. Ezhova
Alla V. Khabarova
Alexey I. Laishevtsev

Federal Scientific Centre VIEV, Moscow, Russia

✉ shastin.pasha@yandex.ru

Received by the editorial office:
24.10.2023

Accepted in revised:
12.02.2024

Accepted for publication:
28.02.2024

Антибиотикорезистентность и фагочувствительность листериозных патогенов

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Проблема листериозного инфицирования продолжает оставаться актуальной в эпизоотологии и эпидемиологии. Устойчивость к эрадикации *Listeria spp.* обусловлена способностью бактерии адаптироваться и сохраняться в различных средах, а также ее внутриклеточным расположением и слабой внутриклеточной диффузией некоторых антибиотиков. Листериоз относится к сапрозоонозам, листерии часто обсеменяют пищевые продукты. Как патоген животного происхождения *Listeria* вызывают беспокойство не только с точки зрения общественного здравоохранения и биобезопасности продуктов, но и как возбудитель болезни животных, приводящей к серьезным экономическим потерям. Бессистемное применение антибиотиков для борьбы с листериозом привело к изменению фона лекарственной чувствительности.

Цель работы — определение антибиотикорезистентности актуальных штаммов листерий и их чувствительности к бактериофагам для обоснования перспектив фагообработок в борьбе с листериозной инфекцией.

Методы. Методология построена на рутинных бактериологических исследованиях, спот-тестах и определении чувствительности диско-диффузионным методом с 132 патогенами *Listeria spp.*

Результаты. Отмечена множественная антибиотикорезистентность к фосфомицину, меропенему, цефотаксиму, бацитрацину, тилозину, цефалексину, полимиксину-В, линкомицину, бензилпенициллину, цефпирому, цефаклору и другим препаратам. Установлен фаголизис листерий бактериофагами нашей коллекции Lm1 (97,70%), Lm2 (96,20%). Данные бактериофаги депонированы в коллекции Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук». Таким образом, цель исследования — расширение знаний о листериозных бактериофагах и фагоприменение в качестве эффективного способа профилактики, лечения и контроля листериозных инфекций в пищевой и животноводческой промышленности.

Ключевые слова: бактериофаги, фаготерапия, биобезопасность, листериоз, антибиотикорезистентность

Для цитирования: Шастин П.Н. и др. Антибиотикорезистентность и фагочувствительность листериозных патогенов. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 50–56.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-50-56>

© Шастин П.Н., Якимова Э.А., Супова А.В., Савинов В.А., Ежова Е.Г., Хабарова А.В., Лаишевцев А.И.

Antibiotic resistance and phage sensitivity of topical listeriosis pathogens

ABSTRACT

Relevance. The problem of listeriosis infection continues to be relevant in epizootology and epidemiology. Resistance to eradication of *Listeria spp.* due to the ability of the bacterium to adapt and persist in various environments, as well as its intracellular location and weak intracellular diffusion of some antibiotics. Listeriosis refers to saprozoonoses, listeria often seed food products. As a pathogen of animal origin, *Listeria* is of concern not only from the point of view of public health and biosafety of products, but also as a causative agent of animal disease, leading to serious economic losses. The haphazard use of antibiotics to combat listeriosis has led to a change in the background of drug sensitivity. The aim of the work was to determine the antibiotic resistance of topical listeria strains and their sensitivity to bacteriophages to substantiate the prospects of phage treatments in the fight against listeriosis infection.

Methods. The methodology is based on routine bacteriological studies, spot tests and sensitivity determination by the disco-diffusion method with 132 *Listeria spp.* pathogens.

Results. Multiple antibiotic resistance to fosfomycin, meropenem, cefotaxime, bacitracin, tylosin, cephalixin, polymyxin-B, lincomycin, benzylpenicillin, ceftiofur, cefaclor and other drugs was noted. *Listeria* phagolysis was established by bacteriophages of our collection Lm1 (97.70%), Lm2 (96.20%). These bacteriophages are deposited in the collection of the Federal Scientific Centre VIEV. Thus, the aim of the study was to expand knowledge about listeriosis bacteriophages and their use as an effective method of prevention, treatment and control of listeriosis infections in the food and livestock industry.

Key words: bacteriophages, phage therapy, biosafety, listeriosis, antibiotic resistance

For citation: Shastin P.N., Yakimova E.A., Supova A.V., Savinov V.A., Ezhova E.G., Khabarova A.V., Laishevtsev A.I. Antibiotic resistance and phage sensitivity listeriosis pathogens. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 50–56 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-50-56>

© Shastin P.N., Yakimova E.A., Supova A.V., Savinov V.A., Ezhova E.G., Khabarova A.V., Laishevtsev A.I.

Введение/Introduction

Бактерии рода *Listeria* широко распространены в природе, обитают как в живых организмах, так и в окружающей среде (почва, растения, водные объекты), выявляются в продуктах животного и растительного происхождения (молоко, яйца, овощи и др.). У людей патогенному воздействию листерии преимущественно подвержены группы риска, в которые входят беременные женщины, новорожденные, пожилые люди, люди с ослабленным иммунитетом. Отмечаются вспышки листериоза с высокой смертностью после употребления пищевой продукции (мясной, рыбной и молочной, кондитерских изделий), пораженной *Listeria monocytogenes* [1, 2]. При листериозе отмечается поражение центральной нервной системы, пищеварительного аппарата, кожи, селезенки и других органов и систем [3, 4].

Распространенным явлением остается вторичное обсеменение пищевой продукции (в процессе производства) основным патогенным видом — *L. monocytogenes* — после тепловой обработки [5]. Например, при исследовании случаев заболеваний листериозом в США, проведенном в 1998–2014 гг., выявлено, что мягкие сыры, изготовленные из пастеризованного молока, стали источником большего числа вспышек листериоза по сравнению с мягкими сырами, изготовленными из непастеризованного молока.

По оценкам специалистов, листериоз характеризуется высоким уровнем летальности — до 30% и более [6–8]. В 2017 году в странах ЕС (ЕЭЗ) было установлено 2502 случая листериоза, в то время как в 2007-м подтверждено лишь 1635 случаев [9].

Устойчивость к эрадикации *L. monocytogenes* обусловлена способностью бактерии адаптироваться и сохраняться в различных средах, а также ее внутриклеточным расположением и слабой внутриклеточной диффузией некоторых антибиотиков, что делает листериоз постоянной серьезной проблемой животноводства [10, 11].

Listeria неприхотливы к местам обитания, могут выживать и расти в широком диапазоне условий (от +3 °C до +45 °C), низких значений pH, в том числе в условиях высоких концентраций солей.

Листериоз (по современной классификации) относится к сапрозоонозам, для возбудителей которых естественным местом обитания являются как абиотические объекты среды, так и зараженные организмы животных [4]. В настоящее время *L. monocytogenes* имеет четыре сероварианта — I, II, III и IV [12]. Наиболее частым источником листериоза являются сельскохозяйственные животные, а резервуаром служат грызуны, рыбы, насекомые и др. [13, 14].

Большинство больных жвачных, которые являются бессимптомными носителями, выделяют *L. monocytogenes* в окружающую среду с фекалиями. Обнаружение *Listeria spp.* в сыром молоке обусловлено загрязнением во время доения, при кормлении скота плохо ферментированным силосом [15, 16].

Вирулентность *L. monocytogenes* обуславливается способностью к инвазии, адгезии и перемещению через кишечный барьер в период всего заболевания [17]. Бактерия содержит различные факторы вирулентности, такие как листериолизин O (*hlyA*, *prfA*), интернализин (*inlA*, *inlC*, *inlJ*), фосфатидилинозитол-фосфалипаза C, белок, ассоциированный с инвазией (*iap*), актин (*actA*). Среди этих факторов листериолизин O (*hlyA*) является основным вирулентным маркером *L. monocytogenes*, представляет собой порообразующий токсин, продуцируемый *hlyA*, который способствует лизису бактериосодержащих

вакуолей, благодаря чему бактериальные клетки высвобождаются в цитоплазму клетки хозяина [18–21].

Один из главных вопросов биобезопасности в агропромышленном секторе — устранение привыкания к антибактериальным препаратам микроорганизмов посредством замены антибиотиков на другие эффективные препараты. Так, в ходе испытаний на крысах рядом исследователей установлена положительная роль мультиштаммовых пробиотиков, оказывающих благотворное влияние на микробиоту кишечника, иммунитет [22].

Решением вопроса биобезопасности является создание препаратов на основе вирусов бактерий. Широким внедрением средств на основе бактериофагов при листериозе занимались ряд авторов еще в 1957–1963 гг. (C.P. Sword, M.J. Pickett. и др.) [23]. Для лечебных мероприятий в медицине и ветеринарии в то время были предложены антибиотики тетрациклинового ряда, ампициллин, гентамицин и др. [24].

Несмотря на то что антибиотики являются основным методом борьбы при листериозе, они могут приводить к нарушению микрофлоры кишечника и ослаблять защитные барьеры организма [25]. Широкое и бессистемное применение антибиотиков способствует появлению бактерий, устойчивых к препаратам, и наличию остатков антибиотиков в мясе и молоке. Устойчивость к антибиотикам развивается в результате мутаций генов или их приобретения от комменсальных организмов, распространенных в продуктах питания и объектах пищевой промышленности. Некоторые гены устойчивости к антибиотикам, выявленные у *L. monocytogenes*, представлены генами β-лактамаз (*blaSHV*, *blaCTX-M*, *blaOXA*, *blaIMP*, *blaCMY*, *blaTEM*), устойчивые к хинолонам гены (*qnrA*, *qnrB*, *qnrS*, *gyrA*, *parC*), устойчивые к макролидам гены (*erm* (A), *erm* (B), *erm* (C), *erm* (TR), *mef* (A), *msr* (A)), устойчивые к тетрациклину гены (*tetA*, *tetK*, *tetL*, *tetM*, *tetS*, *int-Tn*) [26]. Изучение антибиотикорезистентности к широкому ряду патогенных и оппортунистических листерий представляет возможность оценить уровень приоритетности в программах антибиотикозамещения при борьбе с опасным бактериозом.

Ввиду специфичности бактериофагов по заражению и уничтожению бактерий, повсеместному распространению их в окружающей среде и безвредности для людей и животных делает их перспективными кандидатами в борьбе с патогенами на каждом этапе процесса производства пищевых продуктов от «фермы до вилки». В последние годы ряд препаратов на основе бактериофагов поступили в коммерческое использование для борьбы с некоторыми из ведущих патогенов пищевого происхождения, включая *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* и *Salmonella* [27, 28].

В диагностических подходах при листериозной инфекции основным методом остаются рутинные микробиологические методы (культивирование с селективным обогащением и посев с последующей идентификацией на основе морфологии колонии, ферментации и гемолитических свойств).

Разработка стратегий, которые могут предотвращать возникновение и распространение устойчивости, а также получение инновационных терапевтических подходов в ветеринарной и гуманной медицине против микроорганизмов с множественной лекарственной устойчивостью являются перспективной задачей в сферах агропромышленного комплекса и здравоохранения.

Цель данной работы — определение антибиотикорезистентности штаммов листерий и их чувствительности к бактериофагам.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследование проводилось в ФГБНУ «Федеральный научный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук» коллективом авторов на базе лаборатории диагностики и контроля антибиотикорезистентности наиболее клинически значимых инфекционных болезней животных в 2022–2023 гг.

Были использованы штаммы листерий, полученные из секционного и патматериала предприятий различных регионов России, полученных от крупного рогатого скота, овец, свиней, птиц: *Listeria ivanovii* ($n = 4$) — Рязанской области, *Listeria monocytogenes* ($n = 47$) — Московской, Рязанской, Тверской, Смоленской, Белгородской областей и Красноярского края, *Listeria seeligeri* ($n = 4$) — Белгородской области, *Listeria welshimeri* ($n = 6$) — Белгородской области, *Listeria innocua* ($n = 71$) — Смоленской, Белгородской, Тверской, Свердловской, Челябинской и Астраханской областей. Все полученные штаммы листерии лиофилизированы и хранятся в коллекции ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН для дальнейшего изучения.

Выделение вида *Listeria spp.* проводилось с использованием классических бактериологических методов¹. Видовая идентификация микроорганизмов выполнялась с использованием метода масс-спектрометрии Maldi-TOF² (Bruker Daltonik Maldi Biotyper, Германия).

Для определения литической активности бактериофагов использовался метод spot-test — лизис культуры под каплей бактериофагов³. Оценка результатов регистрировалась в системе крестов: высокая чувствительность (3–4 креста) — полный лизис (или незначительный вторичный рост), низкая чувствительность (1–2 креста) — до 50–10 негативных колоний фага, отрицательная — отсутствие лизиса [29, 30]. Метод постановки реакции допускает применение различных питательных сред⁴. Бактериофаги Lm1 и Lm2 являются вирулентными с широким спектром действий к *Listeria sp.* Бактериофаги были выделены из экскрементов овец Астраханской области в 2017 году. На чувствительном штамме образуют негативные мелкие колонии с ровными краями и округлой формы, $d = 1,0–2,0$ мм.

Устойчивость к антибиотикам штаммов определяли дискодиффузионным методом⁵. Использовались следующие противомикробные препараты (HiMedia, Индия): азитромицин (AZM 15), азтреонам (ATM 30), амоксилав (AMC30), ампициллин (AMP 2), бацитрацин (B 100), бензилпенициллин (P10), ванкомицин (VA30), гентамицин (GEN10), доксициклин (DO 30), канамицин (K 30), кларитромицин (CLR15), клиндамицин (CD2), линкомицин (L 10), меропенем (ME), норфлоксацин (NX 10), окситетрациклин (O 30), офлоксацин (OF 5), пefлоксацин (PF5), пиперацillin (PIP 100), полимиксин-B (PB 50U), пристиномицин (Pm 15), спектиномицин (SPT 100), спирамицин (SR 30), сульфадиазин (SZ100), сульфаметизол (Sm 300), тетрациклин (TE 30), тилозин (TL 15), триметоприм (TR 25), фосфомицин (FO50), хлорамфеникол (C 30), хлортетрациклин (CT30), цефазолин (CZ30), цефаклор (CF 30), цефепим (CPM 30),

цефпиром (CFP30), цефтриаксон (CTR 30), ципрофлоксацин (CIP 30), эритромицин (E15).

Штаммы листерий были оценены как чувствительные (S), промежуточные (I), устойчивые (R) в соответствии с правилами CLSI, Eucast.

Результаты определения чувствительности к антибиотикам и бактериофагам представлены в процентах.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

С использованием перечисленных стандартных дисков оценена чувствительность всех коллекционных штаммов листерий. Результаты исследования, полученные при изучении чувствительности к антибиотикам, отображены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты изучения чувствительности к антибиотикам штаммов листерий

Table 1. Results of the study of antibiotic sensitivity of listeria strains

Антибиотики	<i>Listeria spp.</i> $n = 132$ (%) [*]		
	R, %	I, %	S, %
Макролиды			
Азитромицин	68 (51,5)	37 (28)	27 (20,5)
Спирамицин	40 (30,3)	15 (11,4)	77 (58,3)
Тилозин	107 (81)	15 (11,4)	10 (7,6)
Кларитромицин	29 (22)	9 (6,8)	94 (71,2)
Эритромицин	73 (55,0)	22 (17)	37 (28)
Монобактамы			
Амоксилав	36 (27,2)	16 (12,1)	80 (60,6)
Ампициллин	80 (60,6)	7 (5,3)	45 (34,1)
Полипептид			
Бацитрацин	119 (90,2)	13 (9,8)	0 (0,0)
Линкозамиды			
Клиндамицин	80 (60,6)	28 (21,2)	24 (18,2)
Линкомицин	99 (75)	19 (14,4)	14 (10,6)
Сульфаниламиды			
Сульфадиазин	58 (44)	16 (12)	58 (44)
Сульфазолин	32 (24,2)	14 (10,6)	86 (65,2)
Триметоприм	41 (31)	13 (10)	78 (59)
Гентамицин	77 (58,3)	24 (18,2)	31 (23,5)
Тетрациклины			
Тетрациклин	88 (66,6)	20 (15,2)	24 (18,2)
Хлортетрациклин	76 (56,6)	11 (8,3)	45 (34,1)
Трициклический гликопептид			
Ванкомицин	65 (49,2)	24 (18,2)	43 (32,6)
Аминогликозиды			
Канамицин	81 (61,4)	33 (25)	18 (13,6)
Пенициллин			
Амоксициллин	60 (50,7)	22 (16,7)	43 (32,6)
Пенициллин	10 (7,6)	8 (6,1)	114 (86,4)
Цефалоспорины 1-го поколения			
Цефазолин	80 (60,6)	26 (19,7)	26 (19,7)
Цефалоспорины 2-го поколения			
Цефаклор	93 (70,5)	16 (12,1)	23 (17,4)
Цефалексин	106 (80,3)	26 (19,7)	0 (0,0)
Цефалоспорины 3-го поколения			
Цефтриаксон	90 (68)	17 (13,0)	25 (19,0)
Цефалоспорины 4-го поколения			
Цефепим	81 (61,4)	22 (16,6)	29 (22)
Цефотаксим	132 (100)	0 (0,0)	0 (0,0)
Цефпиром	94 (71,0)	29 (22)	9 (7,0)
Фторхинолоны 2-го поколения			
Норфлоксацин	75 (56,8)	28 (21,2)	29 (22)
Офлоксацин	38 (28,2)	28 (21,2)	66 (50)
Пефлоксацин	54 (41)	38 (28,8)	40 (30,3)
Ципрофлоксацин	36 (27)	17 (13)	79 (60)
Фторхинолоны 3-го поколения			
Левифлоксацин	46 (34,8)	22 (16,7)	64 (48,5)
Энрофлоксацин	50 (38,0)	24 (18,0)	58 (44,0)
Ансамбины			
Рифампицин	84 (63,6)	17 (12,9)	31 (23,5)
Полимиксины			
Полимиксин-B	106 (80,3)	26 (19,7)	0 (0,0)
Карбапенемы			
Меропенем	132 (100)	0 (0,0)	0 (0,0)
Другие антибиотики			
Фосфомицин	132 (100)	0 (0,0)	0 (0,0)

Примечание: * R — резистентный, I — промежуточный, S — чувствительный.

¹ Лабораторная диагностика листериоза животных и людей, меры борьбы и профилактики. Госагропром. МЗ СССР. 1987.

² Методические указания. Организация контроля и методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes* в пищевых продуктах. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 2002; 31.

³ Федеральные клинические (методические) рекомендации. Рациональное применение бактериофагов в лечебной и противозидемической практике. Москва. 2014; 54.

⁴ Методические указания. Использование метода времяпролетной масс-спектрометрии с матрично-активированной лазерной десорбцией / ионизацией (MALDI-ToF MS) для индикации и идентификации возбудителей I–II групп патогенности. Москва. 2014; 19.

⁵ Методические указания. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам. Москва. 2004; 91.

Согласно данным (табл. 1), установлена чувствительность штаммов листерии к следующим группам антибиотиков: макролидам (кларитромицин — 71,2%, спирамицин — 58,3%), монобактамам (амоксиклав и ампициллин — по 60,6%), сульфаниламид (сульфафуразол — 65,2%, триметоприм — 59%). Спектр противоддействия инфекту достаточно ограничен и динамически сокращается.

Отмечается множественная антибиотикорезистентность к фосфомицину (100%), меропенему (100%), цефотаксиму (100%), бацитрацину (90,2%), тилозину (81%), цефалексину (80,3%), полимиксину-В (80,3%), линкомицину (75%), бензилпенициллину (75%), цефпирому (71%), цефаклору (70,5%), цефтриаксону (68%), тетрациклину (66,6%), рифампицину (63,6%),

канамицину (61,4%), цефепиму (61,4%), ампициллину (60,6%), клиндамицину (60,6%), цефазолину (60,6%), гентамицину (58,3%), хлортетрациклину (56,6%), норфлоксацину (56,8%), эритромицину (55%), азитромицину (51,5%).

В связи с этим четко определяется критическая ситуация множественной и широкой резистентности листериозных исследуемых штаммов. Функционально полученные данные обосновывают стратегичность поиска альтернативных решений и разработки антибактериальных средств биологической природы, что может быть обеспечено вирулентными бактериофагами к листериям. Исследования фагочувствительности к гомологичным (листериозным) бактериофагам нашей коллекции очевидно реализуют научный интерес в

Таблица 2. Результаты спот-теста *Listeria spp.*

Table 2. The results of the *Listeria spp.* spot test

Штамм/бактериофаг	Lm1	Штамм/бактериофаг	Lm2	Штамм/бактериофаг	Lm1	Штамм/бактериофаг	Lm2
<i>Listeria monocytogenes</i> 3226	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3226	+	<i>Listeria innocua</i> 3199	+	<i>Listeria innocua</i> 3199	+
<i>Listeria innocua</i> 3317	+	<i>Listeria innocua</i> 3317	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3201	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3201	+
<i>Listeria innocua</i> 3319	+	<i>Listeria innocua</i> 3319	+	<i>Listeria welshimeri</i> 3202	+	<i>Listeria welshimeri</i> 3202	+
<i>Listeria innocua</i> 3231	+	<i>Listeria innocua</i> 3231	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3204	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3204	+
<i>Listeria innocua</i> 3233	+	<i>Listeria innocua</i> 3233	+	<i>Listeria innocua</i> 3209	+	<i>Listeria innocua</i> 3209	+
<i>Listeria innocua</i> 3237	+	<i>Listeria innocua</i> 3237	+	<i>Listeria innocua</i> 3210	+	<i>Listeria innocua</i> 3210	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3241	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3241	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3216	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3216	+
<i>Listeria innocua</i> 3246	+	<i>Listeria innocua</i> 3246	+	<i>Listeria welshimeri</i> 3213	+	<i>Listeria welshimeri</i> 3213	+
<i>Listeria ivanovii</i> 3254	+	<i>Listeria ivanovii</i> 3254	+	<i>Listeria innocua</i> 3221	+	<i>Listeria innocua</i> 3221	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3253	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3253	+	<i>Listeria innocua</i> 3223	+	<i>Listeria innocua</i> 3223	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3256	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3256	+	<i>Listeria innocua</i> 3301	+	<i>Listeria innocua</i> 3301	+
<i>Listeria innocua</i> 3258	+	<i>Listeria innocua</i> 3258	+	<i>Listeria innocua</i> 3302	+	<i>Listeria innocua</i> 3302	+
<i>Listeria innocua</i> 3259	+	<i>Listeria innocua</i> 3259	+	<i>Listeria innocua</i> 3304	+	<i>Listeria innocua</i> 3304	+
<i>Listeria innocua</i> 3320	+	<i>Listeria innocua</i> 3320	+	<i>Listeria innocua</i> 3310	+	<i>Listeria innocua</i> 3310	+
<i>Listeria innocua</i> 3321	+	<i>Listeria innocua</i> 3321	+	<i>Listeria innocua</i> 3521	+	<i>Listeria innocua</i> 3521	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3323	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3323	+	<i>Listeria innocua</i> 3522	+	<i>Listeria innocua</i> 3522	+
<i>Listeria innocua</i> 3329	+	<i>Listeria innocua</i> 3329	+	<i>Listeria innocua</i> 3526	+	<i>Listeria innocua</i> 3526	+
<i>Listeria innocua</i> 3529	+	<i>Listeria innocua</i> 3529	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3524	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3524	+
<i>Listeria ivanovii</i> 3527	+	<i>Listeria ivanovii</i> 3527	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3525	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3525	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3528	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3528	+	<i>Listeria innocua</i> 3358	+	<i>Listeria innocua</i> 3358	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3154	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3154	+	<i>Listeria innocua</i> 3364	+	<i>Listeria innocua</i> 3364	+
<i>Listeria welshimeri</i> 3115	+	<i>Listeria welshimeri</i> 3115	+	<i>Listeria innocua</i> 3362	+	<i>Listeria innocua</i> 3362	–
<i>Listeria monocytogenes</i> 3164	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3164	+	<i>Listeria innocua</i> 3368	+	<i>Listeria innocua</i> 3368	+
<i>Listeria welshimeri</i> 3119	+	<i>Listeria welshimeri</i> 3119	+	<i>Listeria innocua</i> 3376	+	<i>Listeria innocua</i> 3376	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3169	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3169	+	<i>Listeria innocua</i> 3377	+	<i>Listeria innocua</i> 3377	+
<i>Listeria innocua</i> 3174	+	<i>Listeria innocua</i> 3174	+	<i>Listeria innocua</i> 3375	+	<i>Listeria innocua</i> 3375	–
<i>Listeria innocua</i> 3175	+	<i>Listeria innocua</i> 3175	+	<i>Listeria innocua</i> 3380	+	<i>Listeria innocua</i> 3380	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3176	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3176	+	<i>Listeria innocua</i> 3381	+	<i>Listeria innocua</i> 3381	+
<i>Listeria welshimeri</i> 3178	+	<i>Listeria welshimeri</i> 3178	+	<i>Listeria innocua</i> 3382	+	<i>Listeria innocua</i> 3382	+
<i>Listeria welshimeri</i> 3179	+	<i>Listeria welshimeri</i> 3179	+	<i>Listeria innocua</i> 3379	+	<i>Listeria innocua</i> 3379	+
<i>Listeria innocua</i> 3285	+	<i>Listeria innocua</i> 3285	+	<i>Listeria innocua</i> 3383	+	<i>Listeria innocua</i> 3383	+
<i>Listeria ivanovii</i> 3284	+	<i>Listeria ivanovii</i> 3284	+	<i>Listeria innocua</i> 3384	+	<i>Listeria innocua</i> 3384	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3288	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3288	+	<i>Listeria innocua</i> 3531	+	<i>Listeria innocua</i> 3531	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3295	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3295	+	<i>Listeria innocua</i> 3533	+	<i>Listeria innocua</i> 3533	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3296	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3296	+	<i>Listeria seeligeri</i> 3532	+	<i>Listeria seeligeri</i> 3532	+
<i>Listeria innocua</i> 3519	+	<i>Listeria innocua</i> 3519	+	<i>Listeria seeligeri</i> 3534	+	<i>Listeria seeligeri</i> 3534	–
<i>Listeria innocua</i> 3520	+	<i>Listeria innocua</i> 3520	+	<i>Listeria innocua</i> 3535	+	<i>Listeria innocua</i> 3535	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3517	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3517	+	<i>Listeria innocua</i> 3475	+	<i>Listeria innocua</i> 3475	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3518	–	<i>Listeria monocytogenes</i> 3518	–	<i>Listeria innocua</i> 3476	+	<i>Listeria innocua</i> 3476	+
<i>Listeria innocua</i> 3338	+	<i>Listeria innocua</i> 3338	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3131	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3131	+
<i>Listeria innocua</i> 3346	+	<i>Listeria innocua</i> 3346	+	<i>Listeria innocua</i> 3107	+	<i>Listeria innocua</i> 3107	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3347	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3347	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3108	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3108	+
<i>Listeria innocua</i> 3187	+	<i>Listeria innocua</i> 3187	+	<i>Listeria innocua</i> 3136	+	<i>Listeria innocua</i> 3136	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3188	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3188	+	<i>Listeria innocua</i> 3139	+	<i>Listeria innocua</i> 3139	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3189	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3189	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3140	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3140	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3196	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3196	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3141	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3141	+

Таблица 2 (продолжение)

Штамм/бактериофаг	Lm1	Штамм/бактериофаг	Lm2
<i>Listeria monocytogenes</i> 3142	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3142	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3143	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3143	+
<i>Listeria innocua</i> 3265	+	<i>Listeria innocua</i> 3265	+
<i>Listeria innocua</i> 3266	+	<i>Listeria innocua</i> 3266	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3152	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3152	+
<i>Listeria innocua</i> 3267	+	<i>Listeria innocua</i> 3267	+
<i>Listeria seeligeri</i> 3268	+	<i>Listeria seeligeri</i> 3268	+
<i>Listeria seeligeri</i> 3269	+	<i>Listeria seeligeri</i> 3269	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3277	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3277	+
<i>Listeria innocua</i> 3511	+	<i>Listeria innocua</i> 3511	+
<i>Listeria ivanovii</i> 3513	+	<i>Listeria ivanovii</i> 3513	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3512	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3512	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3516	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3516	+
<i>Listeria innocua</i> 3396	+	<i>Listeria innocua</i> 3396	+
<i>Listeria innocua</i> 3401	–	<i>Listeria innocua</i> 3401	+
<i>Listeria innocua</i> 3395	–	<i>Listeria innocua</i> 3395	–
<i>Listeria innocua</i> 3408	+	<i>Listeria innocua</i> 3408	+
<i>Listeria innocua</i> 3414	+	<i>Listeria innocua</i> 3414	+
<i>Listeria innocua</i> 3419	+	<i>Listeria innocua</i> 3419	+
<i>Listeria innocua</i> 3420	+	<i>Listeria innocua</i> 3420	+

Штамм/бактериофаг	Lm1	Штамм/бактериофаг	Lm2
<i>Listeria innocua</i> 3425	+	<i>Listeria innocua</i> 3425	+
<i>Listeria innocua</i> 3424	+	<i>Listeria innocua</i> 3424	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3426	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3426	+
<i>Listeria innocua</i> 3433	+	<i>Listeria innocua</i> 3433	+
<i>Listeria innocua</i> 3477	+	<i>Listeria innocua</i> 3477	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3501	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3501	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3480	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3480	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3481	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3481	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3483	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3483	+
<i>Listeria innocua</i> 3537	+	<i>Listeria innocua</i> 3537	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 3502	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 3502	+
<i>Listeria innocua</i> 3538	+	<i>Listeria innocua</i> 3538	+
<i>Listeria. monocytogenes</i> 1325	+	<i>Listeria. monocytogenes</i> 1325	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 1605	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 1605	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 1604	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 1604	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 2069	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 2069	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 2065	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 2065	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 1324	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 1324	+
<i>Listeria monocytogenes</i> 1362	+	<i>Listeria monocytogenes</i> 1362	+
<i>Listeria. monocytogenes</i> B-1319	+	<i>Listeria. monocytogenes</i> B-1319	+

пищевой промышленности, животноводстве и здравоохранении.

В ходе реализации исследования при проведении спот-теста со 132 культурами *Listeria spp.* отмечен фаголизис бактериофагами Lm1 и Lm2 нашей коллекции в 97,7% и 96,2% случаев соответственно.

У следующих штаммов отмечалось отсутствие чувствительности *Listeria monocytogenes* 3518, *Listeria innocua* 3395 к бактериофагам Lm1 и Lm2, *Listeria innocua* 3362 — Lm2, *Listeria innocua* 3375 — Lm2, *Listeria seeligeri* 3534 — Lm2, *Listeria innocua* 3401 — Lm1. В процентном выражении отсутствие фаголизиса к бактериофагам Lm1 и Lm2 составило, соответственно, 2,30% и 3,8% случаев, что позволяет говорить о высокой фагочувствительности листериозных инфектов.

⁶ <https://viev.ru/>

Выводы/Conclusions

Результаты данного исследования показывают устойчивость патогенов *Listeria spp.* к многочисленным антибиотикам. Отмечена 100%-ная множественная устойчивость всех исследованных штаммов листерии к цефотаксиму, меропенему, фосфомицину. При этом установлен фаголизис к 132 видам листерий бактериофагами Lm1 (97,70%), Lm2 (96,20%) коллекции ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН⁶, из них лизис к бактериофагу Lm1 *Listeria monocytogenes* составил 98%, *Listeria innocua* — 97,1%, у остальных штаммов отмечалась 100%-ная чувствительность.

В отношении бактериофага Lm2 лизис *Listeria innocua* составил 96%, *Listeria monocytogenes* — 98%, *Listeria seeligeri* — 75%, у остальных штаммов отмечалась 100%-ная чувствительность.

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 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект FGUG 2022-0007).

FUNDING

The study was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project FGUG 2022-0007).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Pontello M. et al. *Listeria monocytogenes* serotypes in human infections (Italy, 2000–2010). *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*. 2012; 48(2): 146–150. https://doi.org/10.4415/ANN_12_02_07
- Slutsker L., Evans M.C., Schuchat A. Listeriosis. Scheld W.M., Craig W.A., Huges J.M. (eds.). *Emerging Infections* 4. Washington, DC: ASM Press. 2000: 83–106.
- Farber J.M., Daley E., Coates F., Beausoleil N., Fournier J. Feeding trials of *Listeria monocytogenes* with a nonhuman primate model. *Journal of Clinical Microbiology*. 1991; 29(11): 2606–2608. <https://doi.org/10.1128/jcm.29.11.2606-2608.1991>
- Gellin B.G. et al. The Epidemiology of Listeriosis in the United States — 1986. *American Journal of Epidemiology*. 1991; 133(4): 392–401. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a115893>
- de Melo A.G., Levesque S., Moineau S. Phages as friends and enemies in food processing. *Current Opinion in Biotechnology*. 2018; 49: 185–190. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.09.004>
- Cox L.J. et al. *Listeria spp.* in food processing, non-food and domestic environments. *Food Microbiology*. 1989; 6(1): 49–61. [https://doi.org/10.1016/S0740-0020\(89\)80037-1](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(89)80037-1)

REFERENCES

- Pontello M. et al. *Listeria monocytogenes* serotypes in human infections (Italy, 2000–2010). *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*. 2012; 48(2): 146–150. https://doi.org/10.4415/ANN_12_02_07
- Slutsker L., Evans M.C., Schuchat A. Listeriosis. Scheld W.M., Craig W.A., Huges J.M. (eds.). *Emerging Infections* 4. Washington, DC: ASM Press. 2000: 83–106.
- Farber J.M., Daley E., Coates F., Beausoleil N., Fournier J. Feeding trials of *Listeria monocytogenes* with a nonhuman primate model. *Journal of Clinical Microbiology*. 1991; 29(11): 2606–2608. <https://doi.org/10.1128/jcm.29.11.2606-2608.1991>
- Gellin B.G. et al. The Epidemiology of Listeriosis in the United States — 1986. *American Journal of Epidemiology*. 1991; 133(4): 392–401. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a115893>
- de Melo A.G., Levesque S., Moineau S. Phages as friends and enemies in food processing. *Current Opinion in Biotechnology*. 2018; 49: 185–190. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.09.004>
- Cox L.J. et al. *Listeria spp.* in food processing, non-food and domestic environments. *Food Microbiology*. 1989; 6(1): 49–61. [https://doi.org/10.1016/S0740-0020\(89\)80037-1](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(89)80037-1)

7. Palacios A. *et al.* Multistate Outbreak of *Listeria monocytogenes* Infections Linked to Queso Fresco — United States, 2021. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2022; 71(21): 709–712. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7121a3>
8. Jackson K.A., Gould L.H., Hunter J.C., Kucerova Z., Jackson B. Listeriosis Outbreaks Associated with Soft Cheeses, United States, 1998–2014. *Emerging Infectious Diseases*. 2018; 24(6): 1116–1118. <https://doi.org/10.3201/eid2406.171051>
9. European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. *EFSA Journal*. 2018; 16(12): e05500. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5500>
10. Stratakis A.Ch. *et al.* *In vitro* and *in vivo* characterisation of *Listeria monocytogenes* outbreak isolates. *Food Control*. 2020; 107: 106784. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106784>
11. Hegazy W.A.H., Salem I.M., Alotaibi H.F., Khafagy E.-S., Ibrahim D. Terazosin Interferes with Quorum Sensing and Type Three Secretion System and Diminishes the Bacterial Espionage to Mitigate the *Salmonella Typhimurium* Pathogenesis. *Antibiotics*. 2022; 11(4): 465. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11040465>
12. Тартаковский И.С., Малеев В.В., Ермолаева С.А. Листерии: роль в инфекционной патологии человека и лабораторная диагностика. М.: Медицина для всех. 2002; 200. ISBN 5-93649-007-6
13. Gattuso A. *et al.* Phylogenetic and Evolutionary Genomic Analysis of *Listeria monocytogenes* Clinical Strains in the Framework of Foodborne Listeriosis Risk Assessment. *Frontiers in Microbiology*. 2022; 13: 816880. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.816880>
14. Guo M. *et al.* *Bacillus subtilis* Improves Immunity and Disease Resistance in Rabbits. *Frontiers in Immunology*. 2017; 8: 354. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.00354>
15. Bemrah N., Sanaa M., Cassin M.H., Griffiths M.W., Cerf O. Quantitative risk assessment of human listeriosis from consumption of soft cheese made from raw milk. *Preventive Veterinary Medicine*. 1998; 37(1–4): 129–145. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(98\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(98)00112-3)
16. Nightingale K.K. *et al.* Ecology and Transmission of *Listeria monocytogenes* Infecting Ruminants and in the Farm Environment. *Applied and Environmental Microbiology*. 2004; 70(8): 4458–4467. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.8.4458-4467.2004>
17. Radoshevich L., Cossart P. *Listeria monocytogenes*: towards a complete picture of its physiology and pathogenesis. *Nature Reviews Microbiology*. 2018; 16(1): 32–46. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.126>
18. Савельева Т.А., Ховзун Т.В., Шах А.В., Корako В.Б. Проведение микробиологического мониторинга пищевых токсикоинфекций (*Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp.) на птицеперерабатывающих предприятиях. *Пищевая промышленность: наука и технологии*. 2016; (3): 95–100. <https://www.elibrary.ru/xamkln>
19. Нечаев А.Ю., Белопольский А.Е. Диагностические возможности современных методов определения патогенных листерий в мясopодуктах. *Международный вестник ветеринарии*. 2022; (4): 48–52. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2022.4.48>
20. Vera A., González G., Domínguez M., Bello H. Principales factores de virulencia de *Listeria monocytogenes* y su regulación. *Revista chilena de infectología*. 2013; 30(4): 407–416. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182013000400010>
21. Jamali H., Radmehr B., Thong K.L. Prevalence, characterisation, and antimicrobial resistance of *Listeria* species and *Listeria monocytogenes* isolates from raw milk in farm bulk tanks. *Food Control*. 2013; 34(1): 121–125. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.04.023>
22. Ермоленко Е.И., Тарасова Е.А., Иванова А.М., Елисеев А.В., Суворов А.Н. Влияние пробиотических лактобацилл и энтерококков на микробиоту кишечника и иммунную систему крыс с дисбиозом. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина*. 2013; (2): 185–194. <https://www.elibrary.ru/qitoon>
23. Sword C.P., Pickett M.J. The Isolation and Characterization of Bacteriophages from *Listeria monocytogenes*. *Journal of General Microbiology*. 1961; 25(2): 241–248. <https://doi.org/10.1099/00221287-25-2-241>
24. Кольпикова Т.И., Бакулов И.А., Котляров В.М. Листерийные бактериофаги и их применение. *Медико-ветеринарные аспекты листериоза. Сборник тезисов конференции*. Покров: Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной вирусологии и микробиологии РАСХН. 1993; 36–37. <https://www.elibrary.ru/rpsizb>
25. Шастин П.Н., Лаишевцев А.И., Капустин А.В. Антибиотикочувствительность и фагочувствительность *Listeria* spp. Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения. *Сборник трудов научно-практической конференции*. М.: Сельскохозяйственные технологии. 2022; 297–299. <https://www.elibrary.ru/kiotns>
26. Baquero F., Lanza V.F., Duval M., Coque T.M. Ecogenetics of antibiotic resistance in *Listeria monocytogenes*. *Molecular Microbiology*. 2020; 113(3): 570–579. <https://doi.org/10.1111/mmi.14454>
27. Sulakvelidze A. Safety by Nature: Potential Bacteriophage Applications. *Microbe*. 2011; 6(3): 122–126.
28. Van Kessel J.S., Karns J.S., Gorski L., McCluskey B.J., Perdue M.L. Prevalence of *Salmonellae*, *Listeria monocytogenes*, and Fecal Coliforms in Bulk Tank Milk on US Dairies. *Journal of Dairy Science*. 2004; 87(9): 2822–2830. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73410-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73410-4)
7. Palacios A. *et al.* Multistate Outbreak of *Listeria monocytogenes* Infections Linked to Queso Fresco — United States, 2021. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2022; 71(21): 709–712. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7121a3>
8. Jackson K.A., Gould L.H., Hunter J.C., Kucerova Z., Jackson B. Listeriosis Outbreaks Associated with Soft Cheeses, United States, 1998–2014. *Emerging Infectious Diseases*. 2018; 24(6): 1116–1118. <https://doi.org/10.3201/eid2406.171051>
9. European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. *EFSA Journal*. 2018; 16(12): e05500. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5500>
10. Stratakis A.Ch. *et al.* *In vitro* and *in vivo* characterisation of *Listeria monocytogenes* outbreak isolates. *Food Control*. 2020; 107: 106784. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106784>
11. Hegazy W.A.H., Salem I.M., Alotaibi H.F., Khafagy E.-S., Ibrahim D. Terazosin Interferes with Quorum Sensing and Type Three Secretion System and Diminishes the Bacterial Espionage to Mitigate the *Salmonella Typhimurium* Pathogenesis. *Antibiotics*. 2022; 11(4): 465. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11040465>
12. Tartakovsky I.S., Maleev V.V., Ermolaeva S.A. Listeria: the role in human infectious pathology and laboratory diagnostics. Moscow: *Meditsina dlya vsekh*. 2002; 200 (in Russian). ISBN 5-93649-007-6
13. Gattuso A. *et al.* Phylogenetic and Evolutionary Genomic Analysis of *Listeria monocytogenes* Clinical Strains in the Framework of Foodborne Listeriosis Risk Assessment. *Frontiers in Microbiology*. 2022; 13: 816880. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.816880>
14. Guo M. *et al.* *Bacillus subtilis* Improves Immunity and Disease Resistance in Rabbits. *Frontiers in Immunology*. 2017; 8: 354. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.00354>
15. Bemrah N., Sanaa M., Cassin M.H., Griffiths M.W., Cerf O. Quantitative risk assessment of human listeriosis from consumption of soft cheese made from raw milk. *Preventive Veterinary Medicine*. 1998; 37(1–4): 129–145. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(98\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(98)00112-3)
16. Nightingale K.K. *et al.* Ecology and Transmission of *Listeria monocytogenes* Infecting Ruminants and in the Farm Environment. *Applied and Environmental Microbiology*. 2004; 70(8): 4458–4467. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.8.4458-4467.2004>
17. Radoshevich L., Cossart P. *Listeria monocytogenes*: towards a complete picture of its physiology and pathogenesis. *Nature Reviews Microbiology*. 2018; 16(1): 32–46. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.126>
18. Savelyeva T.A., Hovzun T.V., Shah A.V., Korako V.B. Carrying out microbiological monitoring of food toxikoинфекция (*Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp.) at the enterprises processing fowl. *Food Industry: Science and Technology*. 2016; (3): 95–100 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xamkln>
19. Nechaev A.Yu., Belopolsky A.E. Diagnostic capabilities of modern methods of determination pathogenic listeria in meat products. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2022; (4): 48–52 (in Russian). <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2022.4.48>
20. Vera A., González G., Domínguez M., Bello H. Main virulence factors of *Listeria monocytogenes* and its regulation. *Revista chilena de infectología*. 2013; 30(4): 407–416 (in Spanish). <https://doi.org/10.4067/S0716-10182013000400010>
21. Jamali H., Radmehr B., Thong K.L. Prevalence, characterisation, and antimicrobial resistance of *Listeria* species and *Listeria monocytogenes* isolates from raw milk in farm bulk tanks. *Food Control*. 2013; 34(1): 121–125. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.04.023>
22. Ermolenko E.I., Tarasova E.A., Ivanova A.M., Eliseev A.V., Suvorov A.N. Influence of probiotic lactobacilli and enterococci on intestinal microbiota and the immune system of rats with in experimental dysbiosis. *Vestnik of Saint Petersburg University. Medicine*. 2013; (2): 185–194 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/qitoon>
23. Sword C.P., Pickett M.J. The Isolation and Characterization of Bacteriophages from *Listeria monocytogenes*. *Journal of General Microbiology*. 1961; 25(2): 241–248. <https://doi.org/10.1099/00221287-25-2-241>
24. Kolpikova T.I., Bakulov I.A., Kotlyarov V.M. Listeriosis bacteriophages and their application. *Medical and veterinary aspects of listeriosis. Collection of conference abstracts*. Pokrov: All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Virology and Microbiology of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 1993; 36–37 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rpsizb>
25. Shastin P.N., Laishetsev A.I., Kapustin A.V. Antibiotic sensitivity and phage sensitivity of *Listeria* spp. *Actual problems of veterinary medicine, animal science, biotechnology and expertise of raw materials and animal products: Proceedings of the scientific and practical conference*. Moscow: Selskhozgizyaystvennyye tekhnologii. 2022; 297–299 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/kiotns>
26. Baquero F., Lanza V.F., Duval M., Coque T.M. Ecogenetics of antibiotic resistance in *Listeria monocytogenes*. *Molecular Microbiology*. 2020; 113(3): 570–579. <https://doi.org/10.1111/mmi.14454>
27. Sulakvelidze A. Safety by Nature: Potential Bacteriophage Applications. *Microbe*. 2011; 6(3): 122–126.
28. Van Kessel J.S., Karns J.S., Gorski L., McCluskey B.J., Perdue M.L. Prevalence of *Salmonellae*, *Listeria monocytogenes*, and Fecal Coliforms in Bulk Tank Milk on US Dairies. *Journal of Dairy Science*. 2004; 87(9): 2822–2830. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73410-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73410-4)

29. Васильев Д.А. и др. Разработка биотехнологических параметров создания бактериофаговых биопрепаратов для деконтаминации микрофлоры, вызывающей порчу пищевого сырья животного происхождения и мясных, рыбных, молочных продуктов (биопроцессинг). Ульяновск: Ульяновский ГАУ. 2019; 450. ISBN 978-5-6041036-6-1 <https://www.elibrary.ru/eizjsz>

30. Алексанина Н.В. Изучение чувствительности к бактериофагам условно-патогенных энтеробактерий, выделенных от детей раннего возраста. *Инфекция и иммунитет*. 2014; 4(S): 62–63. <https://www.elibrary.ru/tpkaku>

ОБ АВТОРАХ

Павел Николаевич Шастин

кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник
shastin.pasha@yandex.ru
<http://orcid.org/0000-0001-7360-927X>

Эльвира Алексеевна Якимова

научный сотрудник
elvira.yakimova@icloud.com
<http://orcid.org/0000-0003-0390-7700>

Анастасия Владимировна Супова

научный сотрудник
supova.nastya@yandex.ru
<http://orcid.org/0000-0003-0728-538X>

Василий Александрович Савинов

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
visik06@mail.ru
<http://orcid.org/0000-0003-1891-0005>

Екатерина Геннадьевна Ежова

научный сотрудник
ezhova@micro-ecology.ru
<http://orcid.org/0009-0007-1578-6594>

Алла Викторовна Хабарова

младший научный сотрудник
xabarova.alla97@mail.ru
<http://orcid.org/0000-0002-2115-1882>

Алексей Иванович Лаишевцев

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
a.laishevtsev@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0002-5050-2274>

Федеральный научный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук, Рязанский пр-т, 24, корп. 1, Москва, 109428, Россия

29. Vasiliev D.A. et al. Development of biotechnological parameters for the creation of bacteriophage biologics for the decontamination of microflora causing spoilage of food raw materials of animal origin and meat, fish, dairy products (bioproessing). Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin. 2019; 450 (in Russian). ISBN 978-5-6041036-6-1 <https://www.elibrary.ru/eizjsz>

30. Aleksanina N.V. The study of sensitivity to bacteriophages of conditionally pathogenic enterobacteria isolated from young children. *Russian Journal of Infection and Immunity*. 2014; 4(S): 62–63 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/tpkaku>

ABOUT THE AUTHORS

Pavel Nikolaevich Shastin

Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher
shastin.pasha@yandex.ru
<http://orcid.org/0000-0001-7360-927X>

Elvira Alekseevna Yakimova

Researcher
elvira.yakimova@icloud.com
<http://orcid.org/0000-0003-0390-7700>

Anastasia Vladimirovna Supova

Researcher
supova.nastya@yandex.ru
<http://orcid.org/0000-0003-0728-538X>

Vasily Alexandrovich Savinov

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
visik06@mail.ru
<http://orcid.org/0000-0003-1891-0005>

Ekaterina Gennadevna Ezhova

Researcher
ezhova@micro-ecology.ru
<http://orcid.org/0009-0007-1578-6594>

Alla Viktorovna Khabarova

Junior Researcher
xabarova.alla97@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2115-1882>

Aleksei Ivanovich Laishevtsev

Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher
a.laishevtsev@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0002-5050-2274>

Federal Scientific Centre VIEV, Moscow, Russia,
24 building 1 Ryazansky Ave., Moscow, 109428, Russia

УДК: 619:578.824.11

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-57-61

М.С. Шишкина ✉
Т.П. Лобова
В.В. Михайлова
А.Н. Скворцова
С.В. Зюзгина
О.Е. Зиновьева

Федеральный центр охраны здоровья
животных, Москва, Россия

✉ m.belyaeva@rambler.ru

Поступила в редакцию:
12.09.2023

Одобрена после рецензирования:
12.02.2024

Принята к публикации:
28.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-57-61

Mariya S. Shishkina ✉
Tatyana P. Lobova
Vera V. Mikhailova
Anastasia N. Skvortsova
Svetlana V. Zyuzgina
Olga E. Zinovieva

Federal Center for Animal Health, Moscow,
Russia

✉ m.belyaeva@rambler.ru

Received by the editorial office:
12.09.2023

Accepted in revised:
12.02.2024

Accepted for publication:
28.02.2024

Обзор эпизоотической ситуации по хламидиозу животных и птиц на территории Российской Федерации за период с 2019 по 2021 год

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Хламидиоз животных имеет широкое распространение по всему миру. Хламидийная инфекция поражает животных, птиц, рыб, рептилий и человека. Заболевание наносит значительный экономический ущерб животноводческим хозяйствам. Трудности диагностики связаны с выраженным полиморфизмом клинических проявлений. Согласно приказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 19 декабря 2011 года № 476 хламидиозы и энзоотический аборт овец внесены в перечень заразных, в том числе особо опасных, болезней животных, по которым могут устанавливаться ограничительные мероприятия (карантин).

Цель работы — проведение анализа эпизоотической ситуации по хламидиозу животных и птиц на территории Российской Федерации за период с 2019 по 2022 год.

Методы. На основании данных, полученных из официальных отчетов по форме 4-вет (годовая) за 2019–2021 годы, проведен анализ эпизоотической ситуации и распространенности хламидиоза животных и птиц на территории Российской Федерации.

Результаты. Эпизоотологический мониторинг ведется во всех субъектах Российской Федерации. Государственной ветеринарной службой за период с 2019 по 2021 год исследовано 2 750 726 различных биологических и патологических материалов. Выявлено 11 970 положительных результатов (0,4%) во всех федеральных округах. Наибольший процент положительных результатов установлен среди домашних животных (собак и кошек). Наиболее информативными биологическими материалами для исследования на хламидиоз являются смывы со слизистых оболочек и патологический материал. Процент выявляемости положительных результатов с помощью ПЦР выше, чем у серологических методов.

Ключевые слова: хламидиоз, эпизоотологический мониторинг, лабораторная диагностика, домашние животные, ПЦР, смывы

Для цитирования: Шишкина М.С., Лобова Т.П., Михайлова В.В., Скворцова А.Н., Зюзгина С.В., Зиновьева О.Е. Обзор эпизоотической ситуации по хламидиозу животных и птиц на территории Российской Федерации за период с 2019 по 2021 год. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 57–61. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-57-61>

© Шишкина М.С., Лобова Т.П., Михайлова В.В., Скворцова А.Н., Зюзгина С.В., Зиновьева О.Е.

Review of the epizootic situation on chlamydia in animals and birds in the Russian Federation for the period from 2019 to 2021

ABSTRACT

Relevance. Animal chlamydia is widespread throughout the world. Chlamydia infection affects animals, birds, fish, reptiles, as well as humans. Causes significant economic damage to livestock farms. Difficulties in diagnosis are associated with pronounced polymorphism of clinical manifestations. According to the order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of December 19, 2011 No. 476, chlamydia and enzootic abortion of sheep are included in the list of contagious, including especially dangerous, animal diseases, for which restrictive measures (quarantine) can be established. *The purpose of our work* is to analyze the epizootic situation for chlamydia in animals and birds on the territory of the Russian Federation for the period from 2019 to 2022.

Methods. Based on the data obtained from official reports in the 4-vet (annual) form for 2019–2021, an analysis of the epizootic situation and the prevalence of chlamydia in animals and birds in the Russian Federation was carried out.

Results. Epizootological monitoring is carried out in all subjects of the Russian Federation. For the period from 2019 to 2021, the State Veterinary Service examined 2 750 726 different biological and pathological materials. There were 11 970 positive results (0.4%) in all federal districts. The highest percentage of positive results was found among pets (dogs and cats). The most informative biological materials for testing for chlamydia are swabs from the mucous membranes and pathological material. The detection rate of positive results using PCR is higher than that of serological methods.

Key words: chlamydia, epidemiological monitoring, laboratory diagnostics

For citation: Shishkina M.S., Lobova T.P., Mikhailova V.V., Skvortsova A.N., Zyuzgina S.V., Zinovieva O.E. Overview of the epizootic situation of chlamydia in the Russian Federation in 2019–2021. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 57–61 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-57-61>

© Shishkina M.S., Lobova T.P., Mikhailova V.V., Skvortsova A.N., Zyuzgina S.V., Zinovieva O.E.

Введение/Introduction

Хламидиоз — группа заболеваний, вызываемых возбудителями семейства *Chlamydiaceae*. Согласно действующей классификации, семейство *Chlamydiaceae* включает один род *Chlamydia*, в который входят 11 видов: *C. trachomatis*, *C. suis*, *C. muridarum*, *C. psittaci*, *C. felis*, *C. abortus*, *C. caviae*, *C. pecorum*, *C. pneumoniae*, *C. avium* и *C. gallinaceae* [1].

Изначально особенностью представителей семейства *Chlamydiaceae* считалась их видоспецифичность. С развитием молекулярно-генетических методов анализа стало появляться всё больше сообщений о том, что хламидии, поражающие животных и птиц, при попадании в организм человека могут вызывать разнообразные по клинической картине заболевания [2]. Для человека патогенны в основном хламидии трех видов: *C. trachomatis*, *C. pneumoniae*, *C. psittaci* [3]. Орнитоз среди людей имеет широкое распространение и проявляется в виде спорадических заболеваний и эпидемических очагов [4]. Известны случаи, что *C. abortus* и *C. pecorum*, циркулирующие в основном среди мелкого рогатого скота (МРС) и крупного рогатого скота (КРС), поражают людей, непосредственно контактирующих с животными по роду своей деятельности [5]. Роль кошек и собак как источника хламидийной инфекции для человека описана во многих научных работах [6]. *C. felis* вызывает риниты и конъюнктивиты у домашних кошек (*Felis catus*). В ряде случаев у людей отмечались зоонозные инфекции *C. felis*, проявлявшиеся в виде конъюнктивита¹.

Основной путь заражения человека от животных — контактный. Заражение возможно аспирационным и алиментарным путем при употреблении инфицированных мясных и молочных продуктов, не подвергнутых качественной термической обработке [6].

Хламидийная инфекция широко распространена в хозяйствах на территории России и наносит значительный экономический ущерб в различных отраслях животноводства [7]. В зависимости от локализации возбудителя могут поражаться любые системы и органы, характерная клиническая картина отсутствует. Хламидии являются этиологическим фактором бронхопневмоний, полиартритов, конъюнктивитов, энцефалитов, орхитов [8]. Экономические затраты складываются из-за недополучения приплода по причине абортов, рождения мертвого или нежизнеспособного молодняка, снижения молочной продуктивности у КРС и МРС, потери племенной ценности животных, снижения живой

массы, вынужденного убоя, затрат на лечение и профилактические мероприятия [9].

Диагностика хламидиоза основывается на анализе эпизоотологических данных, клинической и патологоанатомической картины. В связи с отсутствием типичных клинических признаков инфекции единственным методом постановки точного диагноза являются лабораторные исследования [10].

В государственных ветеринарных лабораториях Российской Федерации исследования проводят в соответствии с нормативными документами² и инструкциями к диагностическим тест-системам.

Лабораторная диагностика:

1. Выявление антител в сыворотке крови серологическими методами диагностики: реакция связывания комплемента (РСК), реакция длительного связывания комплемента (РДСК), реакция непрямого связывания комплемента (РНСК), реакция непрямого гемагглютинации (РНГА), метод иммуноферментного анализа (ИФА).

2. Для обнаружения хламидий в исследуемом материале используют метод световой и люминесцентной микроскопии.

3. Выделение возбудителя проводят на куриных эмбрионах (КЭ) или лабораторных животных.

4. Выявление ДНК хламидий методом полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Следует отметить, что инструкция по профилактике и ликвидации хламидиоза животных, утвержденная 15 апреля 1991 года Главным управлением ветеринарии Министерства сельского хозяйства СССР, предусматривает ведение мероприятий по предупреждению, ликвидации и применению лечебных мер при выявлении у животных только *Chlamydophila psittaci* [10].

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Для анализа эпизоотической ситуации использовались данные отчетов государственных ветеринарных лабораторий Российской Федерации, представленные по форме 4-вет (годовая) в Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральная научно-методическая ветеринарная лаборатория» (ФГБУ ЦНМВЛ) с 2019 по 2021 год.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программного обеспечения Microsoft Excel (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Согласно сведениям, полученным из официальной годовой ветеринарной отчетности по форме 4-вет, во всех субъектах Российской Федерации ведется постоянный эпизоотический мониторинг, ежегодно на лабораторные исследования поступает около 1 млн проб биологического и патологического материала (табл. 1).

Как видно из данных (табл. 1), с 2019 по 2021 г. в государственные ветеринарные лаборатории Российской Федерации поступило 2 750 726 проб биологического и патологического материала для исследования на хламидиоз, выявлено 11 970 положительных проб (0,4%) [11]. Положительные результаты регистрировались во всех федеральных округах.

Наибольшее количество биоматериалов, поступивших в лабораторию, — сыворотка крови. Серологические исследования являются важным звеном в

Таблица 1. Результаты лабораторной диагностики хламидиоза животных различными методами за 2019–2021 годы

Table 1. The results of laboratory diagnosis of chlamydia in animals by various methods for 2019–2021

Год	Количество поступившего материала	Проведено исследований							Положительных результатов
		Патолого-анатомическое	Микроскопия		КЭ	ПЦР	Серологических		
			световая	люминесцентная			ИФА	РСК/РДСК	
2019	951 074	811	142	37	49	33 994	4974	912 639	3690
2020	987 342	891	260	28	39	38 401	5998	942 680	6660
2021	812 310	436	104	15	22	32 890	9406	769 908	1620
Итого	2 750 726	2138	506	80	110	105 285	20 378	2 625 227	11 970

¹ Красочко П.А. и др. Хламидиоз сельскохозяйственных животных: учеб.-метод. пособие для студентов ветеринарной медицины по специальности «ветеринарная медицина» и слушателей ФПК и ПК по ветеринарным специальностям. Витебск: ВГАВМ. 2020; 5–6.

² Методические указания по лабораторной диагностике хламидийных инфекций у животных (утв. Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода России от 30.06.1999 № 13-7-2/64).

эпизоотическом мониторинге. Всего проведено 2 645 605 серологических исследований, что составляет 96,2% от общего количества исследований.

В таблице 2 представлены результаты лабораторных исследований биологического и патологического материала на хламидиоз от разных видов животных.

В графу «Прочие виды животных» отнесены ламы, олени, рептилии, зоопарковые экзотические животные и др., в графу «Домашние животные» — кошки, собаки, в графу «Прочие виды материала» — смывы с поверхностей, предметов и подстилок, тканевой (аутопсийный) материал.

Данные (табл. 2) показывают, что наибольшее количество проб исследовано от КРС и МРС (78,7% всех исследований).

При исследовании смывов и патологического материала получено наибольшее количество положительных результатов на хламидиоз — соответственно, 277 (1,9%) и 547 (1,6%), следовательно, данные виды материала являются наиболее информативными при установлении диагноза.

От птицы на исследование в большем количестве поступают пробы помета, так как отбор других видов

Таблица 2. Результаты лабораторных исследований на хламидиоз биологического и патологического материала от разных видов животных

Table 2. The results of laboratory studies on chlamydia of biological and pathological material from different animal species

Год	КРС		МРС		Свиньи		Лошади		Домашние животные		Птица		Прочие виды		Всего	
	исс. ¹	пол. ²	исс.	пол.	исс.	пол.	исс.	пол.	исс.	пол.	исс.	пол.	исс.	пол.	исс.	пол.
Смывы																
2019	3142	20	38	1	177	8	0	0	248	35	51	0	29	0	3779	68
2020	4549	29	171	13	164	2	4	1	131	17	242	4	8	0	5282	69
2021	4052	33	289	48	141	2	1	1	588	68	280	5	5	0	5356	140
Итого	11 743	82	498	62	482	12	5	2	967	120	573	9	42	0	14 417	277
% положительных проб к исследованным																1,9%
Патологический материал																
2019	6277	70	174	6	3141	63	5	0	444	40	4004	57	198	9	14 162	241
2020	3669	87	259	12	1263	47	2	0	288	16	2649	44	65	4	8182	207
2021	2842	41	108	0	4432	16	10	1	457	25	2893	9	59	0	10 801	92
Итого	12 788	198	541	18	8836	126	17	1	1189	81	9546	110	322	13	33 239	547
% положительных проб к исследованным																1,6%
Помет/фекалии																
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11506	39	0	0	11 506	39
2020	69	0	0	0	46	0	0	0	0	0	12239	101	0	0	12 354	101
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9747	66	0	0	9747	66
Итого	69	0	0	0	46	0	0	0	0	0	33492	206	0	0	33 607	206
% положительных проб к исследованным																0,6%
Сыворотка крови																
2019	378 122	2946	367 764	145	165 652	193	2421	0	2305	32	201	0	2195	5	917 613	3321
2020	366 236	5630	409 717	383	171 458	174	2113	19	964	22	170	0	80	37	948 678	6265
2021	344 077	988	268 686	201	162 946	61	2023	0	2041	43	228	0	2049	1	779 291	1269
Итого	1 088 435	9564	1 046 167	729	500 056	428	6557	19	5310	97	599	0	4324	43	2 645 607	10 872
% положительных проб к исследованным																0,4%
Абортированные плоды																
2019	507	2	10	0	687	13	0	0	0	0	0	0	2	0	1206	15
2020	491	2	10	6	7667	7	0	0	0	0	0	0	1	0	8169	15
2021	209	5	5	0	209	3	0	0	1	0	0	0	0	0	424	8
Итого	1207	9	25	6	8563	23	0	0	1	0	0	0	3	0	9799	38
% положительных проб к исследованным																0,4%
Кровь																
2019	243	0	15	0	264	5	0	0	0	0	215	0	0	0	737	5
2020	861	3	147	0	80	0	0	0	2	0	259	0	0	0	1349	3
2021	1095	2	0	0	262	1	0	0	0	0	350	0	0	0	1675	3
ИТОГО	2199	5	162	0	606	6	0	0	2	0	824	0	0	0	3761	11
% положительных проб к исследованным																0,3%
Сперма																
2019	515	1	0	0	466	0	0	0	0	0	0	0	0	0	981	1
2020	763	0	0	0	467	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1230	0
2021	1629	0	7	0	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2020	0
Итого	2907	1	7	0	1317	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4231	1
% положительных проб к исследованным																0,02%
Моча																
2019	23	0	9	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0
2020	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0
2021	138	0	13	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178	0
Итого	183	0	22	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	236	0
% положительных проб к исследованным																0,0%
Прочие виды материала																
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20	0
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	14	0	16	0
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	12	0	27	0
Итого	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	2	0	46	0	63	0
% положительных проб к исследованным																0,0%
Всего	1 119 531	9859	1 047 422	815	519 937	595	6579	22	7484	298	45 036	325	4737	56	2 750 726	11 970
% положительных проб к исследованным																0,4%

Примечание: исс.¹ — поступило на исследование, проб; пол.² — количество положительных результатов.

материала (сыворотки крови, смывов и крови) в необходимом для исследования количестве сложен, особенно от декоративной птицы. Исследованы 33 492 пробы помета, выявлено 206 положительных результатов (0,6%).

Всего исследовано 69 проб фекалий от КРС и 46 проб от свиней — результат отрицательный.

За анализируемый период было проведено 9799 исследований аборттированных плодов, выявлено 38 положительных результатов (0,4%), при этом 23 положительных случая получено при исследовании аборттированных плодов от свиней.

При исследовании 2 645 607 проб сыворотки крови установлено 10 872 положительных результата (0,4%). Сыворотка крови в большем количестве исследуется от КРС и МРС.

Всего исследовано 3761 образец крови, из них получено 11 положительных результатов (0,3%).

Из 4231 пробы спермы выявлен один положительный результат. Получены отрицательные результаты при исследовании 236 проб мочи и 63 проб других видов материалов.

Выводы/Conclusions

Таким образом, хламидийная инфекция сельскохозяйственных и домашних животных, а также птиц продолжает оставаться значимой проблемой на территории Российской Федерации. Наибольший процент выявлений положительных результатов установлен у домашних собак и кошек, что указывает на необходимость расширения исследований среди данной группы животных (4%).

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 проводилось в рамках выполнения НИР «Разработка комплекса методик по совершенствованию лабораторной диагностики инфекционных заболеваний животных и экспертизе пищевой продукции». Этап 1.3 «Разработка методики по лабораторной диагностике хламидиоза (орнитоза) у животных и птиц».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Greub G. International Committee on Systematics of Prokaryotes. Subcommittee on the taxonomy of the *Chlamydiae*: Minutes of the closed meeting, 21 June 2010, Hof bei Salzburg, Austria. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2010; 60(1): 2694. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.028233-0>
2. Федорова В.А., Мотин В.Л. (ред.). Хламидиозы животных и человека. М.: Наука. 2019; 135. ISBN 978-5-02-040249-2
3. Гладин Д.П., Королук А.М., Дробот И.В., Кириллова Н.П., Козлова Н.С., Анненкова И.Д. Хламидии и хламидиозы. *Российские биомедицинские исследования*. 2021; 6(4): 37–46. <https://www.elibrary.ru/olcqbo>
4. Лычак Д.А., Гудков С.Н. Опасность орнитоза. *Вопросы ветеринарной науки и практики. Сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов факультета ветеринарной медицины Новосибирского государственного аграрного университета*. Новосибирск: Золотой колос. 2019; 79–80. <https://www.elibrary.ru/gzlnyg>
5. Домашенко О.Н., Заплотная А.А., Мантула А.А., Черкасова Т.И. Хламидийная инфекция (орнитоз) в практике врача-инфекциониста. *Вестник неотложной и восстановительной медицины*. 2013; 14(2): 243–245. <https://www.elibrary.ru/rvsbur>
6. Митрофанов П.М., Митрофанова Л.Н. Патогенность возбудителей хламидиозов домашних животных для человека. *Ветеринарная патология*. 2009; (2): 29–33. <https://www.elibrary.ru/oczerr>
7. Сибиряков К.Д., Лещева Н.А., Плешакова В.И., Смердова М.Д. Сравнительный анализ лабораторных методов диагностики хламидиоза свиней. *Вестник КрасГАУ*. 2008; (3): 240–242. <https://www.elibrary.ru/iujvjh>
8. Хусаинов Ф.М., Евстифеев В.В., Яковлев С.И. Хламидиоз коз. *Пермский аграрный вестник*. 2019; (1): 144–149. <https://www.elibrary.ru/ztagkl>
9. Хамадеев Р.Х., Евстифеев В.В., Хусаинов Ф.М., Барбарова Л.А. Хламидиоз сельскохозяйственных животных: диагностика, меры борьбы и специфическая профилактика. *Ветеринарный врач*. 2006; (1): 29–31. <https://www.elibrary.ru/jxkvjr>

Наиболее информативные материалы для диагностики хламидиоза — смывы со слизистых оболочек и патологический материал. Серологическими методами выявлены 10 872 положительных пробы (90,8% от общего количества положительных результатов).

Методом ПЦР получено 1098 положительных результатов (9,2% от общего количества положительных проб), что указывает на высокую эффективность данного метода. Процент выявляемости положительных результатов с помощью ПЦР выше, чем у серологических методов, соответственно, 1,0% и 0,4%. Методами микроскопии и выделения возбудителя на куриных эмбрионах положительных результатов не выявлено.

Всего за анализируемый период данными методами проведено 586 и 110 исследований соответственно. Применение данных методов для эпизоотологического мониторинга ограничивают трудоемкость проведения исследований, высокая стоимость, отсутствие специального оснащения и оборудования в ветеринарных лабораториях, подготовленность персонала. Следует отметить, что только методом выделения на живых системах (КЭ или культуре клеток) можно выявить хламидии всех видов, изучить морфологические и культуральные свойства.

Для постановки диагноза на хламидиоз необходимо сочетание разных методов лабораторной диагностики.

Следует отметить, что важными факторами в постановке диагноза на хламидиоз являются вид исследуемого материала, правильный отбор проб и их транспортировка в диагностическую ветеринарную лабораторию.

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.

FINANCING

Research was carried out as part of the implementation of research "Development of a set of methods for improving the laboratory diagnosis of infectious diseases of animals and the examination of food products." Stage 1.3 "Development of a methodology for the laboratory diagnosis of chlamydia (ornithosis) in animals and birds."

REFERENCES

1. Greub G. International Committee on Systematics of Prokaryotes. Subcommittee on the taxonomy of the *Chlamydiae*: Minutes of the closed meeting, 21 June 2010, Hof bei Salzburg, Austria. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2010; 60(1): 2694. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.028233-0>
2. Fedorova V.A., Motin V.L. (eds.). Chlamydia in animals and humans. Moscow: Nauka. 2019; 135 (in Russian). ISBN 978-5-02-040249-2
3. Gladin D.P., Korolyuk A.M., Drobot I.V., Kirillova N.P., Kozlova N.S., Annenkova I.D. Chlamydia and chlamydia. *Russian Biomedical Research*. 2021; 6(4): 37–46 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/olcqbo>
4. Lychak D.A., Gudkov S.N. The danger of ornithosis. *Questions of veterinary science and practice. Collection of proceedings of the scientific-practical conference teachers, graduate students, undergraduates and students of the faculty veterinary medicine of the Novosibirsk State Agrarian University*. Novosibirsk: Zolotoy kolos. 2019; 79–80 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/gzlnyg>
5. Domashenko O.N., Zaplotnaya A.A., Mantula A.A., Cherkasova T.I. Chlamydia infection (ornithosis) in practice of infectious disease. *Bulletin of emergency and restorative medicine*. 2013; 14(2): 243–245 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rvsbur>
6. Mitrofanov P.M., Mitrofanova L.N. Pathogenicity of pathogens of chlamydia in domestic animals for humans. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2009; (2): 29–33 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/oczerr>
7. Sibiriyakov K.D., Leshcheva N.A., Pleshakova V.I., Smerdova M.D. Comparative analysis of laboratory methods for diagnosing chlamydia in pigs. *Bulletin of KrasGAU*. 2008; (3): 240–242 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/iujvjh>
8. Khusainov F.M., Evstifeev V.V., Yakovlev S.I. Chlamydial infections in goats. *Perm Agrarian Journal*. 2019; (1): 144–149 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ztagkl>
9. Khamadeev R.Kh., Evstifeev V.V., Khusainov F.M., Barbarova L.A. Chlamydia of farm animals: diagnosis, control measures and specific prevention. *The Veterinary Vrach*. 2006; (1): 29–31 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/jxkvjr>

10. Безбородова Н.А., Кожуховская В.В., Соколова О.В., Печура Е.В., Романова А.С. Роль ПЦР в диагностике видоспецифичного хламидиоза у крупного рогатого скота. *Аграрный вестник Урала*. 2021; (1): 30–35. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-204-01-30-35>

11. Зюзгина С.В., Зиновьева О.Е., Лобова Т.П., Михайлова В.В., Шишкина М.С., Скворцова А.С. Анализ лабораторной диагностики хламидиоза животных и птицы в Российской Федерации за 2019–2021 годы. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2023; (9): 59–65. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202309007>

ОБ АВТОРАХ

Вера Владимировна Михайлова

младший научный сотрудник отдела вирусологии

vera.mihaylova.74@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9325-7299>

Татьяна Петровна Лобова

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела вирусологии

t.lobova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9167-2317>

Мария Сергеевна Шишкина

младший научный сотрудник отдела вирусологии

m.belyaeva@rambler.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6930-5043>

Анастасия Николаевна Скворцова

младший научный сотрудник отдела вирусологии

nefedovi5748@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3071-0225>

Светлана Викторовна Зюзгина

старший научный сотрудник отдела серологии и лептоспироза

svetazyuzgina@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7330-6962>

Ольга Евгеньевна Зиновьева

кандидат ветеринарных наук, научный сотрудник отдела серологии и лептоспироза

zinovieva_olya@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3120-9152>

Федеральный центр охраны здоровья животных,
ул. Оранжерейная, 23, Москва, 111622, Россия

10. Bezborodova N.A., Kozhukhovskaya V.V., Sokolova O.V., Pechura E.V., Romanova A.S. The role of PCR in the diagnosis of species-specific chlamydia in cattle. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; (1): 30–35 (in Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-204-01-30-35>

11. Zyuzgina S.V., Zinovieva O.E., Lobova T.P., Mikhailova V.V., Shishkina M.S., Skvortsova A.S. Analysis of laboratory diagnostics of chlamydia in animals and poultry in the Russian Federation for 2019–2021. *Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*. 2023; (9): 59–65 (in Russian). <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202309007>

ABOUT THE AUTHORS

Vera Vladimirovna Mikhailova

Junior Researcher Department of Virology

vera.mihaylova.74@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9325-7299>

Tatyana Petrovna Lobova

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher Department of Virology

t.lobova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9167-2317>

Mariya Sergeevna Shishkina

Junior Researcher Department of Virology

m.belyaeva@rambler.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6930-5043>

Anastasia Nikolaevna Skvortsova

Junior Researcher Department of Virology

nefedovi5748@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3071-0225>

Svetlana Viktorovna Zyuzgina

Senior Researcher, Department of Serology and Leptospirosis

svetazyuzgina@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7330-6962>

Olga Evgenyeva Zinovieva

Candidate of Veterinary Sciences, Researcher, Department of Serology and Leptospirosis

zinovieva_olya@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3120-9152>

Federal centre for animal health,
23 Orangereynaya Str., Moscow, 111622, Russia

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-62-65

Suleiman Sh. Abdulmagomedov ✉
Rabiyat M. Bakrieva*Caspian Zonal Research Veterinary Institute,
Makhachkala, Russia*✉ gunib9876@gmail.comReceived by the editorial office:
10.10.2023Одобрена после рецензирования:
12.02.2024Принята к публикации:
28.02.2024

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-62-65

С.Ш. Абдулмагомедов ✉
Р.М. Бакриева*Прикаспийский зональный научно-
исследовательский ветеринарный
институт, Махачкала, Россия*✉ gunib9876@gmail.comПоступила в редакцию:
10.10.2023Accepted in revised:
12.02.2024Accepted for publication:
28.02.2024

The use of vitamin complex in combination with chemotherapy in theileriosis of cattle

ABSTRACT

Relevance. In the Caspian region of Russia, blood parasitic diseases are one of the most common diseases of cattle, which cause significant economic damage to livestock farms due to reduced productivity and death of animals. According to natural and climatic conditions and zonal features, the Republic of Dagestan is a favorable habitat for ixodic mites, the main carriers of pyroplasmidosis pathogens, in particular *Theileria annulata*. In spring, cattle with impaired resistance, weakened after wintering, are seriously ill with pyroplasmidosis, especially theileriosis, after getting over the gum, rumination, intestinal work, milk yield, and general reaction to the environment recover to physiological norm for a long time. In this regard, further improvement of existing and the search for new methods that ensure maximum conservation of animals from these invasions, with minimal effort and money, remains an urgent task.

The aim of the study was to determine the effectiveness of "Delagil" in the combined use of "Ursoferan-forte" in spontaneous bovine theileriosis.

Methods. Methods for determining therapeutic efficacy were formed by experimental and control groups of 30 heads of different ages with spontaneous theileriosis in varying degrees of severity of the disease with a temperature reaction within 40.4 ± 0.03 — 41.5 ± 0.09 °C, parasitemia — 5.47 ± 0.3 — $25.18 \pm 0.31\%$ in 100 fields of view of the microscope. In the control group, "Delagil" was used in its pure form at a dose of 2 g / 100 kg (20 mg / kg by DV) (orally) with water in the form of a suspension. In the experimental group, treatment was carried out comprehensively — "Delagil" in the indicated doses in combination with the drug "Ursoferan-forte" in a dose of 10–25 ml (once, intramuscularly).

Results. The use of antimalarial "Delagil" in combination with the drug "Ursoferan-forte" (in combination) increases the effectiveness to 93.3% and avoids significant economic losses. Currently, the safety of susceptible animals from theileriosis is becoming possible with the combined use of chemotherapeutic drugs.

Key words: cattle, theileriosis, therapy, "Delagil", oxytetracycline hydrochloride, "Ursoferan-forte", efficacy

For citation: Abdulmagomedov S.Sh., Bakrieva R.M. The use of vitamin complex in combination with chemotherapy in theileriosis of cattle. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 62–65.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-62-65>

© Abdulmagomedov S.Sh., Bakrieva R.M.

Применение витаминного комплекса в сочетании с химиотерапией при тейлериозе крупного рогатого скота

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В Прикаспийском регионе России кровепаразитарные болезни являются одним из наиболее распространенных заболеваний крупного рогатого скота, которые причиняют значительный экономический ущерб животноводческим хозяйствам за счет снижения продуктивности и гибели животных. По природно-климатическим условиям и зональным особенностям Республика Дагестан является благоприятной средой для обитания в ней иксодовых клещей — основных переносчиков возбудителей пироплазмидозов, в частности *Theileria annulata*. Весной крупный рогатый скот с нарушенной резистентностью, ослабленный после зимовки, тяжело переболевает пироплазмидозами, особенно тейлериозом, после чего жвачка, руминация, работа кишечника, удои, общая реакция на окружающее долго восстанавливаются до показателей физиологической нормы. В связи с этим дальнейшее усовершенствование существующих и изыскание новых методов, обеспечивающих максимальное сохранение животных от этих инвазий, при минимальных затратах сил и средств остаются актуальной задачей.

Цель исследования — определить эффективность «Делагила» при сочетанном применении препарата «Урсоферан-форте» при спонтанном тейлериозе крупного рогатого скота.

Методы. Методы определения лечебной эффективности формировали опытные и контрольные группы из 30 голов разного возраста при спонтанном тейлериозе в различной степени тяжести течения болезни с температурной реакцией в пределах $40,4 \pm 0,03$ — $41,5 \pm 0,09$ °C, паразитемия — $5,47 \pm 0,3$ — $25,18 \pm 0,31\%$ в 100 полях зрения микроскопа. В контрольной группе «Делагил» применяли в чистом виде в дозе 2 г / 100 кг (20 мг/кг по ДВ) (внутрь) с водой в виде суспензии. В опытной группе лечение проводили комплексно — «Делагил» в указанных дозах в сочетании с препаратом «Урсоферан-форте» в дозе 10–25 мл (однократно, внутримышечно).

Результаты. Применение противомаларийного «Делагила» в сочетании с препаратом «Урсоферан-форте» (в комплексе) увеличивает эффективность до 93,3% и позволяет избежать значительных экономических потерь. В настоящее время сохранность восприимчивых животных от тейлериоза становится возможной с помощью комбинированного применения химиотерапевтических препаратов.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, тейлериоз, терапия, «Делагил», «Урсоферан-форте», эффективность

Для цитирования: Абдулмагомедов С.Ш., Бакриева Р.М. Применение витаминного комплекса в сочетании с химиотерапией при тейлериозе крупного рогатого скота. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 62–65 (in English).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-62-65>

© Абдулмагомедов С.Ш., Бакриева Р.М.

Introduction/Введение

Theileriosis is an invasive disease, caused by endoglobular parasites of the species *Theileria annulata*, characterized by a number of characteristic clinical and pathomorphological changes in the body. The condition of the vascular walls is especially disturbed, the trophic and other functions of the nervous system, the functions of the hematopoietic organs suffer, anemia develops, metabolism, thermoregulation and the functions and structure of many parenchymal organs are disrupted. The disease usually occurs acutely, over several days, and produces a high mortality rate among sick animals [1–3].

Fundamental studies of the causative agents of theileriosis of animals, pathologies, caused by them, clinical manifestations, diagnosis, treatment, prevention and control measures, tick-vectors, features of their biology, ecology and other aspects of the problem in our country were carried out by N.A. Kolabsky (1966, 1968, 1977), A.M. Ataev (2009), S.A. Bursakov (2021), B.A. Timofeev (2005), V.T. Zablotsky (2009), S. V. Engashev (2011).

In Dagestan Republic piroplasmosis causes significant economic damage to livestock production, due to a decrease of productivity and an increase of the mortality rate, especially among young animals and imported livestock. The disease has a focal distribution in the vertical zone and is recorded in the form of enzootics, depending on the state of activity and population size of ticks from the genus *Hyalomma* [4–6].

The lack of specific means of therapy and prevention prompts to the search of other ways to protect animals from theileriosis. Chemotherapy and chemoprophylaxis are of great importance in the fight against piroplasmosis, the success of which depends on the complex use of highly effective drugs, low toxicity and having high antiparasitic activity. In this regard, the task was set to study the effectiveness of the antimalarial drug “Delagil”, in combination with “Ursoferran-forte”, complex of vitamins in the conditions of the Caspian region of Russia [7–13].

Fig. 1. “Agrofirm Chokh” MTF No. 1. Photo by the author



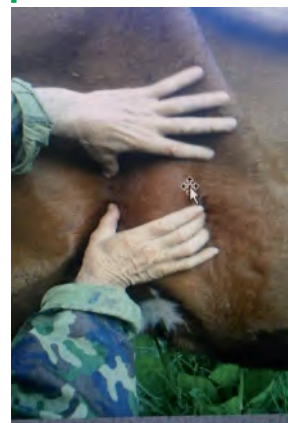
Fig. 2. “Agrofirm Chokh” MTF No. 2. Photo by the author



Fig. 3. Enlarged prescapular lymph node. Photo by the author



Fig. 4. Enlarged superficial inguinal lymph node. Photo by the author



The purpose of the work is to determine the therapeutic effect and feasibility of combining of chemotherapeutic agents with vitamin complex in theileriosis of cattle.

Materials and methods /

Материалы и методы исследования

Production experiments were carried out in 2022, in the farm “Agrofirm Chokh” MTF No. 1, 2, (Fig. 1, 2.) Kumtorkalinsky district of Dagestan Republic, on 30 heads of cattle of the Red Steppe breed of different age groups, that spontaneously fell ill with theileriosis. In the initial period of the disease, with a parasitic reaction, there are 15–19 parasites in the field of view of the microscope and body temperature 40.0–41.0 °C.

The diagnosis was made comprehensively: the epizootological situation, the results of laboratory tests, microscopic studies of smears from the peripheral blood of sick and suspected animals, using the Romanovsky-Giemsa method and clinical studies of enlarged regional lymph nodes (Fig. 3, 4) and the presence of pomegranate bodies in punctates were taken into account.

The experiments studied the therapeutic effectiveness of “Delagil” — an antiprotozoal agent (Hungary Meda Farma) — (7-Chloro-4-quinolinyl)-N,N-diethyl-1,4-pentanediamine (in the form of phosphate, hydrochloride or sulfate). Dosage form — tablets, containing chloroquine — 250 mg, which are crushed and suspended with water, orally, in combination with “Ursoferran-forte” (organization-developer: LLC “VIK-animal health”, Russia) injection solution contains in 1 ml as active ingredients: (iron in the form of iron (III)-dextran-heptonic acid (gleptoferron), vitamins E, B₃, B₉, B₁₂), as excipients: macrogol 15-hydroxystearate, benzyl alcohol and water for to 1 ml, applied intramuscularly, in dose 10–25 ml per animal.

In the first control group ($n = 15$) “Delagil” was used in its pure form, in dose 20 mg/kg, orally, with water, once a day, during 6–11 days. In the second group ($n = 15$) in the 1st day of treatment, “Delagil” was used in dose 20 mg/kg, orally, with water, once a day, during 5–6 days, simultaneously with “Ursoferran-forte”, in dose 10–25 ml, once, intramuscularly (which are presented in Table 1) (Fig. 5).

Table 1. Treatment regimen

Indicators	Group	
	1-control ($n = 15$)	2-experimental ($n = 15$)
Animal weight, kg	125–356	120–350
Application period, days	6–11	5–6
“Delagil”	20 mg/kg	20 mg/kg
“Ursoferran-forte”		10–25 ml

Fig. 5. Chemotherapy. Photo by the author



Taking into account the condition of the animal, symptomatic — pathogenetic treatment was carried out in parallel, aimed on removing of intoxication of the body, using calcium borogluconate and glucose — 5%, intravenously, in rate 0.5 ml/kg of body weight, coffeine, sodium — benzoate, in dose 10–15 ml in 20%-solution, subcutaneously.

To prevent of the development of atony of the proventriculus, animals were given tincture of white hellebore in dose 5–12 ml per animal (0.01–0.024 ml/kg of live weight), with water from 50 to 500 ml, in morning and evening, and skim milk, 3–5 l, orally, with rubber bottle.

An important condition for organizing therapeutic measures that contributed to a favorable outcome of the disease was the timely separation of sick animals from healthy livestock, their early thermometry, the use of specific agents, and ensuring complete rest. During the treatment, the animals were kept under a canopy in a ventilated room, protected from sunlight, and given easily digestible food (good hay, dried grass, chopped root vegetables, fresh skim and whole sour milk) and salted water without restriction.

When setting up the experiment, the requirements of the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experiments or Other Scientific Purposes (ETS No. 123, Strasbourg, 1986)¹ were observed.

Results and discussion / Результаты и обсуждение

The following clinical signs were observed in sick animals: depression, lack of appetite, wetness and ruffled hair, profuse lacrimation and a sharp decrease of milk yield. Body temperature — 40.4–41.5 °C, pulse increased to 84–88 beats per minute, breathing to 31–37 movements per minute, anemia of the mucous membranes, enlarged superficial — unilaterally prescapular, suprauterine and inguinal lymph nodes, atony forestomach, diarrhea, followed by constipation. In peripheral blood smears, round and comma-shaped forms of *Theileria predominated*. Sick animals were promptly separated and kept in a cool room and treated.

In the first group (control) of patients with clearly expressed clinical signs of theileriosis, animals were treated

6–11 days, severely ill patients — 6, moderately — 5 and mildly ill — 4. The duration of the temperature reaction ranged from 6 to 8 days, the parasitic reaction in individual animals decreased after 6–7 times of administration of the drugs. Recovered — only 13, were forced to die — 2. Efficiency — 86.6%.

In the experimental group, the disease progressed in animals: in the mild — 4, with average — 5, 6 — in severe forms. Body temperature within 41.3 ± 0.11 °C

lasted from 4–5 days, in blood smears to $17.37 \pm 1.19\%$ of erythrocytes affected by theileria were detected. As a result of complex chemotherapy with “Delagil” and “Ursoferran-forte” in combination with symptomatic and pathogenetic agents according to indications, in most cases on the 5th–6th days temperature decreased to 38.5–39.3 °C, parasitemia — to 1.00 ± 0.03 theileria in 100 fields microscope vision on. At the same time, the general condition of the animal improved, and in the following days the parasitic reaction decreased significantly. Of the 15 treated animals, 14 recovered, 1 were forced to be killed, efficiency — 93.3% (Table 2).

Table 2. Therapeutic effectiveness of complex therapy in theileriosis of cattle

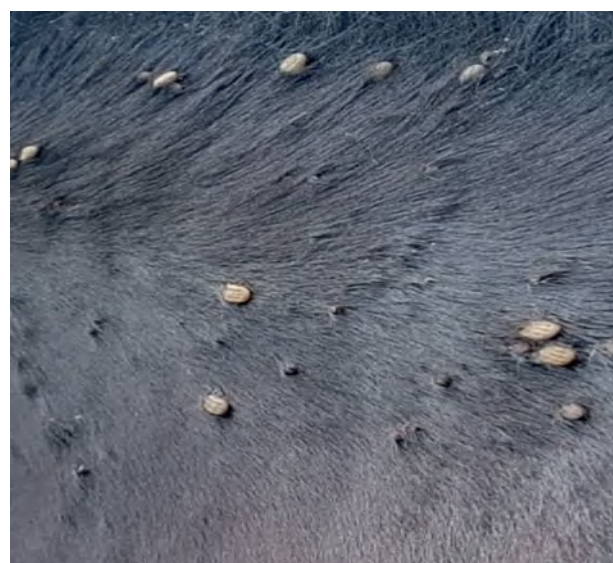
Indicators	Groups	
	1-control	2-experimental
Forcedly killed	2	1
Dead animals	–	–
Recovered animals, heads.	13	14
Therapeutic effectiveness,%	86.6%	93.3%

When treating animals, no side effects were identified, and no adverse reactions were detected on the body of the cows of the experimental group at the above dose.

The rooms where the sick animals were located were treated with the insecticidal drug “Delcid 4%” at a rate of consumption of 300–400 ml per 1 m² using spraying equipment.

Regular anti-tick treatments were carried out on animals of public and private use with aqueous solutions of acaricides against ixodid ticks carrying blood parasites, by spraying, with an interval 14 days (Fig. 6).

Fig. 6. Parsitization by mites of the genus Hyalomma. Photo by the author



¹ <https://rm.coe.int/168007a6a8>. Текст изменен в соответствии с положениями Протокола (СЕД № 170) как его вступления в силу 2 декабря 2005 года.

Conclusion/Выводы

A new treatment regimen of theileriosis of cattle, with the simultaneous use of "Delagil" and the vitamin complex "Ursoferran-forte", according to the instructions on their

use, on the 5th–6th days leads to complete recovery from theileriosis and promotes the restoration of the animals' body after illness, compared with the treatment regimen, adopted in the control group. Therapeutic effectiveness — 93.3%.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing of the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

Авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в написании рукописи несут ответственность за плагиат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Kumar R., Malik J.K. Influence of experimentally induced theileriosis (*Theileria annulata*) on the pharmacokinetics of a long-acting formulation of oxytetracycline (OTC-LA) in calves. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. 1999; 22(5): 320–326. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2885.1999.00227.x>
- Мещеряков Ю.И. Эпизоотическая ситуация в хозяйстве по тейлериозу крупного рогатого скота. *Современные проблемы ветеринарной практики в АПК. Материалы II Всероссийской научно-практической интернет-конференции практикующих специалистов*. Ставрополь: АГРУС. 2016; 1: 245–246. <https://elibrary.ru/xadbjn>
- Бурсаков С.А. Тейлериоз крупного рогатого скота. *Ветеринария*. 2021; (3): 34–36. <https://elibrary.ru/wohqf>
- Бурсаков С.А., Ковальчук С.Н. Распространение тейлериоза крупного рогатого скота в Московской области. *Аграрный научный журнал*. 2018; (12): 9–12. <https://doi.org/10.28983/asj.v0i12.645>
- Кошкина Н.А., Колесников В.И., Васильченко М.Н. Иксодофауна города Ставрополя. *Российский паразитологический журнал*. 2014; (1): 7–8. <https://elibrary.ru/rzklvz>
- Бурсаков С.А. Молекулярная диагностика тейлериоза крупного рогатого скота. *Паразитология*. 2021; 55(1): 32–47. <https://doi.org/10.31857/S0031184721010038>
- Атамбекова Ж.А., Бердикулов А.М., Джетигенов Э.А., Камарли А.А.С., Атамбекова Н.С. Эпизоотологическое обследование сельскохозяйственных животных на кровепаразитарные болезни в южных регионах Кыргызской Республики. *Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина*. 2022; (3): 12–19. <https://elibrary.ru/uuqsmx>
- Рашидов А.А., Кабардиев С.Ш., Абдумгомедов С.Ш., Алиев А.Д., Карпусченко К.А. Результаты испытания эффективности некоторых химиопрепаратов при тейлериозе крупного рогатого скота. *Вестник ветеринарии*. 2002; (3): 43–44. <https://elibrary.ru/jusvkl>
- Бердикулов М.А., Усенбаев А.Е., Жанабаев А.А., Лидер Л.А., Бисенгалиев Р.М. Эффективность схемы терапии тейлериоза крупного рогатого скота. *Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы. Материалы IV Национальной научно-практической конференции с международным участием*. Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия. 2020; 135–139. <https://elibrary.ru/mwtkhg>
- Назаркул Н., Куанышбек А. Лечение тейлериоза скота в условиях хозяйства на юге Казахстана. *Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы Международной студенческой научной конференции*. Майский: Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина. 2022; 3: 179–180. <https://elibrary.ru/kcqqgv>
- Сахимов М.Р. Химиотерапия пироплазмидозов и анаплазмоза крупного рогатого скота. *Сельскохозяйственные технологии*. 2019; 1(3): 45–50. <https://elibrary.ru/ikbmhx>
- Бакриева Р.М., Абдумгомедов С.Ш., Алиев А.Ю. Терапевтическая эффективность плаквенила при тейлериозе крупного рогатого скота в условиях равнинной зоны Республики Дагестан. *Ветеринария Кубани*. 2022; (3): 24–25. <https://elibrary.ru/pjbtbn>
- Урсилов Д.Т.-М., Мусаев З.Г., Абдумгомедов С.Ш., Магомедшапиев Г.М., Устаров Р.Д. Лечение пироплазмидозов крупного рогатого скота в условиях Дагестана. *Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса юга России. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Победы и 40-летию инженерного факультета*. Махачкала: Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова. 2015; 97–99. <https://elibrary.ru/wjewjx>

ОБ АВТОРАХ

Сулейман Шаропович Абдумгомедов
кандидат биологических наук
gunib9876@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9162-5062>

Рабият Магомедовна Бакриева
научный сотрудник
nauka800@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9638-8182>

Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт,
ул. Дахадаева, 88, Махачкала, 367000, Россия

REFERENCES

- Kumar R., Malik J.K. Influence of experimentally induced theileriosis (*Theileria annulata*) on the pharmacokinetics of a long-acting formulation of oxytetracycline (OTC-LA) in calves. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. 1999; 22(5): 320–326. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2885.1999.00227.x>
- Mescheryakov Yu.I. Epizootic situation in the farm on theileriosis of cattle. *Modern problems of veterinary practice in the agro-industrial complex. Proceedings of the II All-Russian scientific practical Internet conference of practitioners*. Stavropol: AGRUS. 2016; 1: 245–246 (in Russian). <https://elibrary.ru/xadbjn>
- Bursakov S.A. Theileriosis bovine. *Veterinary medicine*. 2021; (3): 34–36 (in Russian). <https://elibrary.ru/wohqf>
- Bursakov S.A., Kovalchuk S.N. Distribution of bovine theileriosis in the Moscow region. *Agrarian Scientific Journal*. 2018; (12): 9–12 (in Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.v0i12.645>
- Koshkina N.A., Kolesnikov V.I., Vasilchenko M.N. Ixodofauna of the city of Stavropol. *Russian Journal of Parasitology*. 2014; (1): 7–8 (in Russian). <https://elibrary.ru/rzklvz>
- Bursakov S.A. Molecular diagnostics of cattle theileriosis. *Parazitologiya*. 2021; 55(1): 32–47 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0031184721010038>
- Atambekova Zh.A., Berdikulov A.M., Jetigenov E.A., Kamarli A.A.S., Atambekova N.S. Epizootological survey of farm animals for blood parasitic diseases in the southern regions of the Kyrgyz Republic. *Vestnik Kyrgyzskogo natsionalnogo agrarnogo universiteta im. K.I. Skryabina*. 2022; (3): 12–19 (in Russian). <https://elibrary.ru/uuqsmx>
- Rashidov A.A., Kabardiev S.Sh., Abdumagomedov S.Sh., Aliev A.D., Karpuschenko K.A. The results of testing of the effectiveness of some chemotherapy drugs in theileriosis of cattle. *Vestnik veterinarii*. 2002; (3): 43–44 (in Russian). <https://elibrary.ru/jusvkl>
- Berdikulov M.A., Usenbaev A.E., Zhanabaev A.A., Lider L.A., Bisengaliyev R.M. The effectiveness of the treatment regimen of theileriosis in cattle. *Actual scientific and technical means and agricultural problems. Proceedings of the IV National Scientific and Practical Conference with International Participation*. Kemerovo: Kuzbass State Agricultural Academy. 2020; 135–139 (in Russian). <https://elibrary.ru/mwtkhg>
- Nazarkul N., Kuanyshbek A. Treatment of livestock theileriosis in farm conditions on the south of Kazakhstan. *Gorinsky Readings. Innovative solutions for the agro-industrial complex. Proceedings of the International Student Scientific Conference*. Mayskiy: Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin. 2022; 3: 179–180 (in Russian). <https://elibrary.ru/kcqqgv>
- Sakhimov M.R. Chemotherapy against piroplasmosis and anaplasmosis in cattle. *Agricultural Technologies*. 2019; 1(3): 45–50 (in Russian). <https://elibrary.ru/ikbmhx>
- Bakrieva R.M., Abdumagomedov S.Sh., Aliev A.Yu. Therapeutic efficacy of plaquenil at the theileriosis of the large horned cattle in the conditions of the flat zone of the Republic of Dagestan. *Veterinaria Kubani*. 2022; (3): 24–25 (in Russian). <https://elibrary.ru/pjbtbn>
- Ursilov D.T.-M., Musaev Z.G., Abdumagomedov S.Sh., Magomedshapiev G.M., Ustarov R.D. Treatment of piroplasmosis of cattle in Dagestan. *Problems and prospects of development of the agro-industrial complex of the South of Russia. Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 70th anniversary of the Victory and the 40th anniversary of the Faculty of Engineering*. Makhachkala: Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatov. 2015; 97–99 (in Russian). <https://elibrary.ru/wjewjx>

ABOUT THE AUTHORS

Suleiman Sharapovich Abdumagomedov
Candidate of Biological Sciences
gunib9876@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9162-5062>

Rabiyat Magomedovna Bakrieva
Researcher
nauka800@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9638-8182>

Caspian Zonal Scientific Research Veterinary Institute,
88 Dakhadaev Str., Makhachkala, 367000, Russia

В.И. Луцай¹
Н.Ю. Солошенко¹
А.М. Нефедов¹
В.Д. Сибирцев¹
А.А. Руденко¹
П.А. Руденко^{1, 2} ✉

¹Российский биотехнологический университет, Москва, Россия

²Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия

✉ pavelrudenko76@yandex.ru

Поступила в редакцию:
15.01.2024

Одобрена после рецензирования:
12.02.2024

Принята к публикации:
28.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-66-71

Vladimir I. Lutsay¹
Natalya Yu. Soloshenko¹
Anton M. Nefedov¹
Vladimir D. Sibirtsev¹
Andrey A. Rudenko¹
Pavel A. Rudenko^{1, 2} ✉

¹Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

²Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

✉ pavelrudenko76@yandex.ru

Received by the editorial office:
15.01.2024

Accepted in revised:
12.02.2024

Accepted for publication:
28.02.2024

Микробный пейзаж при остром гнойно-катаральном послеродовом эндометрите у коров

РЕЗЮМЕ

Особое место среди факторов окружающей среды, влияющих на организм животных, занимают микроорганизмы — возбудители инфекционных заболеваний. В связи с этим остро стоит проблема циркуляции ассоциаций условно-патогенных микроорганизмов, способных вызывать достаточно широкий спектр патологий у крупного рогатого скота.

В статье приведено изучение микробного фона вагинально-маточного содержимого, отобранного при остром гнойно-катаральном послеродовом эндометрите у коров. Показано, что от 20 коров, больных острым гнойно-катаральным эндометритом, изолированы 58 штаммов условно-патогенных микроорганизмов 13 видов, отнесенных к 6 родам. Чаще всего выделяли культуры *St. aureus*, *E. coli* (серотипов O4, O9 и O83), *Str. pyogenes*, *Str. agalactiae*, *P. aeruginosa*, *Str. uberis* и *Str. faecalis*. Чаще развитие острого гнойно-катарального эндометрита у коров обуславливали грамположительные бактерии. Из 58 изолированных штаммов микроорганизмов 22 (37,9%) культуры вызывали гибель белых мышей при их внутрибрюшинном введении. При этом патогенными свойствами чаще обладали грамположительные кокки, а именно представители родов *Streptococcus spp.* (11 — 50,0%) и *Staphylococcus spp.* (6 — 27,3%) изолятов соответственно. Установлено, что чаще эндометриты вызывают ассоциации условно-патогенных микроорганизмов, в состав которых входили три сочлена — в 14 (50,0%) случаях, реже четыре сочлена — в 7 (25,0%) случаях. Изолированные микроорганизмы были чувствительны лишь к трем антибактериальным препаратам: цефкиному, цефепиму и марбофлоксацину.

Ключевые слова: эндометрит, микрофлора, патогены, ассоциации, чувствительность к антибиотикам, коровы

Для цитирования: Луцай В.И., Солошенко Н.Ю., Нефедов А.М., Сибирцев В.Д., Руденко А.А., Руденко П.А. Микробный пейзаж при остром гнойно-катаральном послеродовом эндометрите у коров. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 66–71.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-66-71>

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

Microbial landscape in acute purulent-catarrhal postpartum endometritis in cows

ABSTRACT

A special place among environmental factors affecting the body of animals is occupied by microorganisms — pathogens of infectious diseases. In this regard, the problem of circulation of associations of conditionally pathogenic microorganisms capable of causing a fairly wide range of pathologies in cattle in cattle is acute. The article provides a study of the microbial background of the vaginal-luminous contents selected in the acute purulent-catarrhal postpartum endometritis in cows. It was shown that 58 strains of opportunistic microorganisms of 13 species, classified into 6 genera, were isolated from 20 cows suffering from acute purulent catarrhal endometritis. The most frequently isolated cultures were *St. aureus*, *E. coli* (serotypes O4, O9 and O83), *Str. pyogenes*, *Str. agalactiae*, *P. aeruginosa*, *Str. uberis* and *Str. faecalis*. Moreover, the development of acute purulent-catarrhal endometritis in cows was more often caused by gram-positive bacteria. Of the 58 isolated strains of microorganisms, 22 (37.9%) cultures caused the death of white mice when administered intraperitoneally. At the same time, gram-positive cocci were more likely to have pathogenic properties, namely representatives of the genera *Streptococcus spp.* (11 — 50.0%) and *Staphylococcus spp.* (6 — 27.3%) isolates, respectively. It was found that endometritis more often causes associations of opportunistic microorganisms, which included three joints in 14 (50.0%) cases, less often four joints in 7 (25.0%) cases. The isolated microorganisms were sensitive to only three antibacterial drugs: cefkin, cefepime and marbofloxacin.

Key words: endometritis, microflora, pathogens, associations, sensitivity to antibiotics, cows

For citation: Lutsay V.I., Soloshenko N.Yu., Nefedov A.M., Sibirtsev V.D., Rudenko A.A., Rudenko P.A. Microbial landscape in acute purulent-catarrhal postpartum endometritis in cows. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 66–71 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-66-71>

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

Введение/Introduction

В последнее время в связи с интенсификацией молочного скотоводства наблюдается увеличение концентрации поголовья крупного рогатого скота на животноводческих фермах. При этом создаются неблагоприятные условия для материнского стада, способствующие снижению их устойчивости к различным условно-патогенным микроорганизмам [1–4].

Следует отметить, что в искусственных биогеоценозах не всегда имеют место условия, приближенные к природным. При этом животные зачастую лишены активного моциона, солнечного освещения, свободного выбора корма, подвергаются частому воздействию стрессов, что отрицательно сказывается на их физиологическом состоянии [5–7]. Не всегда учитываются компенсаторные возможности организма и его реакции на неблагоприятные факторы внешней среды. Важное значение имеет микроклимат в помещениях. Так, при большой плотности размещения поголовья и оборудования ферм машинами резко (по сравнению с традиционными) изменяются такие показатели, как физико-химический и микробный состав воздуха, освещение, шум [2, 3, 8].

Кроме этого, в реорганизованных животноводческих хозяйствах применяются традиционная технология производства молока, сохранившая биогеоценозы, закрепленные в процессе эволюции, в том числе животные и ассоциации условно-патогенных бактерий, вызывающие различные факторные инфекции, зачастую с коморбидным течением [9–14].

Наиболее широко распространенное заболевание послеродового периода у животных — эндометрит, что может являться ведущей причиной последующего развития бесплодия [15]. По данным широкого круга исследователей, данная патология может встречаться (до 40%) у отелившихся коров, занимая одно из ведущих мест в структуре послеродовых осложнений у продуктивных животных во всем мире. При этом следует отметить, что данному заболеванию подвержены в первую очередь животные с высоким уровнем молочной продуктивности [16–18].

Здоровая матка колонизирована индигенными бактериями, вирусами, дрожжами (грибками), которые представляют условно-патогенную микробиоту. Однако при неблагоприятных факторах внешней среды и стрессах могут происходить изменения количества и качества микроорганизмов, сопровождающиеся иммунной дисфункцией макроорганизма, что способно спровоцировать инфекцию и воспаление матки. У послеродовых животных при развитии острого эндометрита могут наблюдаться изменения в выработке молока и поведении матери, которые могут существенно повлиять на здоровье и выживаемость потомства [19].

В связи с этим изучение микробного пейзажа при остром гнойно-катаральном послеродовом эндометрите у коров является достаточно актуальным направлением для научных исследований.

Цель работы — изучить микробный фон вагинально-маточного содержимого, отобранного при остром гнойно-катаральном послеродовом эндометрите у коров.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Эксперимент одобрен биоэтической комиссией кафедры ветеринарной медицины университета РОСБИОТЕХ (г. Москва, Россия) на предмет гуманного обращения с опытными животными.

Исследования проведены на базе АО «Воскресенское» (Воскресенский р-н, Московская обл.) с общим поголовьем 1450 голов крупного рогатого скота, в том числе 830 коров.

Материалом для исследования служили коровы с острым гнойно-катаральным послеродовым эндометритом ($n = 20$).

От больных коров отбирали патологический вагинально-маточный экссудат (с помощью полистироловых стерильных пипеток) в стерильные пробирки с физиологическим раствором под контролем стерильного влагалищного зеркала. Перед отбором слизи с шейки матки руки и кожу половых губ обрабатывали этиловым спиртом (70°). Отобранный патологический материал в течение трех часов доставляли в лабораторию для проведения бактериологических исследований.

Бактериологические исследования проводили на базе микробиологической лаборатории кафедры ветеринарной медицины университета РОСБИОТЕХ. Из отобранного патологического материала пастеровской пипеткой проводили посевы на питательные среды: для дрожжеподобных грибов использовали сусло-агар и среду Чапека (НПЦ «Биокомпас-С», Россия), для стафилококков — пептонно-солевую среду (ООО «Агат-Мед», Россия), желточно-солевой агар (HiMedia Laboratories, India) и МПА (ФБУН ГНЦ ПМБ, Россия), для энтеробактерий — агар Эндо (ФБУН ГНЦ ПМБ, Россия), среду Плоскирева (НПЦ «Биокомпас-С», Россия) и агар сульфита висмута (ФБУН ГНЦ ПМБ, Россия). Посевы снова инкубировали в термостате (термостат суховоздушный ТВ-20 ПЗ-«К», Россия) при 37–38 °C в течение 24 ч., а при отсутствии роста чашки выдерживали до 3 дней¹.

После изучения культурально-морфологических свойств из всех отдельно лежащих типичных колоний делали пересевы на МПА и МПБ в пробирках и инкубировали при 37–38 °C в течение 24 ч. Полученные таким образом чистые культуры бактерий проверяли на подвижность в препаратах раздавленной капли с помощью фазово-контрастной микроскопии при увеличении от 400х до 1000х (микроскоп Levenhuk 400Т тринокулярный, China) в затемненном поле зрения и подвергали идентификации согласно определителю бактерий Берджи². Определение серогрупп *E. coli* проводили с помощью набора агглютинирующих О-коли-сывороток (Армавирская биофабрика, Россия).

У выделенных чистых культур микроорганизмов определяли вирулентность путем постановки биологической пробы на белых мышах аутбредного стока CD-1, которые содержатся в виварии кафедры ветеринарной медицины университета РОСБИОТЕХ. Мышей nonSPF содержали в клетках для группового содержания по 6 особей с постоянным доступом к свежей воде и корму согласно требованиям GLP. Для этого каждой выделенной культурой заражали трех белых мышей весом 14–16 г (внутрибрюшинно) в дозе 1 млрд м. к.

¹ Костенко Т.С., Родионова В.Б., Скородумов Д.И. Практикум по ветеринарной микробиологии и иммунологии. М.: Колос. 2001; 340.

ISBN 5-10-003507-2

² Хоулт Дж., Криг Н., Снит П. Определитель бактерий Берджи. М.: Мир. 1997; 1–2: 800.

Культуры считали патогенными при гибели одной или более мышей в течение 2 суток после заражения. За лабораторными животными наблюдали 5 суток, затем забивали и подвергали бактериологическому исследованию.

Исследования на лабораторных животных выполняли согласно требованиям и законодательным документам Национального стандарта Российской Федерации³ в соответствии с Международными биоэтическими нормами⁵ и принципами OECD GLP⁵. При этом процедуры, используемые в данном исследовании, спланированы (насколько возможно) таким образом, чтобы избежать либо минимизировать для животных дискомфорт, дистресс или боль.

Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам проводили с помощью дискдиффузионного метода¹. В качестве тест-препаратов (Bioanalyse AST, Türkiye) использовали 11 антибиотиков: бензилпенициллин, метициллин, амоксициллин, цефазолин, цефтриаксон, цефкином, цефепим, гентамицин, линкомицин, энрофлоксацин, марбофлоксацин.

При оценке результатов чувствительными штаммами считали при задержке их роста более 18 мм, малочувствительными — 11–18 мм, нечувствительными — менее 10 мм.

Полученные результаты исследований подвергали математической обработке, группировали по частоте встречаемости, обобщали, анализировали и представляли в виде таблиц и рисунков с помощью программы Excel (Microsoft Corporation, США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

У коров, больных эндометритом, клиническую манифестацию заболевания отмечали на 6–8-е сутки после родов. При этом регистрировали выделение из матки желто-коричневых или серовато-белых лохий. В некоторых случаях вагинально-маточная слизь содержала хлопьевидные участки разрушенных корнукулов и разлагающиеся фрагменты последа. На 10–14-е сутки в 30,5% случаев слизистый характер, а в 69,5% случаев — слизисто-гнойный. Следует отметить, что при обильных слизисто-гнойных истечениях слизистая оболочка влагалища была гиперемирована, отечная, болезненная, с повышением местной температуры. У 3 (15,0%) коров отмечали угнетение, отказ от корма, повышение общей температуры тела до 40 °C.

Видовой спектр изолированных из вагинально-маточного содержимого микроорганизмов при остром гнойно-катаральном послеродовом эндометрите у коров представлен в таблице 1.

Из представленных данных видно, что от 20 коров, больных острым гнойно-катаральным эндометритом, изолированы 58 штаммов условно-патогенных микроорганизмов 13 видов, отнесенных к 6 родам. Следует отметить, что чаще всего выделяли культуры *St. aureus* и *E. coli* — по 8 (13,9%) штаммов, *Str. pyogenes*, *Str. agalactiae* и *P. aeruginosa* — по 6 (10,3%) штаммов, *Str. uberis* и *Str. faecalis* — по 5 (8,6%) штаммов от общего количества изолятов.

Необходимо акцентировать внимание на том, что чаще всего развитие острого гнойно-катарального эндометрита у коров обуславливали грамположительные бактерии (рис. 1).

Таблица 1. Видовой спектр изолированных из вагинально-маточного содержимого микроорганизмов при остром гнойно-катаральном послеродовом эндометрите у коров

Table 1. Species spectrum of microorganisms isolated from the vaginal-uterine contents in acute purulent-catarrhal postpartum endometritis in cows

Вид микроорганизма	Количество изолятов	
	Абсолютное число	%
<i>St. aureus</i>	8	13,9
<i>St. epidermidis</i>	2	3,4
<i>St. saprophyticus</i>	3	5,2
<i>St. intermedius</i>	3	5,2
<i>Str. uberis</i>	5	8,6
<i>Str. faecalis</i>	5	8,6
<i>Str. pyogenes</i>	6	10,3
<i>Str. agalactiae</i>	6	10,3
<i>Str. dysgalactiae</i>	1	1,7
<i>B. subtilis</i>	1	1,7
<i>E. coli</i>	8	13,9
<i>P. aeruginosa</i>	6	10,3
<i>P. vulgaris</i>	4	6,9
Всего	58	100,0

Рис. 1. Статистический анализ изолированных штаммов микроорганизмов

Fig. 1. Statistical analysis of isolated strains of microorganisms

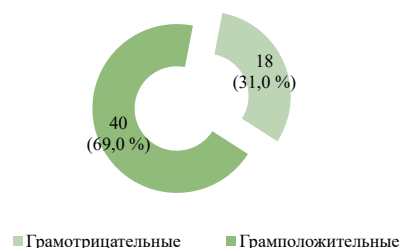
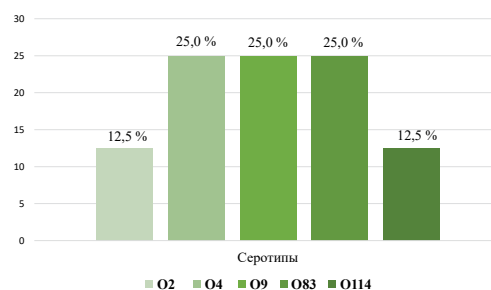


Рис. 2. Результаты серологической типизации изолированных из вагинально-маточного содержимого культур *E. coli*

Fig. 2. Results of serological typing of *E. coli* cultures isolated from vaginal-uterine contents



Так, при проведении статистического анализа изолированной микрофлоры установлено, что чаще регистрировали грамположительные бактерии в 40 (69,0%) случаях, а грамотрицательные — лишь в 18 (31,0%) случаях.

Результаты серологической типизации изолированных из вагинально-маточного содержимого культур *E. coli* нашли свой отпечаток на рисунке 2.

Установлено, что при остром гнойно-катаральном послеродовом эндометрите у коров серологический пул выделенных кишечных палочек представлен пятью серотипами. При этом чаще изолировали серотипы O4, O9 и O83 — по 2 (25,0%) случая соответственно. Кроме этого, необходимо отметить, что у всех изолированных культур *E. coli* гемолизин-продуцирующей активности не обнаружено.

³ Принципы надлежащей лабораторной практики. ГОСТ 53434-2009.

⁴ Положения IV Европейской конвенции «О защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей». ETS 123. 1986.

⁵ OECD Principles on Good Laboratory Practice. ENV/MC/CHEM (98)17.

Значительная устойчивость в окружающей среде условно-патогенной микрофлоры позволяет ей быстро приспособиться к различным неблагоприятным факторам и повысить свои патогенные свойства [10, 20]. Результаты определения патогенности у изолированных штаммов микроорганизмов приведены в таблице 2.

Приведенные данные говорят о том, что из 58 изолированных штаммов микроорганизмов 22 (37,9%) культуры вызывали гибель белых мышей при внутрибрюшинном введении. При этом патогенными свойствами чаще обладали грамположительные кокки, а именно представители родов *Streptococcus spp.* (11 — 50,0%) и *Staphylococcus spp.* (6 — 27,3%) изолятов соответственно.

Из-за большого количества паразитирующих форм в окружающей среде возрастает возможность сочетания нескольких патогенов в одном макроорганизме [3].

Структура микробных ассоциаций при остром гнойно-катаральном эндометрите у коров приведена на рисунке 3.

Показано, что развитие острого гнойно-катарального послеродового эндометрита у коров обусловлено как монокультурой, так и ассоциациями условно-патогенных микроорганизмов, в состав которых входили от 2 до 5 патогенов. Следует отметить, что в качестве монокультуры регистрировали в трех случаях *St. aureus*, а в одном — *Str. uberis*.

Чаще всего при эндометрите изолировали ассоциации, в состав которых входили 3 сочлена — в 14 (50,0%) случаях, реже 4 — в 7 (25,0%) случаях. Установлено, что от одной коровы из вагинально-маточного экссудата была выделена ассоциация из 5 сочленов: *St. aureus* + *St. epidermidis* + *Str. faecalis* + *E. coli* O4 + *B. subtilis*. В 2 (7,1%) случаях выделяли ассоциации, состоящие из 2 сочленов: *Str. agalactiae* + *E. coli* O2 и *P. aeruginosa* + *P. vulgaris* (единственная ассоциация, состоящая из грамотрицательных микроорганизмов).

Чувствительность выделенной микрофлоры ($n = 58$) из вагинально-маточного содержимого к антибактериальным препаратам представлена в таблице 3.

Таблица 3. Чувствительность выделенной микрофлоры ($n = 58$) из вагинально-маточного содержимого к антибактериальным препаратам

Table 3. Sensitivity of isolated microflora ($n = 58$) from vaginal-uterine contents to antibacterial drugs

Антибактериальные препараты	Антибиотикочувствительность изолированной микрофлоры					
	чувствительные		малочувствительные		нечувствительные	
	абсолютное число	% от общего количества штаммов	абсолютное число	% от общего количества штаммов	абсолютное число	% от общего количества штаммов
Бензилпенициллин	32	55,2	14	24,1	12	20,7
Метициллин	44	75,9	8	13,8	6	10,3
Амоксициллин	38	65,5	12	20,7	8	13,8
Цефазолин	45	77,6	10	17,2	3	5,2
Цефтриаксон	49	84,5	9	15,5	—	—
Цефкином	58	100,0	—	—	—	—
Цефепим	58	100,0	—	—	—	—
Гентамицин	28	48,3	4	6,9	26	44,8
Линкомицин	32	55,2	16	27,6	10	17,2
Энрофлоксацин	51	87,9	4	6,9	3	5,2
Марбофлоксацин	58	100,0	—	—	—	—

Примечание: чувствительные — задержка роста более 18 мм, малочувствительные — 11–18 мм, нечувствительные — 10 мм; — отрицательный результат.

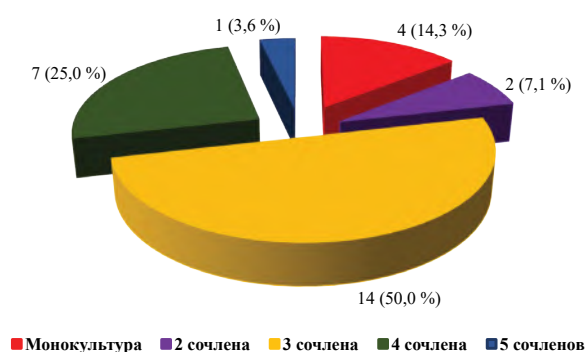
Таблица 2. Результаты определения патогенности у изолированных штаммов микроорганизмов

Table 2. Results of determining pathogenicity of isolated strains of microorganisms

Род микроорганизма	Исследовано культур	Изолированные штаммы			
		патогенные		непатогенные	
		абсолютное число	%	абсолютное число	%
<i>Staphylococcus spp.</i>	16	6	27,3	10	27,8
<i>Streptococcus spp.</i>	23	11	50,0	12	33,3
<i>Bacillus spp.</i>	1	—	—	1	2,8
<i>Escherichia spp.</i>	8	—	—	8	22,2
<i>Pseudomonas spp.</i>	6	2	9,1	4	11,1
<i>Proteus spp.</i>	4	3	13,6	1	2,8
Всего	58	22	100,0	36	100,0

Рис. 3. Структура микробных ассоциаций при остром гнойно-катаральном эндометрите у коров

Fig. 3. Structure of microbial associations in acute purulent-catarrhal endometritis in cows



Приведенные данные указывают на то, что все 58 (100,0%) изолированные микроорганизмы были чувствительны лишь к трем антибактериальным препаратам: цефкиному, цефепиму и марбофлоксацину. Достаточно неплохую чувствительность выделенные штаммы бактерий показали к энрофлоксацину — 51 (87,9%) изолят, к цефтриаксону — 49 (84,5%) изолятов, к цефазолину — 45 (77,6%) бактерий от общего числа патогенов. Следует отметить, что наибольшую устойчивость изолированная микрофлора проявляла к гентамицину — 26 (44,8%) изолятов.

Животные выступают как хозяева множества микроорганизмов, составляющих паразитоценоз, включающий в разнообразных вариациях широкий спектр микробных агентов, поэтому оценка паразитоценоза должна базироваться в первую очередь на знании его отдельных компонентов.

При наличии у одного и того же хозяина целого ряда патогенов их суммарное отрицательное действие может складываться из множества разнообразных факторов (действие на макроорганизм, действие их друг на друга). Всё это нужно принимать во внимание при борьбе с любой патологией у животного, вызываемого ассоциацией возбудителей.

Выводы/Conclusion

Проведен анализ микробного пейзажа вагинально-маточного содержимого, отобранного при остром гнойно-катаральном послеродовом эндометрите у коров.

Установлено, что от 20 коров, больных острым гнойно-катаральным эндометритом, изолированы 58 штаммов условно-патогенных микроорганизмов 13 видов, отнесенных к 6 родам. В эксперименте чаще всего выделяли культуры *St. aureus*, *E. coli* (серотипов O4, O9 и O83), *Str. pyogenes*, *Str. agalactiae*, *P. aeruginosa*, *Str. uberis* и *Str. faecalis*. При этом чаще развитие острого гнойно-катарального эндометрита у коров обуславливали грамположительные бактерии.

Из 58 изолированных штаммов микроорганизмов 22 (37,9%) культуры вызывали гибель белых мышей при их внутрибрюшинном введении. Также патогенными свойствами чаще обладали грамположительные кокки, а именно представители родов *Streptococcus spp.* (11 — 50,0%) и *Staphylococcus spp.* (6 — 27,3%) изолятов соответственно.

Установлено, что чаще эндометриты вызывают ассоциации условно-патогенных микроорганизмов, в состав которых входили 3 сочлена — в 14 (50,0%) случаях, реже 4 — в 7 (25,0%) случаях.

Изолированные микроорганизмы были чувствительны лишь к трем антибактериальным препаратам: цефкиному, цефепиму, марбофлоксацину.

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. Zhang H. *et al.* Mortality-Culling Rates of Dairy Calves and Replacement Heifers and Its Risk Factors in Holstein Cattle. *Animals*. 2019; 9(10): 730. <https://doi.org/10.3390/ani9100730>
2. 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>
3. Bercovich Z. Maintenance of *Brucella Abortus*-free herds: A review with emphasis on the epidemiology and the problems in diagnosing brucellosis in areas of low prevalence. *Veterinary Quarterly*. 1998; 20(3): 81–88. <https://doi.org/10.1080/01652176.1998.9694845>
4. Enríquez D., Hötzel M.J., Ungerfeld R. Minimising the stress of weaning of beef calves: a review. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2011; 53: 28. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-53-28>
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. 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>
7. Ali M.Z., Carlile G., Giasuddin M. Impact of global climate change on livestock health: Bangladesh perspective. *Open Veterinary Journal*. 2020; 10(2): 178–188. <https://doi.org/10.4314/ovj.v10i2.7>
8. Stafford K.J., Gregory N.G. Implications of intensification of pastoral animal production on animal welfare. *New Zealand Veterinary Journal*. 2008; 56(6): 274–280. <https://doi.org/10.1080/00480169.2008.36847>
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. LeBlanc S.J. Reproductive tract inflammatory disease in *postpartum* dairy cows. *Animal*. 2014; 8(S1): 54–63. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000524>
12. Gazzonis A.L., Zanzani S.A., Aloisio G., Migliorati E., Villa L., Manfredi M.T. Gastrointestinal parasitic infections in intensive dairy cattle breeding: Update on the epidemiology and associated risk factors in northern Italy. *Parasitology International*. 2022; 91: 102641. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2022.102641>
13. Moret-Stalder S. *et al.* Prevalence study of *Staphylococcus aureus* in quarter milk samples of dairy cows in the Canton of Bern, Switzerland. *Preventive Veterinary Medicine*. 2009; 88(1): 72–76. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2008.06.020>
14. 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. Zhang H. *et al.* Mortality-Culling Rates of Dairy Calves and Replacement Heifers and Its Risk Factors in Holstein Cattle. *Animals*. 2019; 9(10): 730. <https://doi.org/10.3390/ani9100730>
2. 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>
3. Bercovich Z. Maintenance of *Brucella Abortus*-free herds: A review with emphasis on the epidemiology and the problems in diagnosing brucellosis in areas of low prevalence. *Veterinary Quarterly*. 1998; 20(3): 81–88. <https://doi.org/10.1080/01652176.1998.9694845>
4. Enríquez D., Hötzel M.J., Ungerfeld R. Minimising the stress of weaning of beef calves: a review. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2011; 53: 28. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-53-28>
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. 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>
7. Ali M.Z., Carlile G., Giasuddin M. Impact of global climate change on livestock health: Bangladesh perspective. *Open Veterinary Journal*. 2020; 10(2): 178–188. <https://doi.org/10.4314/ovj.v10i2.7>
8. Stafford K.J., Gregory N.G. Implications of intensification of pastoral animal production on animal welfare. *New Zealand Veterinary Journal*. 2008; 56(6): 274–280. <https://doi.org/10.1080/00480169.2008.36847>
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. LeBlanc S.J. Reproductive tract inflammatory disease in *postpartum* dairy cows. *Animal*. 2014; 8(S1): 54–63. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000524>
12. Gazzonis A.L., Zanzani S.A., Aloisio G., Migliorati E., Villa L., Manfredi M.T. Gastrointestinal parasitic infections in intensive dairy cattle breeding: Update on the epidemiology and associated risk factors in northern Italy. *Parasitology International*. 2022; 91: 102641. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2022.102641>
13. Moret-Stalder S. *et al.* Prevalence study of *Staphylococcus aureus* in quarter milk samples of dairy cows in the Canton of Bern, Switzerland. *Preventive Veterinary Medicine*. 2009; 88(1): 72–76. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2008.06.020>
14. 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.

15. Barański W., Baryczka A., Zduńczyk S., Tobolski D., Janowski T. Prevalence of subclinical endometritis in dairy cows that recovered after treatment of clinical endometritis with cephalixin and PGF_{2α}. *Theriogenology*. 2022; 192: 166–171. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.08.031>
16. 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>
17. Ghallab R.S., El-Karim D.R.S.G., Fayed A.-H., Rashad A.M.A. Efficiency of conventional and nanoparticle oxytetracycline in treatment of clinical endometritis in postpartum dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*. 2023; 55(2): 118. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03536-0>
18. 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>
19. Pascottini O.B., Aurich C., England G., Grahofer A. General and comparative aspects of endometritis in domestic species: A review. *Reproduction in Domestic Animals*. 2023; 58(S2): 49–71. <https://doi.org/10.1111/rda.14390>
20. Калашников В.А. Определение чувствительности к антибиотикам микрофлоры, выделенной из половых путей больных эндометритом коров. *Ветеринарная медицина. Межведомственный тематический научный сборник*. Харьков. 2004; 83: 107–110.

ОБ АВТОРАХ

Владимир Иванович Луцай¹

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

Наталья Юрьевна Солошенко¹

директор лаборатории «Виварий» кафедры ветеринарной медицины
soloshenko-n@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0005-4230-8307>

Антон Максимович Неведов¹

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

Владимир Дмитриевич Сибирцев¹

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

Андрей Анатольевич Руденко¹

доктор ветеринарных наук, профессор кафедры ветеринарной медицины
rudenkoaa@mgupp.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6434-3497>

Павел Анатольевич Руденко^{1,2}

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

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

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

15. Barański W., Baryczka A., Zduńczyk S., Tobolski D., Janowski T. Prevalence of subclinical endometritis in dairy cows that recovered after treatment of clinical endometritis with cephalixin and PGF_{2α}. *Theriogenology*. 2022; 192: 166–171. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.08.031>

16. 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>

17. Ghallab R.S., El-Karim D.R.S.G., Fayed A.-H., Rashad A.M.A. Efficiency of conventional and nanoparticle oxytetracycline in treatment of clinical endometritis in postpartum dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*. 2023; 55(2): 118. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03536-0>

18. 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>

19. Pascottini O.B., Aurich C., England G., Grahofer A. General and comparative aspects of endometritis in domestic species: A review. *Reproduction in Domestic Animals*. 2023; 58(S2): 49–71. <https://doi.org/10.1111/rda.14390>

20. 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).

ABOUT THE AUTHORS

Vladimir Ivanovich Lutsay¹

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

Natalya Yurievna Soloshenko¹

Director of the laboratory "Vivarium" of the Department of Veterinary Medicine
soloshenko-n@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0005-4230-8307>

Anton Maksimovich Nefedov¹

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

Vladimir Dmitrievich Sibirtsev¹

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

Andrey Anatolievich Rudenko¹

Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Veterinary Medicine
rudenkoaa@mgupp.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6434-3497>

Pavel Anatolievich Rudenko^{1,2}

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

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

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

И.В. Миронова^{1, 2} ✉
Р.М. Хабибуллин¹
И.М. Хабибуллин¹

¹Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

²Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

✉ mironova_irina-v@mail.ru

Поступила в редакцию:
02.09.2023

Одобрена после рецензирования:
12.02.2024

Принята к публикации:
28.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-72-79

Irina V. Mironova^{1, 2} ✉
Ruzel M. Khabibullin¹
Ilmir M. Khabibullin¹

¹Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

²Ufa State Petroleum Technological University, Russia

✉ mironova_irina-v@mail.ru

Received by the editorial office:
02.09.2023

Accepted in revised:
12.02.2024

Accepted for publication:
28.02.2024

Морфологические изменения в печени бычков после применения адаптогенов

РЕЗЮМЕ

В работе представлены результаты исследования влияния адаптогенов растительной и животной природы на продуктивные качества бычков казахской белоголовой породы и морфологические изменения в их печени. Для исследования были отобраны 40 6-месячных бычков мясной породы, которых разделили на 4 группы: I (контрольная) группа бычков потребляла только основной рацион, II — адаптоген левзею сафлоровидную, III — трутневый гомогенат, IV — пантокрин из расчета 0,01 мл на 1 кг массы тела животного. В 18 месяцев был произведен контрольный убой трех животных из каждой группы. В ходе эксперимента было установлено, что масса парной туши у бычков опытных групп повысилась на 11,1–21,7 кг (4,25–8,31%, $p \leq 0,05$), убойная масса — на 11,7–23,0 кг (4,24–8,34%, $p \leq 0,05–0,01$), убойный выход — на 0,9–1,9%. Анализ морфологического состава туши указывает на увеличение удельного веса съедобной ее части туши: по массе мышечной ткани — на 4,0–7,7 кг (4,66–8,97%, $p \leq 0,05–0,01$), жировой — на 0,7–1,4 кг (4,67–9,33%, $p \leq 0,05$). Отмечаются высокая степень зрелости и высокая питательная ценность мяса бычков опытных групп. Гистологические исследования печени бычков указывают на то, что при применении настойки из трутней структура печени соответствует норме, в то время как у животных контрольной группы были обнаружены некоторые признаки дистрофических изменений без сильно выраженных инфильтраций и признаки застойных явлений.

Ключевые слова: адаптогены, левзея сафлоровидная, трутневый гомогенат, пантокрин, бычки, морфология, печень, гепатоциты

Для цитирования: Миронова И.В., Хабибуллин Р.М., Хабибуллин И.М. Морфологические изменения в печени бычков после применения адаптогенов. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 72–79. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-72-79>

© Миронова И.В., Хабибуллин Р.М., Хабибуллин И.М.

Morphological changes in the liver of bulls after the use of adaptogens

ABSTRACT

The paper presents the results of a study of the influence of adaptogens of plant and animal nature on the productive qualities of Kazakh white-headed bulls and morphological changes in their liver. 40 6-month-old beef bulls were selected for the study, which were divided into 4 groups: I (control) group of bulls consumed only the basic diet, II — adaptogen leucea safflower, III — drone homogenate, IV — pantocrine at the rate of 0.01 ml per 1 kg of animal body weight. At 18 months, a control slaughter of 3 animals from each group was carried out. During the experiment, it was found that the mass of the paired carcass in the bulls of the experimental groups increased by 11.1–21.7 kg (4.25–8.31%, $p \leq 0.05$), the slaughter weight by 11.7–23.0 kg (4.24–8.34%, $p \leq 0.05–0.01$), the slaughter yield by 0.9–1.9%. The analysis of the morphological composition of the carcass indicates an increase in the specific weight of its edible part of the carcass: by weight of muscle tissue by 4.0–7.7 kg (4.66–8.97%, $p \leq 0.05–0.01$), fat — by 0.7–1.4 kg (4.67–9.33%, $p \leq 0.05$). There is a high degree of maturity and high nutritional value of the meat of bulls of the experimental groups. Histological studies of the liver of bull calves indicate that when using tincture from drones, the liver structure corresponds to the norm, while in the control group animals some signs of dystrophic changes without pronounced infiltrations and signs of stagnation were found.

Key words: adaptogens, safflower leucea, drone homogenate, pantocrine, gobies, morphology, liver, hepatocytes

For citation: Mironova I.V., Khabibullin R.M., Khabibullin I.M. Morphological changes in the liver of bulls after the use of adaptogens. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 72–79 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-72-79>

© Mironova I.V., Khabibullin R.M., Khabibullin I.M.

Введение/Introduction

В Российской Федерации работа по развитию мясного животноводства продолжается, поскольку направлена на продовольственное обеспечение страны и среди различных направлений сельского хозяйства находится в приоритете [1–4]. Особое внимание обращено на качественную составляющую продукта, которая достигается за счет скота мясных пород [5–8].

Современный взгляд на состояние отрасли животноводства указывает на то, что для реализации имеющегося потенциала мясного скотоводства следует преодолеть ряд сдерживающих факторов [9–11]. Так, в условиях промышленного содержания животных следует создавать и поддерживать прочную кормовую базу, производить балансирование рационов, прибегая к более доступным способам, позволяющим снижать экономические затраты на единицу продукции [12–14]. Кроме того, значительное количество исследователей решают вопросы адаптации сельскохозяйственных животных и птицы [15–17]. Их труды направлены на процесс производства продукции во взаимосвязи с адаптационными способностями биологического объекта к воздействию внешних негативных раздражителей. В связи с этим необходимо уделять внимание иммунной системе, осуществляющей регулирование обменных процессов в организме животных [18–20]. Для этого привлекают внимание препараты с адаптационными свойствами растительной природы (левзея сафлоровидная) и животной (пантокрин и трутневый расплод (гомогенат) [20–22].

К растениям с адаптогенными свойствами относят левзею сафлоровидную, в составе которой обнаруживаются витамины А, С, инулин, щавелекислый кальций, соли фосфорной кислоты, дубильные вещества, эфирное масло, фитоэктизоны, алкалоиды, тритерпеновые и антоциановые гликозиды, флавоноиды [23].

Ко второй группе адаптогенов относятся препараты животного происхождения. Наиболее распространенным и активным представителем этой группы является пантокрин. Исследование их состава свидетельствует, что они включают липиды, пептиды, аминокислоты, нуклеиновые кислоты и минералы [24].

К этой же группе адаптогенных препаратов следует отнести такой продукт пчеловодства, как трутневый расплод (гомогенат), изучение которого активно ведется в нашей стране. Химический состав, определяющий биологическую активность трутневого гомогената:

белок, amino- и нуклеиновые кислоты, многочисленная группа ферментов, фосфолипиды, жирные кислоты, стероидные гормоны, углеводы, флавоноиды, значительное разнообразие микро- и макроэлементов, водорастворимые витамины и ряд других биологически активных компонентов [25].

В большинстве случаев исследования проводятся с целью изучения отдельных физиологических процессов без учета влияния их на процессы морфогенеза. Для разработки мероприятий, предупреждающих стрессовые ситуации, необходимы комплексные знания о физиологических процессах, происходящих в организме при влиянии адаптогенов различного происхождения [26–28].

Следовательно, определение степени влияния адаптогенов на морфологию внутренних органов (в частности, печени) подопытных животных в настоящее время весьма актуально.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Место проведения научного опыта КФХ «Жуково» (Бугурусланский р-н, Оренбургская обл., Россия). Условия содержания всех животных были одинаковыми. Объекты исследования: 40 бычков мясной породы в возрасте 6 месяцев (до достижения 18-месячного возраста). Период проведения эксперимента — с сентября 2019 г. по февраль 2021-го. Схема опыта представлена в таблице 1.

Тестируемые препараты задавали в течение двух недель с перерывами в две недели. Балансирование состава рационов осуществлялось в программе, предназначенной для расчета его питательности, планирования заготовок и расхода кормов для различных периодов их содержания¹.

Рост бычков фиксировали по данным индивидуальных взвешиваний в утренние часы до кормления и поения. Линейный рост изучали на основании взятия основных промеров².

Контрольный убой бычков для определения их мясной продуктивности осуществлялся в полуторагодовом возрасте трех животных из каждой группы по методике ВАСХНИЛ, ВИЖ, ВНИИМП³.

Химический состав средней пробы мякоти туши и длиннейшего мускула спины оценивали по рекомендации ВНИИМС⁴.

Особое внимание уделили гистологическим исследованиям (Olympus, Япония), которые проводили общепринятыми в гистологии методами с последующей окраской парафиновых срезов гематоксилин-эозином и по методу Ван-Гизона⁵. Гистологические исследования проведены в лаборатории Башкирского ГАУ (г. Уфа, Россия).

Обслуживание животных и экспериментальные исследования выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов⁶ и Guide for the Care and Use of Laboratory Animals⁷.

При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Таблица 1. Схема опыта

Table 1. Experimental scheme

Группа (n = 10 в каждой группе)	Препарат	Способ применения и дозы
Контрольная	Вода питьевая	
Опытная II	Настойка левзеи сафлоровидной (Камелия, Россия)	Исследуемые компоненты вводили в виде готовых спиртовых настоек, норму введения которых определяли из расчета 0,01 мл на 1 кг массы тела животного. Рассчитанный объем растворяли в 200 мл воды и задавали животным с питьем в утренние часы.
Опытная III	Настойка трутневого гомогената (ФХ «МеллоМед», Россия)	
Опытная IV	Настойка пантокрин («Эвалар», Россия)	

¹ Благоев, Д. А. Миронова, И. В., Торжков, Н. И., Нигматьянов, А. А., Гизатова, Н. В. (2020). Программный комплекс по расчету баланса азота для крупного рогатого скота / Д. А. Благоев, // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020613030, 06.03.2020. Заявка от 18.02.2020 № 2020611684.

² Любимов А.И. и др. Практикум по разведению сельскохозяйственных животных. Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. 2012.

³ Методика изучения откормочных и мясных качеств крупного рогатого скота / ВАСХНИЛ, ВИЖ, ВНИИМП. Москва. 1977; 15.

⁴ Методические рекомендации по оценке мясной продуктивности и качества мяса убойного скота. Оренбург: ВНИИМС. 1984; 58.

⁵ Рева Г.В., Рева И.В., Недобылская Ю.П. Гистология, цитология, эмбриология: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по специальностям «лечебное дело», «медицинская биофизика», «медицинская биохимия». Владивосток: Издательство ДВФУ. 2015.

⁶ Приказ Минздрава СССР от 12.08.1977 № 755 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных».

⁷ National Academy Press, Washington, D.C. 1996.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Исследованиями установлено, что адаптогены оказали положительное влияние на рост и развитие бычков казахской белоголовой породы, их убойные качества и химический состав мякоти.

В 18-месячном возрасте живая масса бычков, потребляющих адаптоген из левзеи сафлоровидной, была выше, чем у сверстников контрольной группы, на 18,6 кг (3,72%), пантокрин — на 21,0 кг (4,21%), трутневый гомогенат — на 28,5 кг (5,71%, $p \leq 0,05$).

Среди бычков, потребляющих адаптогены, лучшее развитие демонстрировал молодняк, в рацион которых включали трутневый гомогенат. Их лидерство над аналогами, получающими с питьем настойку растительного адаптогена, составляло по: высоте в холке — на 1,23 см (1,01%, $p \leq 0,001$), высоте в крестце — на 1,09 см (0,89%, $p \leq 0,01$), глубине груди — на 0,44 см (0,65%), ширине груди за лопатками — на 0,84 см (1,86%), обхвату груди за лопатками — на 2,54 см (1,44%, $p \leq 0,001$), косой длине туловища — на 2,06 см (1,52%, $p \leq 0,01$), ширине в тазобедренных сочленениях — на 0,66 см (1,45%, $p \leq 0,05$), ширине в маклоках — на 0,22 см (0,47%), полуобхвату зада — на 1,29 см (1,12%, $p \leq 0,001$), обхвату пясти — на 0,11 см (0,49%).

Аналогичная тенденция прослеживается и при сравнении адаптогенов животной природы. Так, на фоне потребления трутневого гомогената линейные промеры повысились по сравнению с введением в питание бычков пантокрина на 0,6 см (0,49%, $p \leq 0,05$), 0,48 см (0,39%), 0,46 см (0,68%), 0,20 см (0,44%), 1,19 см (0,67%), 0,53 см (0,39%), 0,19 см (0,41%), 0,12 см (0,26%), 0,82 см (0,71%), 0,06 см (0,27%) соответственно.

Масса парной туши — важнейший натуральный показатель при оценке говядины на мясоперерабатывающих предприятиях. Наибольшая масса парной туши получена от бычков, потребляющих адаптогены. Они превосходили по этому показателю сверстников из I группы (у которых данный показатель составлял 261,1 кг) на 11,1–21,7 кг (4,25–8,31%, $p \leq 0,05$). Данные расчета выхода туши указывают на то, что максимальные значения были достигнуты в группе бычков III группы, составив 56,6%, что выше по сравнению со сверстниками I группы на 1,8%, II группы — на 0,9%, IV группы — на 0,3%. По убойной массе лидерство бычков опытных групп над контрольными особями сохранилось и составляло 11,7–23,0 кг (4,24–8,34%, $p \leq 0,05–0,01$), что отразилось на увеличении их убойного выхода на 0,9–1,9%.

Можем предположить, что адаптогены снизили стрессочувствительность животных при транспортировке и предубойном содержании, поскольку в стрессовой реакции надпочечники выделяют катехоламины (адреналин и норадреналин), способствующие через бета-рецепторы увеличению частоты пульса и распаду резервов углеводов в скелетных мышцах. По мнению ряда ученых, бета-рецепторы блокируются с помощью адаптогенов [29, 30].

При оценке мясной продуктивности важны не только убойные показатели, но и анализ морфологического состава туши (особенно для потребителя), особенно в части удельного веса съедобной ее части туши. В состав мякоти входят мышечная и жировая ткань.

В данном эксперименте по анализируемым показателям превосходил молодняк опытных групп. Масса мышечной ткани у контрольной группы составляла 85,8 кг, преимущество бычков II, III и IV опытных групп над ними составляло 4,0 кг (4,66%, $p \leq 0,05$), 7,7 кг (8,97%, $p \leq 0,01$) и 6,0 кг (6,99%, $p \leq 0,05$), жировой — 15,0 кг, что

ниже на 0,7 кг (4,67%), 1,4 кг (9,33%, $p \leq 0,05$) и 1,2 кг (8,00%, $p \leq 0,05$) соответственно.

По абсолютной массе несъедобных частей туши межгрупповая разница была менее выраженной, но преимущество за молодняком опытных групп сохранилось. Так, масса костной ткани у бычков контрольной группы составляло 23,1 кг, что ниже, чем у опытных групп, на 0,5–1,1 кг (2,16–4,76%, $p \leq 0,05$), хрящей и сухожилий — 3,9 кг, что ниже на 0,2–0,5 кг (5,13–12,82%, $p \leq 0,05–0,01$).

Данные обвалки показали, что максимальный выход съедобных частей в относительном выражении демонстрировал молодняк III опытной группы.

В ходе анализа образцов мяса-фарша по содержанию влаги, сухого вещества, протеина, жира и золы установлены различия в разрезе групп. В пробах мяса бычков I группы содержание влаги составляло 68,49%, что выше, чем у аналогов II группы, на 0,52%, III группы — на 1,03% ($p \leq 0,05$), IV группы — на 0,87%.

Полученные данные свидетельствуют о более высокой степени зрелости мяса-фарша опытных групп, поскольку содержание влаги в пробе снижалось. По содержанию сухого вещества отмечается иная картина: увеличение в образцах опытных групп по сравнению с контролем. Аналогичная закономерность просматривается по остальным анализируемым показателям. Так, содержание протеина у сверстников I группы составляло 17,64%, что больше, чем в образцах мяса-фарша II группы, на 0,75% ($p \leq 0,05$), III группы — на 1,29% ($p \leq 0,01$), IV группы — на 0,97% ($p \leq 0,01$), жира — 10,91%, что ниже на 0,45%, 1,26% ($p \leq 0,01$) и 1,01% ($p \leq 0,01$), золы — 0,87%, что ниже на 0,02%, 0,05% и 0,03% соответственно. Увеличение показателя жира в туше бычков опытных групп в сравнении с контролем подтверждает высокую степень зрелости их мяса. Кроме того, при содержании жира в мясе в пределах 8–12% оно характеризуется высокой питательной ценностью (по данным Института питания Академии медицинских наук).

Оценивая мясную продуктивность, важно обратить внимание на формирование внутренних органов. Если они развиты достаточно хорошо, то можно прогнозировать повышение мясной продуктивности вследствие более интенсивного течения обменных процессов.

Состояние внутренних органов оценивали (визуально) по внешнему виду, цвету и целостности поверхностей. У бычков всех подопытных групп внутренние органы были пропорциональны по величине, имели специфическую для каждого органа окраску, без повреждений, кровоизлияний, налетов и новообразований.

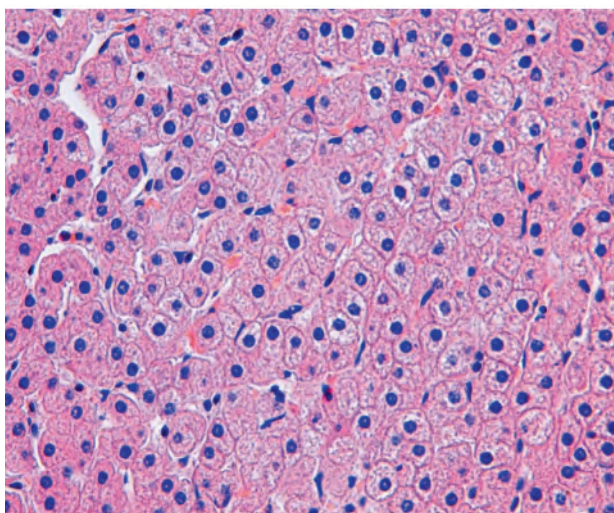
О развитии внутренних органов судят по их массе. Так, у бычков контрольной группы масса печени составляла 5,67 кг, что ниже, чем у сверстников II группы, на 0,2 кг, или 3,53%, III группы — на 0,48 кг (8,47%, $p \leq 0,05$), IV группы — на 0,36 кг (7,635%).

Гистологические исследования показали, что в печени КРС контрольной группы границы долек определялись по расположению порталных трактов и центральных вен. В печени обнаруживались некоторые патоморфологические признаки, не укладывающиеся в норму. Большинство полиморфных печеночных клеток паренхимы характеризовались дистрофическими изменениями цитоплазмы, выраженными в разной степени. Определялись признаки как зернистой дистрофии (отражающей нарастающее набухание митохондрий), так и гидропической дистрофии с просветлением цитоплазмы клеток (вследствие расширения цистерн эндоплазматической сети, набухания митохондрий и цитозоля).

Среди них иногда встречались и гепатоциты с почти полностью просветленной цитоплазмой и темными пикнотичными ядрами. На многих участках терялось трабекулярное правильное строение паренхимы, гепатоциты располагались беспорядочно, что тоже хорошо видно на рисунке 1.

Рис. 1. Структура печени животного контрольной группы. Беспорядочное расположение и полиморфизм дистрофически измененных гепатоцитов. Окраска гематоксилином и эозином. Микрофотография (увел. x400)

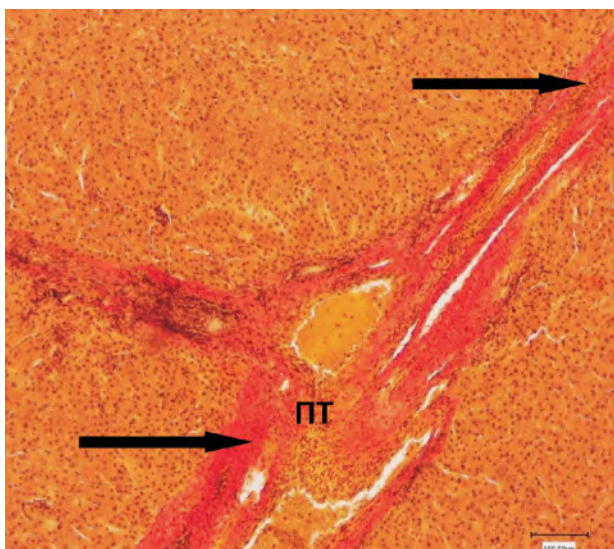
Fig. 1. Structure of the liver of an animal in the control group. Random arrangement and polymorphism of dystrophically altered hepatocytes. Hematoxylin-eosin staining. Microphotography (increase x400)



Просвет синусоидных капилляров просматривался нечетливо.

Рис. 2. Структура печени животного контрольной группы: ПТ — портальный тракт; соединительно-тканые прослойки (↑). Окраска по Ван-Гизону. Микрофотография (увел. x100)

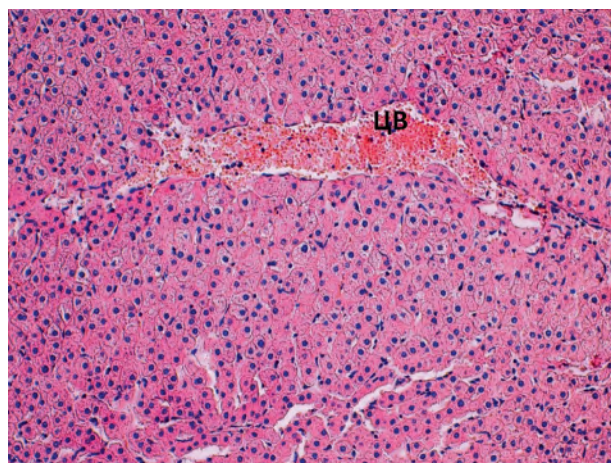
Fig. 2. Structure of the liver of an animal in the control group: PT — portal tract; connective tissue layers (↑). Van Gieson staining. Microphotography (increase x100)



Многие внутридольковые кровеносные сосуды печени животных данной группы были расширены и кровенаполнены. Соединительнотканые прослойки между дольками на некоторых участках были утолщены (рис. 2). Выявлялись признаки как нарушения притока крови в печень, так и оттока крови из органа, так как многие центральные вены были расширены и кровенаполнены (рис. 3).

Рис. 3. Структура печени животного контрольной группы. Сосудистый стаз центральной вены (ЦВ). Окраска гематоксилином и эозином. Микрофотография (увел. x200)

Fig. 3. Structure of the liver of an animal in the control group. Vascular stasis of the central vein (CV). Hematoxylin-eosin staining. Microphotography (increase x200)

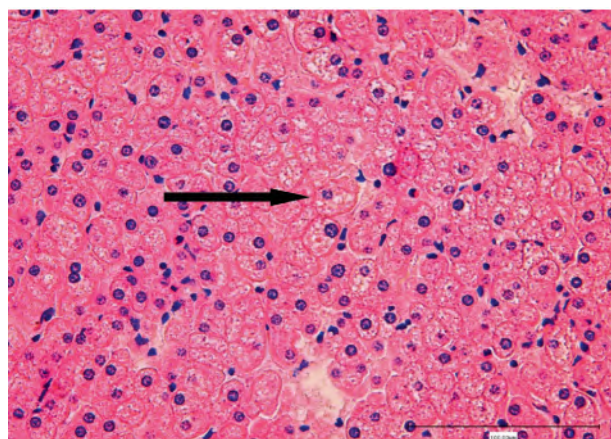


Около расширенных кровеносных сосудов местами выявлялись небольшие скопления клеточных элементов — воспалительные инфильтраты.

В печени бычков после применения настойки левзеи сафлоровидной некоторая часть зон близка к норме. Границы долек определяются по расположению портальных трактов и центральных вен. Но на некоторых участках паренхимы определяются признаки дистрофических изменений цитоплазмы в виде зернистой дистрофии (отражающей нарастающее набухание митохондрий) или гидропической дистрофии с просветлением цитоплазмы клеток. Среди них иногда встречаются гепатоциты с почти полностью просветленной цитоплазмой и темными пикнотичными ядрами, а иногда ядра отсутствуют. На таких участках теряется трабекулярное строение паренхимы, гепатоциты располагаются беспорядочно, что тоже хорошо видно на рисунке 4.

Рис. 4. Структура печени бычков после применения настойки левзеи сафлоровидной. Беспорядочное расположение и полиморфизм дистрофически измененных гепатоцитов (↑). Окраска гематоксилином и эозином. Микрофотография (увел. x400)

Fig. 4. The structure of the liver of bull calves after the use of Leuzea safflower tincture. Random arrangement and polymorphism of dystrophically altered hepatocytes (↑). Hematoxylin-eosin staining. Microphotography (increase x400)

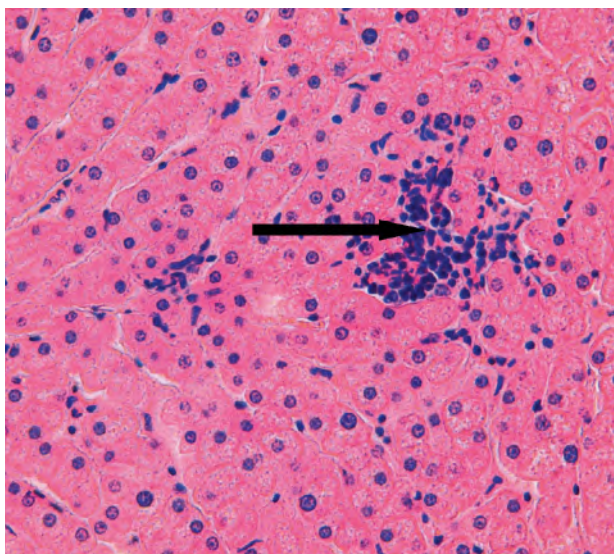


Просвет синусоидных капилляров из-за набухания клеток просматривается не везде отчетливо.

На отдельных участках печени с разрушающимися гепатоцитами встречаются скопления клеток (преимущественно лимфоцитов) в виде воспалительных инфильтратов (рис. 5).

Рис. 5. Структура печени бычков после применения настойки левзеи сафлоровидной. Клеточный воспалительный инфильтрат (↑). Окраска гематоксилином и эозином. Микрофотография (увел. x400)

Fig. 5. The structure of the liver of bull calves after the use of *Leuzea safflower* tincture. Cellular inflammatory infiltrate (↑). Hematoxylin-eosin staining. Microphotography (increase x400)

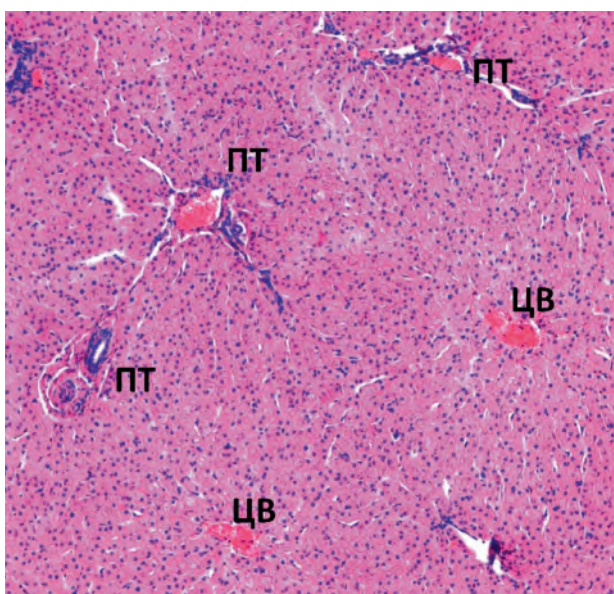


В таких зонах в синусоидных капиллярах наблюдается и увеличение количества активных печеночных макрофагов — клеток Купфера.

В печени бычков после применения настойки пантокрина многие внутريدольковые кровеносные сосуды печени кровенаполнены. Они расширены, но ненамного. Выявляются слабо выраженные признаки нарушения и оттока крови из органа, так как многие центральные вены расширенные и кровенаполнены (это видно на рис. 6).

Рис. 6. Структура печени бычков после применения настойки пантокрина. Сосудистый стаз центральной вены (ЦВ), вены в портальном тракте (ПТ). Окраска гематоксилином и эозином. Микрофотография (увел. x400)

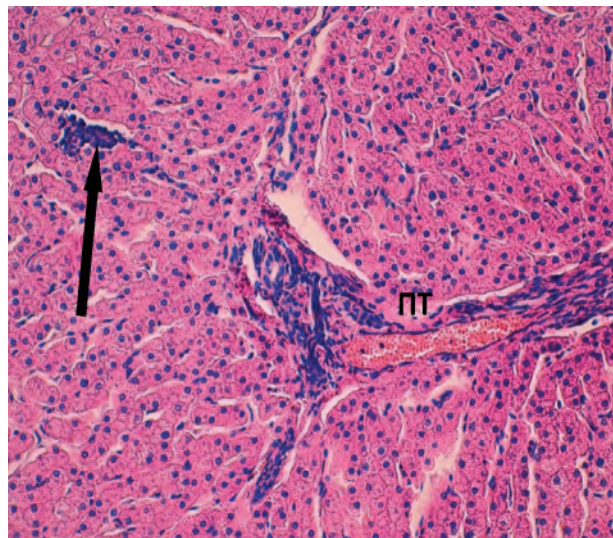
Fig. 6. Structure of the liver of bull calves after using pantocrine tincture. Vascular stasis of the central vein (CV), veins in the portal tract (PT). Hematoxylin-eosin staining. Microphotography (increase x400)



Печеночные клетки паренхимы в таких зонах имеют признаки дистрофических изменений. Местами выявляются небольшие по размерам скопления клеточных элементов — воспалительные инфильтраты (рис. 7).

Рис. 7. Структура печени КРС после применения настойки пантокрина. Сосудистый стаз вены в портальном тракте (ПТ), клеточный инфильтрат (↑). Окраска гематоксилином и эозином. Микрофотография (увел. x200)

Fig. 7. Structure of the cattle liver after using pantocrine tincture. Vascular stasis of the vein in the portal tract (PT), cellular infiltrate (↑). Hematoxylin-eosin staining. Microphotography (increase x200)



На отдельных участках печени животных структура не нарушена (рис. 8).

Рис. 8. Структура печени бычков после применения настойки пантокрина. Портальный тракт (ПТ); печеночные трабекулы (↑). Окраска по Ван-Гизону. Микрофотография (увел. x100)

Fig. 8. Structure of the liver of bull calves after using pantocrine tincture. Portal tract (PT); hepatic trabeculae (↑). Van Gieson staining. Microphotography (increase x100)

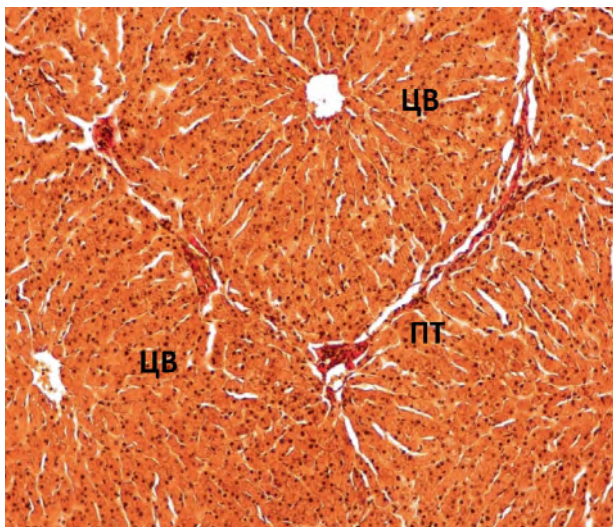


Вокруг портальных трактов хорошо просматриваются четкие балочные структуры (трабекулы), состоящие из цепочек гепатоцитов с интенсивно окрашенной цитоплазмой. Свидетельство того, что паренхима печени имеет нормальное строение.

При изучении гистологических препаратов печени опытной группы бычков, получавших настойку из трутней, каких-либо патоморфологических изменений в паренхиме печени животных не выявлено. На препаратах хорошо выражены дольки печени, которые определяются по расположению центральных вен и портальных долек (рис. 9).

Рис. 9. Структура печени животного, получавшего настойку из трутней: ЦВ — центральные вены; ПТ — порталные тракты. Окраска по Ван-Гизону. Микрофотография (увел. x100)

Fig. 9. The structure of the liver of an animal that received a tincture of drones: CV — central veins; PT — portal tracts. Van Gieson staining. Microphotography (increase x100)

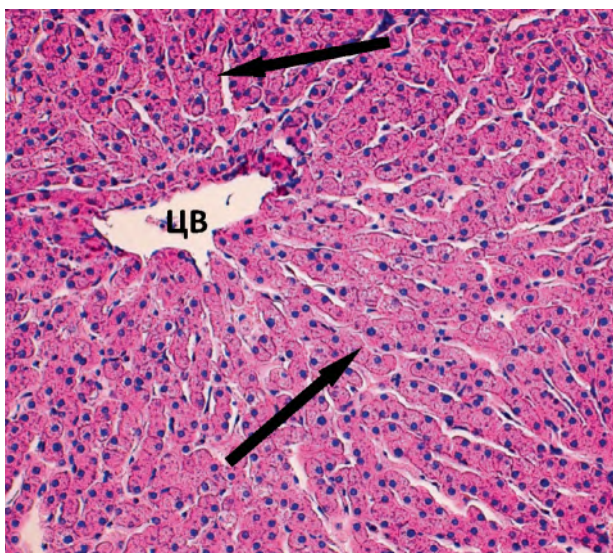


Паренхима состоит из расходящихся от центральных вен к порталным трактам печеночных пластинок-трабекул, характерных для нормальной печени.

Печеночные пластинки представлены цепочками гепатоцитов с окрашивающейся в ровный розовый цвет цитоплазмой без признаков дистрофических изменений в виде набухания или вакуолизации цитозоля клеток (рис. 10).

Рис. 10. Структура печени животного, получавшего настойку из трутней: ЦВ — центральная вена; ↑ — печеночные пластинки. Окраска гематоксилином и эозином. Микрофотография (увел. x200)

Fig. 10. The structure of the liver of an animal that received a tincture of drones: CV — central vein; ↑ — liver plates. Hematoxylin-eosin staining. Microphotography (increase x200)

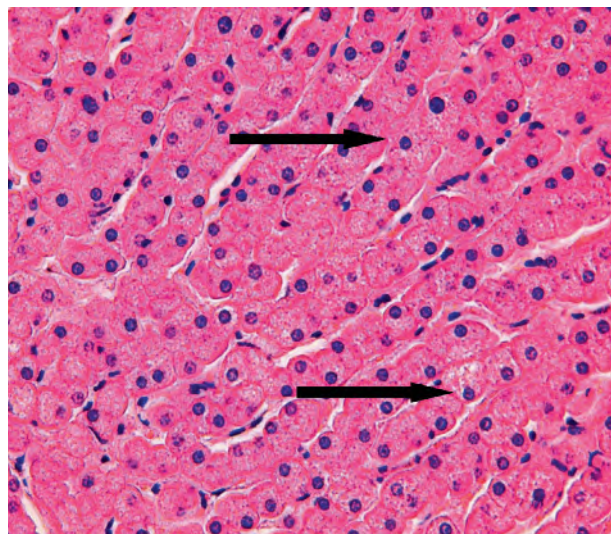


Гепатоциты содержат большие округлые ядра, иногда с 1–2 округлыми темными ядрышками.

Среди одноядерных гепатоцитов встречаются и двуядерные клетки. Между печеночными пластинками хорошо просматриваются внутридольковые синусоидные капилляры, несущие кровь от периферии дольки к центральной вене (рис. 11).

Рис. 11. Структура печени животного, получавшего настойку из трутней: ↑ — печеночные пластинки. Окраска гематоксилином и эозином. Микрофотография (увел. x400)

Fig. 11. The structure of the liver of an animal that received a tincture of drones: ↑ — liver plates. Hematoxylin-eosin staining. Microphotography (increase x400)

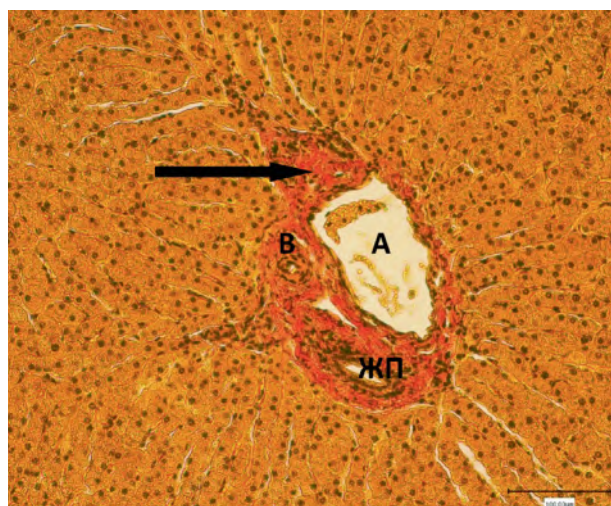


В просвете синусоидов хорошо видны выстилающие их вытянутые синусоидные эндотелиоциты с темными вытянутыми ядрами, а также единичные отростчатые печеночные макрофаги с ядрами неправильной формы — звездчатые ретикулоэндотелиоциты.

На периферии печеночных долек выявляются порталные тракты, содержащие внутридольковые сосуды и междольковые желчные протоки (рис. 12).

Рис. 12. Структура печени животного, получавшего настойку из трутней: В — ветвь воротной вены; А — ветвь печеночной артерии; ЖП — междольковый желчный проток; ↑ — междольковая соединительная ткань. Окраска по Ван-Гизону. Микрофотография (увел. x100)

Fig. 12. The structure of the liver of an animal that received a tincture of drones: B — branch of the portal vein; A — branch of the hepatic artery; GB — interlobular bile duct; ↑ — interlobular connective tissue. Van Gieson staining. Microphotography (increase x100)



Они содержат небольшое количество тонких прослоек соединительной ткани, которые тянутся между порталными трактами и которые хорошо выявляются на гистологических препаратах, окрашенных по Ван-Гизону. Признаков застоя крови или желчи в синусоидных капиллярах, желчных протоках и кровеносных сосудах печени не обнаруживается.

Выводы/Conclusions

Обобщая данные контрольного убоя, морфологического состава туши, химического состава мяса-фарша, развития внутренних органов, следует отметить, что молодняк III опытной группы, потребляющий в составе рациона трутневый гомогенат, достиг наилучших показателей.

Гистологические исследования показали, что у животных контрольной группы были обнаружены в основном признаки дистрофических изменений печени без сильно выраженных инфильтраций и признаки застойных явлений. Выявленные признаки могут

свидетельствовать о гепатозах у бычков. После применения настойки левзеи сафлоровидной и пантокрин обнаружены признаки дистрофических изменений гепатоцитов и умеренно выраженные признаки застойных явлений, в то время как у животных после применения настойки из трутней структура печени большей частью соответствует норме.

Таким образом, комплексные исследования продуктивных качеств, гистологические исследования печени свидетельствуют об эффективности использования тестируемых компонентов и получения безопасного сырья для производства мясных изделий.

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

- Чинаров А.В. Резервы производства мяса: породное районирование мясного скотоводства в России. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2020; (12): 23–26. <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2020-0-12-23-26>
- Ильченко И. Мясное скотоводство нуждается в интенсивном развитии и здоровой конкуренции. *Эффективное животноводство*. 2021; (5): 91–99. <https://elibrary.ru/dpugck>
- Осянин Д.Н., Петрунина И.В. Современное состояние и тенденции развития российского мясного скотоводства. *Мясная индустрия*. 2021; (4): 32–35. <https://doi.org/10.37861/2618-8252-2021-04-32-35>
- Косилов В.И., Рахимжанова И.А., Салихов А.А., Ребезов М.Б., Миронова И.В., Перевойко Ж.А. Влияние уровня кормления и генотипа на возрастную динамику живой массы чистопородных и помесных телок. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2022; (1): 208–212. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-93-1-208-212>
- Жаймышева С.С., Нуржанов Б.С., Толочка В.В., Ребезов М.Б., Салихов А.А., Кубатбеков Т.С. Влияние генотипа бычков на возрастную динамику живой массы и интенсивность роста. *Мичуринский агрономический вестник*. 2020; (3): 20–26. <https://elibrary.ru/ejjafr>
- Никонова Е.А. и др. Эффективность использования скрещивания при производстве говядины. *Мичуринский агрономический вестник*. 2021; (4): 44–58. <https://elibrary.ru/jkqqmv>
- Кубатбеков Т.С. и др. Влияние скрещивания черно-пестрого скота с голштинами на убойные качества помесного молодняка. *Мичуринский агрономический вестник*. 2021; (1): 54–59. <https://elibrary.ru/ymcgjl>
- Губер Н.Б., Ребезов М.Б. Оценка влияния биологически активных веществ на физико-химические свойства говядины. *Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства*. 2014; 2(7): 47–50. <https://elibrary.ru/tbjrfj>
- Горелик А.С., Горелик О.В., Ребезов М.Б. Взаимосвязь весового роста ремонтных телок-дочерей голштинских быков-производителей по периодам роста. *Аграрная наука и производство: реализация инновационных технологий агропромышленного комплекса. Сборник статей, подготовленный в рамках Всероссийской научно-практической конференции*. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет. 2022; 60–66. <https://elibrary.ru/chjbtp>
- Третьяк Л.Н., Ребезов М.Б., Явкина Д.И. Анализ потребительских предпочтений органической мясной продукции. *Всё о мясе*. 2023; (1): 20–24. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-1-20-24>
- Третьяк Л.Н., Ребезов М.Б., Гебель В.Л., Мифтахутдинов А.В. Анализ потребительских предпочтений и оценка свойств органической пищевой продукции. *АПК России*. 2022; 29(2): 262–270. <https://doi.org/10.55934/10.55934/2587-8824-2022-29-2-262-270>
- Насамбаев Е.Г., Ахметалиева А.Б., Нугманова А.Е., Досжанова А.О. Рост и развитие молодняка мясных пород в зависимости от породной принадлежности и сезона рождения. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020; (2): 206–212. <https://elibrary.ru/luqvtr>
- Квочкин А.Н., Квочкина В.И. О резервах развития мясного скотоводства. *Наука и Образование*. 2021; 4(1): 169. <https://elibrary.ru/gbxeyp>
- Ахмудлинов Е.А., Титов М.Г., Кизаев М.А., Коваленко В.П., Бабишева И.А. Сравнительная оценка продуктивных качеств бычков различных пород в условиях откормочной площадки. *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова*. 2020; (2): 53–61. <https://doi.org/10.34655/bgsha.2020.59.2.007>

REFERENCES

- Chinarov A.V. Reserves of meat production: breed zoning of beef cattle breeding in Russia. *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2020; (12): 23–26 (in Russian). <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2020-0-12-23-26>
- Ilchenko I. Beef cattle breeding needs intensive development and healthy competition. *Effektivnoye zhivotnovodstvo*. 2021; (5): 91–99 (in Russian). <https://elibrary.ru/dpugck>
- Osyenin D.N., Petrunina I.V. Current state and development trends of Russian beef cattle breeding. *Meat industry journal*. 2021; (4): 32–35 (in Russian). <https://doi.org/10.37861/2618-8252-2021-04-32-35>
- Kosilov V.I., Rakhimzhanova I.A., Salikhov A.A., Rebezov M.B., Mironova I.V., Perevoiko Zh.A. Influence of feeding level and genotype on age dynamics of live weight of purebred and crossbred heifers. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022; (1): 208–212 (in Russian). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-93-1-208-212>
- Zhaimysheva S.S., Nurzhanov B.S., Tolochka V.V., Rebezov M.B., Salikhov A.A., Kubatbekov T.S. Influence of the genotype of bulls on the age dynamics of live weight and growth intensity. *Michurinsk agronomy bulletin*. 2020; (3): 20–26 (in Russian). <https://elibrary.ru/ejjafr>
- Nikonova E.A. et al. Efficiency of using crossbreeding in beef production. *Michurinsk agronomy bulletin*. 2021; (4): 44–58 (in Russian). <https://elibrary.ru/jkqqmv>
- Kubatbekov T.S. et al. Influence of crossing Black-and-white cattle with Holstein on the slaughter qualities of crossbred young stock. *Michurinsk agronomy bulletin*. 2021; (1): 54–59 (in Russian). <https://elibrary.ru/ymcgjl>
- Guber N.B., Rebezov M.B. Estimation of effect of biologically active substances on the quality of beef. *Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*. 2014; 2(7): 47–50 (in Russian). <https://elibrary.ru/tbjrfj>
- Gorelik A.S., Gorelik O.V., Rebezov M.B. Correlation of weight growth of repair heifers-daughters of Holstein bulls-producers by growth periods. *Agricultural science and production: implementation of innovative technologies in the agro-industrial complex. Collection of articles prepared within the framework of the All-Russian scientific and practical conference*. Yekaterinburg: Ural State Agricultural University. 2022; 60–66 (in Russian). <https://elibrary.ru/chjbtp>
- Tretyak L.N., Rebezov M.B., Yavkina D.I. Analysis of consumer preferences for organic meat products. *Vsyo o myase*. 2023; (1): 20–24 (in Russian). <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-1-20-24>
- Tretyak L.N., Rebezov M.B., Gebel V.L., Miftakhutdinov A.V. Analysis of consumer preferences and evaluation of the properties of organic food products. *Agro-industrial complex of Russia*. 2022; 29(2): 262–270 (in Russian). <https://doi.org/10.55934/10.55934/2587-8824-2022-29-2-262-270>
- Nasambaev E.G., Akhmetaliyeva A.B., Nugmanova A.E., Doszhanova A.O. Growth and development of young meat breeds depending on the breed and season of birth. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2020; (2): 206–212 (in Russian). <https://elibrary.ru/luqvtr>
- Kvочкиn A.N., Kvочкиn V.I. On the reserves for the development of beef cattle breeding. *Nauka i obrazovaniye*. 2021; 4(1): 169 (in Russian). <https://elibrary.ru/gbxeyp>
- Azhmudlinov E.A., Titov M.G., Kizaev M.A., Kovalenko V.P., Babicheva I.A. Comparative evaluation of productive qualities of calf buis of various breeds in the conditions of the feedlot. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V.P. Philippov*. 2020; (2): 53–61 (in Russian). <https://doi.org/10.34655/bgsha.2020.59.2.007>

15. Харлап С.Ю., Лоретт О.Г., Горелик О.В., Ребезов М.Б., Максимюк Н.Н. Изменение лейкоцитарных индексов при оценке воздействия стресс-фактора. *Актуальные проблемы биотехнологии и ветеринарной медицины. Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых*. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского. 2017; 419–429. <https://elibrary.ru/xzgi1>
16. Gorelik O. *et al.* Influence of transport stress on the adaptation potential of chicken. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020; 10(2): 260–263. <https://elibrary.ru/leezaj>
17. Gorelik O. *et al.* Dynamics of hematological indicators of chickens under stress-inducing influence. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020; 10(2): 264–267. <https://elibrary.ru/xvhtey>
18. Nikolaeva O., Andreeva A., Altynbekov O., Mishukovskaya G., Ismagilova E. Probiotic drugs impact on the innate immunity factors. *Journal of Global Pharma Technology*. 2020; 12(1): 38–45. <https://elibrary.ru/exrwaw>
19. Khan A. *et al.* Anti-anxiety Properties of Selected Medicinal Plants. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 2022; 23(8): 1041–1060. <http://doi.org/10.2174/1389201022666210122125131>
20. Кайзер А.А. Содержание биологически активных веществ в пантах и рогах самцов северных оленей. *Сельскохозяйственная биология*. 2006; 41(6): 53–57. <https://elibrary.ru/hvkvvp>
21. Dementyev E.P. *et al.* The application of physical and biological stimulants in livestock breeding. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018; 13(S10): 8325–8330. <https://elibrary.ru/vldicd>
22. Khabibullin R.M., Mironova I.V., Derkho M.A., Strizhikov V.K., Strizhikova S.V., Kouassi J. Morphofunctional changes in the kidneys of mice with the use of adaptogens against the background of physical exertion. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 613: 012052. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012052>
23. Кароматов И.Дж., Абдувохидов А.Т. Левзея сафроловидная, большоголовник, маралий корень — растение адаптоген. *Биология и интегративная медицина*. 2017; (2): 180–186. <https://elibrary.ru/yjmbqr>
24. Рогожин В.В., Рогожина Т.В., Курилюк Т.Т. Иммунизационные препараты пантокрин на растворимых и нерастворимых носителях. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2010; (11): 41–42. <https://elibrary.ru/nconxj>
25. Ефанова Н.В., Осина Л.М., Баталова С.В. Влияние трупного гомогената на элементный и метаболический статус собак. *Инновации и продовольственная безопасность*. 2019; (2): 58–63. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2019-24-2-58-63>
26. Khabibullin R.M., Mironova I.V., Derkho M.A., Strizhikov V.K., Strizhikova S.V., Denisenko A.S. Morphogenesis of the internal organs of mice with the use of adaptogens and physical activity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 613: 012053. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012053>
27. Khalil A.A. *et al.* Hypocholesterolemic effect of microwave assisted defatted flaxseed extract in experimental rats. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2020; 10(3): 493–499. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2020.10.3.493-499>
28. Mironova I.V., Khabibullin R.M., Derkho M.A., Kontsevaya S.Yu., Strizhikova S.V., Ovchinnikova E.K. Morphological changes in the muscle tissue of mice with the use of adaptogens. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 613: 012083. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012083>
29. Warriss P.D., Lister D. Improvement of meat quality in pigs by beta-adrenergic blockade. *Meat Science*. 1982; 7(3): 183–187. [http://doi.org/10.1016/0309-1740\(82\)90084-5](http://doi.org/10.1016/0309-1740(82)90084-5)
30. Рыбалко В.П., Баньковская И.Б., Гетья А.А. Управление качеством мяса в условиях интенсивного выращивания свиней. *Промышленное и племенное свиноводство*. 2005; (4): 26–28.
15. Kharlap S.Yu., Loret O.G., Gorelik O.V., Rebezov M.B., Maksimuk N.N. The change in leukocyte indexes in assessing the impact of the stress factor. *Current problems of biotechnology and veterinary medicine. Proceedings of the International scientific and practical conference of young scientists*. Molodezhny: Irkutsk State University of Agriculture. 2017; 419–429 (in Russian). <https://elibrary.ru/xzgi1>
16. Gorelik O. *et al.* Influence of transport stress on the adaptation potential of chicken. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020; 10(2): 260–263. <https://elibrary.ru/leezaj>
17. Gorelik O. *et al.* Dynamics of hematological indicators of chickens under stress-inducing influence. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020; 10(2): 264–267. <https://elibrary.ru/xvhtey>
18. Nikolaeva O., Andreeva A., Altynbekov O., Mishukovskaya G., Ismagilova E. Probiotic drugs impact on the innate immunity factors. *Journal of Global Pharma Technology*. 2020; 12(1): 38–45. <https://elibrary.ru/exrwaw>
19. Khan A. *et al.* Anti-anxiety Properties of Selected Medicinal Plants. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 2022; 23(8): 1041–1060. <http://doi.org/10.2174/1389201022666210122125131>
20. Kaizer A.A. Content of biologically active substances in pants and antlers of different age reindeers. *Agricultural Biology*. 2006; 41(6): 53–57 (in Russian). <https://elibrary.ru/hvkvvp>
21. Dementyev E.P. *et al.* The application of physical and biological stimulants in livestock breeding. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018; 13(S10): 8325–8330. <https://elibrary.ru/vldicd>
22. Khabibullin R.M., Mironova I.V., Derkho M.A., Strizhikov V.K., Strizhikova S.V., Kouassi J. Morphofunctional changes in the kidneys of mice with the use of adaptogens against the background of physical exertion. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 613: 012052. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012052>
23. Karomatov I.Dzh., Abduvokhidov A.T. Levzey safrolovidnaya, bolshheglovnik, the maraly root — the plant the adaptogen. *Biologiya i integrativnaya meditsina*. 2017; (2): 180–186 (in Russian). <https://elibrary.ru/yjmbqr>
24. Rogozhin V.V., Rogozhina T.V., Kurilyuk T.T. Immobilization of pantocrinum on soluble and insoluble carriers. *Storage and Processing of Farm Products*. 2010; (11): 41–42 (in Russian). <https://elibrary.ru/nconxj>
25. Efanova N.V., Osina L.M., Batalova S.V. Influence of molding homogenates on element and metabolic status of dogs. *Innovations and Food Safety*. 2019; (2): 58–63 (in Russian). <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2019-24-2-58-63>
26. Khabibullin R.M., Mironova I.V., Derkho M.A., Strizhikov V.K., Strizhikova S.V., Denisenko A.S. Morphogenesis of the internal organs of mice with the use of adaptogens and physical activity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 613: 012053. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012053>
27. Khalil A.A. *et al.* Hypocholesterolemic effect of microwave assisted defatted flaxseed extract in experimental rats. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2020; 10(3): 493–499. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2020.10.3.493-499>
28. Mironova I.V., Khabibullin R.M., Derkho M.A., Kontsevaya S.Yu., Strizhikova S.V., Ovchinnikova E.K. Morphological changes in the muscle tissue of mice with the use of adaptogens. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 613: 012083. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012083>
29. Warriss P.D., Lister D. Improvement of meat quality in pigs by beta-adrenergic blockade. *Meat Science*. 1982; 7(3): 183–187. [http://doi.org/10.1016/0309-1740\(82\)90084-5](http://doi.org/10.1016/0309-1740(82)90084-5)
30. Rybalko V.P. Bankovskaya I.B., Getya A.A. Meat quality management in conditions of intensive pig rearing. *Industrial & Pure-bred pig-breeding*. 2005; (4): 26–28 (in Russian).

ОБ АВТОРАХ

Ирина Валерьевна Миронова^{1, 2}
доктор биологических наук, профессор
mironova_irina-v@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5948-9563>

Рузель Муллахметович Хабибуллин¹
кандидат биологических наук, доцент
ruzel-msmk@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3437-9381>

Ильмир Муллахметович Хабибуллин¹
кандидат биологических наук, доцент
ilmir.khabibullin.91@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2117-6825>

¹Башкирский государственный аграрный университет, ул. 50-летия Октября, 34, Уфа, 450001, Россия

²Уфимский государственный нефтяной технический университет, ул. Космонавтов, 1, Уфа, 450064, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Irina Valeryevna Mironova^{1, 2}
Doctor of Biological Sciences, Professor
mironova_irina-v@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5948-9563>

Ruzel Mullahmetovich Khabibullin¹
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
ruzel-msmk@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3437-9381>

Ilmir Mullahmetovich Khabibullin¹
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
ilmir.khabibullin.91@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2117-6825>

¹Bashkir State Agrarian University, 34 50 letiya Oktybrya, Ufa, 450001, Russia

²Ufa State Petroleum Technological University
1 Kosmonavtov Str., Ufa, 450064, Russia

Arthur N. Ilyashenko

Bioproton Europe Oy, Kaarina, Finland

✉ arthur.ilyashenko@bioproton.com

Received by the editorial office:
13.10.2023

Одобрена после рецензирования:
12.02.2024

Принята к публикации:
28.02.2024

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-80-84

А.Н. Ильяшенко

Bioproton Europe OY, Каарина, Финляндия

✉ arthur.ilyashenko@bioproton.com

Поступила в редакцию:
13.10.2023

Accepted in revised:
12.02.2024

Accepted for publication:
28.02.2024

The effect of *Bacillus* in the composition of the probiotic Natupro® against bacterial pathogenic strains *in vitro*

ABSTRACT

Relevance. The use of probiotics for health benefits is becoming popular because of the quest for safer products with protective and therapeutic effects against diseases and infectious agents. The emergence and spread of antimicrobial resistance among pathogens had prompted restrictions over the non-therapeutic use of antibiotics for prophylaxis and growth promotion, especially in animal husbandry. While single-strain probiotics are beneficial to health, multi-strain probiotics might be more helpful because of synergy and additive effects among the individual isolates.

Methods. In this study, the effectiveness of the multi-strain probiotic Natupro on pathogenic bacterial strains (*Escherichia coli* 320, *Salmonella typhimurium* 415, *Staphylococcus aureus* 12600, *Streptococcus uberis* 700407, *Klebsiella pneumoniae* 13883, *Listeria monocitogenes* 766/20) *in vitro* was studied.

Results. According to the results of the work carried out, it was found that the bacterial strains in Natupro® exhibit lytic activity against pathogenic strains of *Salmonella typhimurium* 415 and *Klebsiella pneumoniae* 13883 and have a bacteriostatic effect on *Escherichia coli* strain 320 and *Salmonella typhimurium* 415.

Key words: bacillus, probiotic, *Salmonella*, antimicrobial property, antimicrobial effect

For citation: Ilyashenko A.N. The effect of *Bacillus* in the composition of the probiotic Natupro® against bacterial pathogenic strains *in vitro*. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 80–84.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-80-84>

© Ilyashenko A.N.

Эффективность применения бактерий рода *Bacillus* в составе пробиотика Natupro® против штаммов патогенных бактерий *in vitro*

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Использование пробиотиков с пользой для здоровья становится популярным в связи с поиском более безопасных продуктов, обладающих защитным и терапевтическим действием против болезней и инфекционных агентов. Появление и распространение устойчивости к противомикробным препаратам среди патогенных микроорганизмов привели к введению ограничений на нетерапевтическое применение антибиотиков для профилактики и стимулирования роста, особенно в животноводстве. В то время как пробиотики с одним штаммом полезны для здоровья, пробиотики с несколькими штаммами могут быть более полезными из-за синергизма и аддитивных эффектов отдельных изолятов.

Методы. В данном исследовании была изучена эффективность мультиштаммового пробиотика Natupro в отношении патогенных штаммов бактерий (*Escherichia coli* 320, *Salmonella typhimurium* 415, *Staphylococcus aureus* 12600, *Streptococcus uberis* 700407, *Klebsiella pneumoniae* 13883, *Listeria monocitogenes* 766/20) *in vitro*.

Результаты. По результатам работы было установлено, что штаммы бактерий в составе Natupro® проявляют литическую активность в отношении патогенных штаммов *Salmonella typhimurium* 415 и *Klebsiella pneumoniae* 13883 и оказывают бактериостатическое действие на штамм *Escherichia coli* 320 и *Salmonella typhimurium* 415.

Ключевые слова: bacillus, пробиотик, *Salmonella*, противомикробное действие, антимикробный эффект

Для цитирования: Ильяшенко А.Н. Эффективность применения бактерий рода *Bacillus* в составе пробиотика Natupro® против штаммов патогенных бактерий *in vitro*. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 80–84 (in English).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-80-84>

© Ильяшенко А.Н.

Introduction/Введение

Intensive use of antibiotics has led to an increase in the resistance of pathogenic bacteria to their effects and the accumulation of these drugs in livestock products. The solution to this global problem requires the search for alternative tools to combat pathogens of bacterial infections, which include some strains of bacteria of the genus *Bacillus* [1]. The advantages of spore probiotics are their resistance to the acidic environment of the stomach and remain stable for a long time [2].

A very vital functional property attributed to the *Bacillus* strains is the ability to produce different types of antimicrobial compounds having a broad spectrum of activity against bacteria and fungi [3–6].

Earlier *in vitro* studies have shown high antibacterial activity of 7 different strains of *B. subtilis*, extracted from the soil, against 15 pathogenic strains of *E. coli* [7]. Another study revealed a significant bactericidal effect from the use of *Bacillus subtilis* CP9 from desert camel against *E. coli* (ETEC), *Salmonella typhimurium* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) *in vitro* [8].

In addition to *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens* can be successfully used as probiotic strains to suppress the growth of pathogenic *E. coli* [9]. Other studies have revealed the ability of some strains of *B. licheniformis* to inhibit the growth of pathogenic strains of *Prevotella intermedia* and *Streptococcus mutans* [10].

Thus, preparations based on bacteria of the *Bacillus* spp. can be studied for the fight against pathogens of bacterial infections. Such a promising feed additive is Natupro® based on the bacteria *B. subtilis*, *B. licheniformis* and *B. amyloliquefaciens*.

In this study, we evaluated the antagonistic activity of the strains of which it consists against pathogenic bacteria *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Klebsiella pneumoniae* and *Listeria monocitogenes*, which are pathogens of infectious diseases in farm animals.

Materials and methods /

Материалы и методы исследования

Probiotic bacterial cultures

The object of the study is Natupro® — feed additive for the normalization of gastrointestinal tract microflora and increasing the natural resistance of the body of farm animals and poultry. This probiotic is developed by Bioproton Europe OY¹ company (Kaarina, Finland) and contains four of *Bacillus* strains: *B. subtilis* BP-0-13-1 — 1.5×10^8 CFU/g, *B. licheniformis* BP-0-12-1 — 1.5×10^8 CFU/g, *B. amyloliquefaciens* BP-0-11-1 — 1.5×10^8 CFU/g and *B. amyloliquefaciens* BP-0-14-1 — 1.5×10^8 CFU/g.

Pathogenic organisms

Pathogens of farm animals and birds were used to study the antibacterial effect of the additive. Cultures of *Escherichia coli* strain 320, *Salmonella typhimurium* strain 415, *Staphylococcus aureus* strain 12600, *Streptococcus uberis* strain 700407, *Klebsiella pneumoniae* strain 13883, *Listeria monocitogenes* strain 766/20 were obtained from the All-Russian State Collection of strains of microorganisms used in veterinary medicine and animal husbandry (VGNKI², Russia).

Determination of total *Bacillus* strain in probiotic Natupro®

The goal of this stage of the study was to determine the total number of microorganisms included in the feed additive.

Studies were conducted in accordance with the following GOST 31928³.

For this purpose, 1 g of the feed additive taken from the average sample was placed in a sterile test tube (the feed additive was taken for a single sample), 9 ml of physiological solution was added and thoroughly mixed (initial dilution 1×10^{-1}). The following dilutions were prepared from the resulting suspension (10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8}). Seeding was done after sedimentation of suspended particles from the upper layer of the liquid.

For quantitative accounting of bacterial content *B. amyloliquefaciens* strain BP-0-11-1, *B. amyloliquefaciens* strain BP-0-14-1, *B. licheniformis* strain BP-0-12-1, *B. subtilis* strain BP-0-13-1 in 1 ml of probiotic Natupro® of the following dilutions were added to sterile bacteriological dishes 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} . Then 15–20 ml of sterile, melted and cooled to 44–45 °C meat-peptone agar was poured. By carefully shaking the dishes, the seeded material was evenly distributed in the agar. After the medium solidified, the cups were placed (upside down) in a thermostat at 37 °C.

After 24–48-hour thermostatic conditioning, the grown colonies were counted only in the dishes counting were multiplied by the dilutions, summed up, and the number of microorganisms in 1 g of the Natupro® was determined.

Selection of optimal nutrient medium

The studies were conducted according to the following MUK 4.2.2316⁴.

In determining the optimal medium, the following parameters were investigated: differentiation properties, sensitivity of the nutrient medium and inhibitory characteristics.

The indicator of growth-supporting characteristics was determined by the minimum incubation time, during which distinct growth of microbial cultures on nutrient medium was observed, visible to the naked eye.

At the same, we determined the optimal seeding dose of each type of test cultures and microorganisms included in the feed additive on selected for work selective nutrient medium. For this purpose, samples of Natupro® were weighed by 1 gram and packed into sterile tubes and then a series of serial dilutions in 0.9% sodium chloride solution was carried out. Simultaneously, we prepared suspensions of daily agar test cultures according to the turbidity standard (L.A. Tarasevich State Research Institute for Standardization and Control of Medical Biological Preparations), which corresponded to 10^9 CFU/ml (the first tube) and made serial dilutions according to a similar scheme. After that, 100 µl of dilutions 10^{-7} , 10^{-8} and 10^{-9} were inoculated on the test medium. The cultures were cultured at 37 °C during 24 hours.

The diagnostic medium was considered suitable if the average number of growing colonies on a Petri dish in a 100-cell culture was at least 50. In addition, the medium must have differentiating characteristics, ensure the growth of morphologically typical colonies and inhibit the growth of microflora not specific for the medium.

¹ <https://www.bioproton.com/>

² <https://www.vgnki.ru/>

³ GOST 31928-2013 Probiotics medicine remedies for veterinary use. Methods for determination of the probiotics microorganisms (in Russian).

⁴ MUK (Methodological instructions) 4.2.2316-2008 Methods of control of bacteriological nutrient media: Methodological guidelines. Moscow: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor. 2008; 67 (in Russian).

Determination of bactericidal characteristics of Natupro®

The studies were performed according to the MUK 4.2.1890⁵. For this purpose, the test samples of Natupro® were weighed by 1 gram each and into sterile test tubes containing 1 ml of 0.9% sodium chloride solution. Then, 10 µl of the obtained feed additive suspension was injected by "injection" on the surface of Meat-Peptide agar in Petri dishes previously seeded with "lawn" bacterial test cultures of *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Klebsiella pneumoniae* and *Listeria monocitogenes*. The cultures were incubated for 18–24 hours at 37 °C, after which the results of the experiment were recorded by the formation of light zones of growth retardation of test cultures.

Determination of lytic activity of strains included in Natupro®

The studies were carried out according to the following scheme: isolated cultures of *B. amyloliquefaciens*, *B. licheniformis* and *B. subtilis* were isolated from Natupro®. For this purpose, test samples of feed additive were weighed by 1 g each and put into sterile test tubes containing 1 ml of 0.9 sodium chloride solution. Then, 100 µl of the obtained feed additive suspension was added to the MPA surface in Petri dishes and dispersed using the Drigalsky method to obtain individual colonies. Petri dishes were placed in a thermostat and cultured at 37 °C for 24 hours. Individual colonies characteristic of *B. amyloliquefaciens*, *B. licheniformis* and *B. subtilis* strains by their morphological and cultural properties were selected and seeded in test tubes with meat-peptide broth. The cultures were cultured in an incubator at 37 °C for 24 hours. Then, 10 µl of the obtained cultures of *B. amyloliquefaciens*, *B. licheniformis* and *B. subtilis* strains were injected by the "injection" method on the MPA surface into Petri dishes previously seeded with "lawn" bacterial test cultures of *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Klebsiella pneumoniae* and *Listeria monocitogenes*.

Seeds were incubated for 24 hours at 37 °C, after which the results of the experiment were counted by measuring the diameter of the light zones of lysis of test cultures.

Determination of bacteriostatic characteristics of Natupro®

In order to study the bacteriostatic effect, samples of Natupro® were weighed by 1 g and packed into sterile tubes for further introduction of test cultures of *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Listeria monocitogenes* into broth dilutions.

Cultures of test strains were grown on an MPA at 37 °C for 18–20 h, washed with physiological solution, the concentration was increased to 10⁹ microbial cells/ml by the turbidity standard 10 U (L.A. Tarasevich State Research Institute for Standardization and Control of Medical Biological Preparations), and 10-fold serial dilutions from 10⁻¹ to 10⁻⁵ were prepared. Afterwards, from the dilution containing 10,000 microbial cells (10⁻⁵), the test strains were seeded 100 µl into test tubes with meat-peptide broth and 1 g of the test additive was added for the purpose of joint cultivation. Seeds of test strains without the feed additive were used as a control. The cultures were cultured at 37 °C for 18–20 h. Then ten-fold serial dilutions of 10⁻¹ to 10⁻⁹ obtained broth cultures containing and not containing the Natupro® were prepared using sterile physiological solution. Then, 100 µl of each test strain culture was seeded from dilutions 10⁻⁷ and 10⁻⁸ into Petri dishes on appropriate dense

differential-diagnostic nutrient medium. Petri dishes with cultures were cultured at 37 °C for 24 hours. The colonies of the test strains giving characteristic growth on the corresponding differential diagnostic nutrient medium were then counted.

Results and discussion / Результаты и обсуждение

The results of determining the total number of CFU/g of *B. amyloliquefaciens* (BP-0-11-1), *B. amyloliquefaciens* (BP-0-14-1), *B. licheniformis*, *B. subtilis* in the feed additive Natupro® are shown in table 1 and 2 after 24 and 48 hours.

Table 1. Total number of bacteria in Natupro®

Dilution of Natupro®	Total number of bacteria in Natupro®, CFU/g					
	1 repeatability		2 repeatability		Average value	
	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h
10 ⁻⁶	≥ 300	≥ 300	≥ 300	≥ 300	–	–
10 ⁻⁷	68	68	71	71	70	70
10 ⁻⁸	7	7	9	9	8	8

We did not count the grown colonies when the feed additive was diluted 10⁻⁶ because more than 300 colonies grew on Petri dishes with MPA.

Calculation of the total number of microorganisms in the feed additive: $(7 \times 10^7 + 8 \times 10^8)/2 = 8 \times 10^8$ CFU/g.

The total number of live spore-forming bacteria *B. amyloliquefaciens* (BP-0-11-1), *B. amyloliquefaciens* (BP-0-14-1), *B. licheniformis*, *B. subtilis* was 8×10^8 CFU/g (standard in ND not less than 6×10^8 CFU/g).

The following differential diagnostic nutrient media for cultivation of test strains were selected because of the research:

Chromogenic agar (HiCrome agar) for detecting and counting *E. coli*. Abundant growth of *E. coli* strain, round, convex colonies are stained blue, and the growth of cultures included in the feed additive is completely suppressed.

HiCrome improved agar for *Salmonella*. Abundant growth of *Salmonella typhimurium* strain, round, smooth colonies pink-red, while the growth of cultures included in the feed additive is completely suppressed.

Base of HiCrome chromogenic agar for isolation and identification of staphylococci with additive: emulsion of egg yolk with tellurite. Abundant growth of *Staphylococcus aureus* strain, colonies stained brown-black with a transparent zone around them, when seeding strains included in the feed additive inhibited the growth of *Bacillus amyloliquefaciens*.

MacConkey Agar, Modified. Abundant growth of *Klebsiella pneumoniae* strain, round, smooth slimy colonies of crimson color, weak growth of cultures included in the feed additive is observed when the feed additive is seeded on the above medium.

Oxford *Listeria* Oxford Medium Base and Oxford *Listeria* Supplement. Abundant growth of *Listeria monocitogenes* strain, the colonies are small, grayish, surrounded by a black aureole with a transparent area around it. The growth of crops included in the feed additive is observed when the feed additive is seeded on the above medium.

The results of determining the bactericidal characteristics of the feed additive by the method of diffusion on agar show that Natupro® didn't cause visible inhibition of growth of test strain cultures when it was diffused in agar.

The study of the lytic activity of the strains included in Natupro® showed that *B. amyloliquefaciens* strains BP-0-14-1 and BP-0-11-1 and *B. subtilis* strain BP-0-12-1 had lytic activity against cultures of test strains *Salmonella typhimurium* and

Klebsiella pneumoniae, but did not lysis cultures of test strains *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Klebsiella pneumoniae* and *Listeria monocitogenes* (Table 2).

B. licheniformis strain BP-0-12-1 didn't show leading activity to any pathogenic bacteria used in this study.

To study the bacteriostatic properties, Natupro® was added to a nutrient medium, on which test strains of pathogenic bacteria were then cultured in dilutions 10^{-8} and 10^{-9} (Table 3).

Addition of the feed additive to the nutrient medium during cultivation of test cultures caused a tendency to decrease the number of *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium* colonies grown on the nutrient medium, which suggests the presence of Natupro® bacteriostatic characteristics to these bacteria.

The difference in the number of grown cells of *Klebsiella pneumoniae* test strain with and without the addition of feed additive is statistically unreliable and doesn't allow to judge about the bacteriostatic characteristics of Natupro with respect to this microorganism.

Studies of the bacteriostatic properties of the Natupro® against *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis* and *Listeria monocitogenes* were impossible, since the growth of these bacteria and strains of *B. amyloliquefaciens*, *B. licheniformis* and *B. subtilis* was difficult to differentiate on the type of medium used.

Conclusion/Выводы

According to the results of the work carried out, it was found that the bacterial strains in Natupro® exhibit lytic activity against pathogenic strains of *Salmonella typhimurium* 415 and *Klebsiella pneumoniae* 13883 and

Table 2. Lytic activity of *Bacillus* strains isolated from Natupro®

Pathogenic bacteria	Diameter of a lytic zone, mm		
	<i>B. amyloliquefaciens</i> strain BP-0-14-1 and strain BP-0-11-1	<i>B. licheniformis</i> strain BP-0-12-1	<i>B. subtilis</i> strain BP-0-12-1
<i>Escherichia coli</i> strain 320	–	–	–
<i>Salmonella typhimurium</i> strain 415	9.0	–	4.0
<i>Staphylococcus aureus</i> strain 12600	–	–	–
<i>Streptococcus uberis</i> strain 700407	–	–	–
<i>Klebsiella pneumoniae</i> strain 13883	5.0	–	3.0
<i>Listeria monocitogenes</i> strain 766/20	–	–	–

Table 3. Bacteriostatic properties of Natupro®

Pathogenic bacteria	Number of grown cells, CFU			
	Without Natupro®	With Natupro®	Without Natupro®	With Natupro®
Dilutions	10^{-8}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-9}
<i>Escherichia coli</i> 320	235	10	59	6
<i>Salmonella typhimurium</i> 415	170	13	108	10
<i>Staphylococcus aureus</i> 12600	–	–	–	–
<i>Streptococcus uberis</i> 700407	–	–	–	–
<i>Klebsiella pneumoniae</i> 13883	35	4	26	0
<i>Listeria monocitogenes</i> 766/20	–	–	–	–

have a bacteriostatic effect on *Escherichia coli* strain 320 and *Salmonella typhimurium* strain 415.

The results obtained during in vitro experiments can be used for further conducting additional experiments on animals in order to study the preventive and immunological properties of the Natupro® feed additive on laboratory and farm animals.

The author is responsible for the work and the submitted data.

The author is responsible for plagiarism.

The author declared no conflict of interest.

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.

Автор несет ответственность за плагиат.

Автор объявил об отсутствии конфликта интересов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Lawton E.M., Ross R.P., Hill C., Cotter P.D. Two-Peptide Lantibiotics: A Medical Perspective. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*. 2007; 7(12): 1236–1247. <https://doi.org/10.2174/138955707782795638>
- Ильяшенко А.Н. Бациллярные пробиотики в кормлении и содержании гидробионтов. *Животноводство и кормопроизводство*. 2022; 105(4): 165–180. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-4-165>
- Chen H., Wang L., Su C.X., Gong G.H., Wang P., Yu Z.L. Isolation and characterization of lipopeptide antibiotics produced by *Bacillus subtilis*. *Letters in Applied Microbiology*. 2008; 47(3): 180–186. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2008.02412.x>
- Baruzzi F., Quintieri L., Morea M., Caputo L. Antimicrobial compounds produced by *Bacillus* spp. and application in food. Mendes-Vilas A. (eds.). Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances. Badajoz: FORMATEX. 2011; 2: 1102–1111.
- Youcef-Ali M. et al. Antifungal activity and bioactive compounds produced by *Bacillus mojavensis* and *Bacillus subtilis*. *African Journal of Microbiology Research*. 2014; 8(6): 476–484. <https://doi.org/10.5897/AJMR2013.6327>
- Caulier S., Nannan C., Gillis A., Licciardi F., Bragard C., Mahillon J. Overview of the Antimicrobial Compounds Produced by Members of the *Bacillus subtilis* Group. *Frontiers in Microbiology*. 2019; 10: 302. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00302>
- Ishnaiwer M. et al. In vitro and in vivo activity of new strains of *Bacillus subtilis* against ESBL-producing *Escherichia coli*: an experimental study. *Journal of Applied Microbiology*. 2022; 132(3): 2270–2279. <https://doi.org/10.1111/jam.15329>
- Sudan S., Flick R., Nong L., Li J. Potential Probiotic *Bacillus subtilis* Isolated from a Novel Niche Exhibits Broad Range Antibacterial Activity and Causes Virulence and Metabolic Dysregulation in Enterotoxigenic *E. coli*. *Microorganisms*. 2021; 9(7): 1483. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9071483>
- Huarachi S.F., Petroselli G., Erra-Balsells R., Audisio M.C. Antibacterial activity against enterovirulent *Escherichia coli* strains from *Bacillus amyloliquefaciens* B31 and *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* C4: MALDI-TOF MS profiling and MALDI TOF/MS structural analysis on lipopeptides mixtures. *Journal of Mass Spectrometry*. 2022; 57(12): e4896. <https://doi.org/10.1002/jms.4896>
- Šurin Hudáková N., Kačirová J., Sondorová M., Šelíanová S., Mucha R., Maďar M. Inhibitory Effect of *Bacillus licheniformis* Strains Isolated from Canine Oral Cavity. *Life*. 2022; 12(8): 1238. <https://doi.org/10.3390/life12081238>

REFERENCES

- Lawton E.M., Ross R.P., Hill C., Cotter P.D. Two-Peptide Lantibiotics: A Medical Perspective. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*. 2007; 7(12): 1236–1247. <https://doi.org/10.2174/138955707782795638>
- Ilyashenko A.N. *Bacillus* probiotics in the feeding and maintenance of hydrobionts. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022; 105(4): 165–180 (in Russian). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-4-165>
- Chen H., Wang L., Su C.X., Gong G.H., Wang P., Yu Z.L. Isolation and characterization of lipopeptide antibiotics produced by *Bacillus subtilis*. *Letters in Applied Microbiology*. 2008; 47(3): 180–186. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2008.02412.x>
- Baruzzi F., Quintieri L., Morea M., Caputo L. Antimicrobial compounds produced by *Bacillus* spp. and application in food. Mendes-Vilas A. (eds.). Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances. Badajoz: FORMATEX. 2011; 2: 1102–1111.
- Youcef-Ali M. et al. Antifungal activity and bioactive compounds produced by *Bacillus mojavensis* and *Bacillus subtilis*. *African Journal of Microbiology Research*. 2014; 8(6): 476–484. <https://doi.org/10.5897/AJMR2013.6327>
- Caulier S., Nannan C., Gillis A., Licciardi F., Bragard C., Mahillon J. Overview of the Antimicrobial Compounds Produced by Members of the *Bacillus subtilis* Group. *Frontiers in Microbiology*. 2019; 10: 302. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00302>
- Ishnaiwer M. et al. In vitro and in vivo activity of new strains of *Bacillus subtilis* against ESBL-producing *Escherichia coli*: an experimental study. *Journal of Applied Microbiology*. 2022; 132(3): 2270–2279. <https://doi.org/10.1111/jam.15329>
- Sudan S., Flick R., Nong L., Li J. Potential Probiotic *Bacillus subtilis* Isolated from a Novel Niche Exhibits Broad Range Antibacterial Activity and Causes Virulence and Metabolic Dysregulation in Enterotoxigenic *E. coli*. *Microorganisms*. 2021; 9(7): 1483. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9071483>
- Huarachi S.F., Petroselli G., Erra-Balsells R., Audisio M.C. Antibacterial activity against enterovirulent *Escherichia coli* strains from *Bacillus amyloliquefaciens* B31 and *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* C4: MALDI-TOF MS profiling and MALDI TOF/MS structural analysis on lipopeptides mixtures. *Journal of Mass Spectrometry*. 2022; 57(12): e4896. <https://doi.org/10.1002/jms.4896>
- Šurin Hudáková N., Kačirová J., Sondorová M., Šelíanová S., Mucha R., Maďar M. Inhibitory Effect of *Bacillus licheniformis* Strains Isolated from Canine Oral Cavity. *Life*. 2022; 12(8): 1238. <https://doi.org/10.3390/life12081238>

ОБ АВТОРАХ

Артур Николаевич Ильяшенко
кандидат биологических наук
arthur.ilyashenko@bioproton.com
<https://orcid.org/0000-0001-6755-5180>

Bioproton Europe OY,
ул. Рапуланкату, 2, Каарина, 20780 Финляндия

ABOUT THE AUTHORS

Arthur Nikolaevich Ilyashenko
Candidate of Biological Sciences, Production and Office
arthur.ilyashenko@bioproton.com
<https://orcid.org/0000-0001-6755-5180>

Bioproton Europe OY,
2 Rapulankatu, Kaarina, 20780, Finland

25–26 апреля 2024 г. состоится XVIII Международная конференция «Комбикорма-2024»

Мероприятие пройдет в Москве в Международной промышленной академии в гибридном формате — офлайн и онлайн.

Организаторы — Международная промышленная академия, Союз комбикормщиков, Всероссийский НИИ комбикормовой промышленности.

К участию в конференции приглашаются руководители и специалисты комбикормовых предприятий, птицефабрик, свиноводческих и животноводческих комплексов, холдингов и компаний, федеральных и региональных органов управления АПК, ведущих отечественных и зарубежных фирм — производителей оборудования, ветеринарных препаратов и компонентов для производства комбикормов, ученые НИИ и вузов (университетов), представители отраслевых СМИ.

В программе конференции заявлены к обсуждению следующие темы:

- Приоритетные направления и перспективы развития отечественной комбикормовой промышленности. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 года. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2030 гг. Подпрограмма «Развитие производства кормов и кормовых добавок для животных». Новые меры государственной программы поддержки производителей кормов для животноводства, птицеводства, рыбоводства.
- Кормовая база как основа стабильного производства качественных комбикормов и ее обеспечение высокобелковыми и нетрадиционными компонентами, в том числе альтернативными.
- Современные технологии и оборудование для производства высокотехнологичных комбикормов для животных, птицы и объектов аквакультуры.
- Текущая ситуация на рынке кормовых добавок. Производство отечественных кормовых добавок и премиксов. Стратегия импортозамещения.
- Новые подходы в строительстве, модернизации и реконструкции комбикормовых предприятий. Современные требования промышленной безопасности в системе технического регулирования.
- Система биобезопасности в производстве комбикормов.
- Современные методы и приборы контроля качества и безопасности сырья и кормов. Ветеринарный и фитосанитарный контроль.

В рамках конференции пройдут выставка ведущих отечественных и зарубежных фирм — производителей оборудования, кормовых добавок, премиксов и ветпрепаратов, отраслевой научно-производственной и нормативно-технической литературы, деловые встречи и переговоры.

СПРАВКИ И ЗАЯВКИ

**Международная
промышленная академия**
<http://www.grainfood.ru>

ЩербакOVA Ольга Евгеньевна
scherbakova@grainfood.ru
Тел. (факс) 8 (495) 959-71-06

Агеева Ксения Михайловна
a89057777955@yandex.ru
Тел. (факс) 8 (499) 235-48-27

Карцева Ольга Павловна
dekanat@grainfood.ru
Тел. (факс) 8 (499) 235-95-79

Реклама



Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-85-91

Д.Г. Тюрин ✉
Е.П. Горфункель
В.А. Филиппова
Г.Ю. Лаптев
Н.И. Новикова
Е.А. Йылдырым
Л.А. Ильина
А.В. Дубровин
А.С. Дубровина
К.А. Калиткина
В.А. Заикин
Е.С. Пономарева
А.А. Савичева
Н.С. Патюкова

ООО «БИОТРОФ», Санкт-Петербург,
Россия

✉ tiurina@biotrof.ru

Поступила в редакцию:
16.11.2023

Одобрена после рецензирования:
12.02.2024

Принята к публикации:
28.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-85-91

Daria G. Tyurina ✉
Elena P. Gorfunkel
Valentina V. Filippova
Georgy Yu. Laptev
Natalia I. Novikova
Elena A. Yildirim
Larisa A. Ilyina
Andrey V. Dubrovin
Alisa S. Dubrovina
Xenia A. Kalitkina
Vasily V. Zaikin
Ekaterina S. Ponomareva
Alesya A. Savicheva
Natalia S. Patyukova

Biotroph Ltd, Saint-Petersburg, Russia

✉ tiurina@biotrof.ru

Received by the editorial office:
16.11.2023

Accepted in revised:
12.02.2024

Accepted for publication:
28.02.2024

Развитие антибиотикорезистентности микроорганизмов у цыплят-бройлеров под влиянием ветеринарных антибиотиков и пробиотика

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Широкое применение антимикробных препаратов в сельском хозяйстве и заинтересованность потребителей в получении продукции, свободной от антибиотиков, побуждают к разработке альтернативных средств. Цели исследования — изучение антибиотикорезистентности микроорганизмов, развившейся вследствие приема ветеринарных антибиотиков цыплятами-бройлерами, влияние скармливания метапробиотика «Пробиоцид-Ультра» на динамику антибиотикорезистентности.

Методы. Были сформированы три группы цыплят-бройлеров: I — контрольная, получавшая основной рацион, II — опытная, получавшая дополнительно к рациону I группы ветеринарные антибиотики энрофлоксацин и колистин, III — опытная, получавшая дополнительно к рациону II группы метапробиотик «Пробиоцид-Ультра». Оценку экспрессии генов антибиотикоустойчивости проводили с помощью количественной ПЦР с обратной транскрипцией. С помощью высевов на среды была оценена антибиотикоустойчивость классическими методами микробиологии.

Результаты. Была изучена динамика накопления количества детерминант антибиотикоустойчивости микроорганизмов в результате выпойки цыплятам-бройлерам ветеринарных антибиотиков энрофлоксацина и колистина. Под действием энрофлоксацина происходило увеличение антибиотикорезистентности к самому энрофлоксацину, а также к бета-лактамам антибиотикам, тетрациклину и колистину. Под действием колистина увеличивалось количество генов устойчивости к самому колистину, а также энрофлоксацину и бета-лактамам антибиотикам. Добавление в корм птице метапробиотика «Пробиоцид-Ультра» способствовало заметному снижению количества генов антибиотикоустойчивости, а при высевах на среды приводило к исчезновению антибиотикоустойчивых к колистину энтеробактерий.

Ключевые слова: птицеводство, антибиотики, антибиотикорезистентность, гены антибиотикорезистентности, пробиотик

Для цитирования: Тюрин Д.Г. и др. Развитие антибиотикорезистентности микроорганизмов у цыплят-бройлеров под влиянием ветеринарных антибиотиков и пробиотика. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 85–91.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-85-91>

© Тюрин Д.Г., Горфункель Е.П., Филиппова В.А., Лаптев Г.Ю., Новикова Н.И., Йылдырым Е.А., Ильина Л.А., Дубровин А.В., Дубровина А.С., Калиткина К.А., Заикин В.В., Пономарева Е.С., Савичева А.А., Патюкова Н.С.

The development of antimicrobial resistance in broilers affected by veterinary antimicrobials and a probiotic administration

ABSTRACT

Relevance. The broad use of antimicrobials by agriculture and consumers motivation to buy antibiotic-free production form a basis to development of substitutes to antimicrobials. The goal of research was the analysis of antimicrobial resistance caused by veterinary antimicrobials administration to broilers, as well as the effect of metaprobiotic “Probiocid-Ultra” on antimicrobial resistance in dynamic.

Methods. Three groups of broiler chickens were formed: I — control, who received the main diet, II — experimental, who received veterinary antibiotics enrofloxacin and colistin in addition to the diet of group I, III — experimental, who received the metaprobiotic “Probiocide-Ultra” in addition to the diet of group II. Gene expression analysis was performed using quantitative reverse transcription PCR. With inoculation to different media the antimicrobial resistance was examined with classical microbiological methods.

Results. The dynamic of accumulation of antimicrobial resistance determinants caused by enrofloxacin and colistin administration to broilers was examined. Under the influence of enrofloxacin the increase in antimicrobial resistance to enrofloxacin itself, as well as to beta-lactams, tetracycline and colistin was observed. Under the influence of colistin the increase in antimicrobial resistance to colistin itself, as well as to enrofloxacin and beta-lactams was observed. The feed administration with metaprobiotic “Probiocid-Ultra” promoted noticeable decrease of the antimicrobial resistance genes amount, when analyzed with growth medium led to antimicrobial resistant enterobacteria vanished.

Key words: poultry, antibiotics, antimicrobial resistance, antimicrobial resistance genes, probiotic

For citation: Tyurina D.G. *et al.* The development of antimicrobial resistance in broilers affected by veterinary antimicrobials and a probiotic administration. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 85–91 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-85-91>

© Tyurina D.G., Gorfunkel E.P., Filippova V.A., Laptev G.Yu., Novikova N.I., Yildirim E.A., Ilyina L.A., Dubrovin A.V., Dubrovina A.S., Kalitkina K.A., Zaikin V.V., Ponomareva E.S., Savicheva A.A., Patyukova N.S.

Введение/Introduction

Современная интенсивная технология выращивания птицы предполагает широкое применение антимикробных препаратов. В последние годы можно наблюдать общемировую тенденцию по ограничению применения антибактериальных средств в птицеводстве. В частности, в России установлен запрет на использование противомикробных препаратов для ветеринарного применения не в лечебных целях с 2020 года¹.

Потребители демонстрируют интерес к продукции птицеводства, полученной без использования антимикробных веществ вообще или без использования их медицински значимых аналогов [1].

Тем не менее специалисты продолжают применять разнообразные антимикробные препараты. Принято выделять так называемые ветеринарные и кормовые антибиотики. Кормовой антибиотик (или так называемый стимулятор роста) может быть определен как лекарственное средство, которое обладает бактериостатическим либо бактерицидным действием, а также применяется в низких субтерапевтических дозах².

Ветеринарные антибиотики в птицеводстве могут назначаться с целью лечения, контроля за распространением заболевания, профилактики, метафилактики заболеваний [2]. На практике бывает сложно отделить намерения применения антимикробных препаратов, поскольку зоотехнические и ветеринарные подходы могут преследовать общие цели.

В продукции птицеводства, представленной на рынке России, обнаруживаются остаточные количества антимикробных веществ [3, 4]. Угрозу здоровью и благополучию человека представляют как сами остаточные количества антимикробных препаратов, так и распространяющаяся в результате их применения антибиотикорезистентность микроорганизмов. Каналами передачи генов устойчивости к антимикробным препаратам выступают сотрудники птицеводческих предприятий и сама продукция птицеводства.

Кроме того, внесение на поля органических удобрений, полученных из подстилки и помета птиц, способствует попаданию как самих антимикробных препаратов, так и устойчивых микроорганизмов в водоемы и почву [5]. Особенно высокий уровень загрязнения показывают овощи и зелень [6, 7]. Однако, несмотря на важность проблемы антибиотиков и лекарственной устойчивости, наблюдается недостаточное изучение вопросов возникновения устойчивых к антимикробным препаратам микроорганизмов в птицеводстве. Кроме того, слабо освещены вопросы применения заменителей кормовых антибиотиков вместе с ветеринарными антибиотиками.

Цель исследования — изучение антибиотикорезистентности микроорганизмов, развившейся вследствие приема ветеринарных антибиотиков, с помощью молекулярно-генетических и классических методов микробиологии. Раскрытие возможностей изменения количества устойчивых микроорганизмов под влиянием скормливания цыплятам-бройлерам метапробиотика на основе спорообразующих микроорганизмов.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Эксперимент проводили на цыплятах-бройлерах кросса Ross 308, продолжительность выращивания — с точного возраста до 35 дней в виварии ООО «БИОТРОФ» (г. Санкт-Петербург, Россия) в 2022 году.

Условия кормления, поения, содержания соответствовали требованиям кросса¹.

Были сформированы три группы цыплят (по 35 голов в каждой группе):

I — контрольная, получавшая полнорационный комбикорм для бройлеров ПК-5 до 28 дней, ПК-6 — до окончания выращивания;

II — опытная, получавшая дополнительно к рациону I группы ветеринарные антибиотики энрофлоксацин («Энроксил», 10%-ный раствор для перорального применения, KRKA, Словения) 1–5-е сутки выращивания и колистин («Колистин» 2 млн, АВЗ-СП, Россия) 27–31-е сутки выращивания в соответствии с инструкцией производителя;

III — опытная группа, получавшая дополнительно к рациону II группы метапробиотик «Пробиоцид-Ультра» на основе пробиотических штаммов микроорганизмов рода *Bacillus* и смеси органических кислот и солей органических кислот («БИОТРОФ», Россия). В состав рецепта комбикорма не были включены кормовые антибиотики.

Для определения экспрессии генов антибиотикорезистентности кишечной микрофлоры птицы на 1-е, 3-и, 5-е, 29-е, 31-е сутки прижизненно отбирались пробы фекалий от трех птиц из каждой группы в пластиковые микропробирки типа «эппендорф». Образцы стабилизировали с помощью реагента RNeasy (Thermo Fisher Scientific Inc., США) и незамедлительно отправляли в молекулярно-генетическую лабораторию ООО «БИОТРОФ» для выделения РНК. Далее формировалась среднесмешанная проба от каждой группы.

Пробы микрофлоры в первый день отбирались через 12 часов от начала выпойки антибиотика.

Таргетный анализ генов антибиотикорезистентности был выполнен методом количественной ПЦР с использованием амплификатора ДТлайт («ДНК-Технология», Россия) из расчета по отношению к копии гена 16S-rpPHK. Реакцию амплификации с праймерами генов интереса проводили при помощи набора SsoAdvanced Universal SYBR Green Supremix (BioRad, США) согласно протоколу производителя.

Относительную экспрессию оценивали методом 2-ΔΔCT [8]. В качестве референсного гена был выбран Eub для фрагмента гена 16S-rpPHK. Следует отметить, что данный анализ предполагает оценку изменения ризистомы всего микробиома; результаты представляются в относительных величинах по отношению к уровню контрольной группы.

Детерминанты антибиотикорезистентности (табл. 1) были выбраны, с тем чтобы попытаться оценить устойчивость микробиома как к употребленным птицами энрофлоксацину и колистину, так и к другим антимикробным препаратам.

Выбранные праймеры позволяют оценить распространение генов антибиотикорезистентности к фторхинолонам

¹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30.03.2019 № 604-р.

² Hughes P., Heritage J. Antibiotic growth-promoters in food animals. In: assessing quality and safety of animal feeds. FAO, Rome, Italy. 2004. Доступно по адресу: <https://www.fao.org/3/y5159e/y5159e08.htm>

³ Справочник по выращиванию бройлеров ROSS. 2018.

Таблица 1. Перечень праймеров для оценки уровня развития антибиотикорезистентности

Table 1. Primers selected for antimicrobial resistance evaluation

Ген	Последовательность	Ген	Последовательность
<i>gyrA</i>	CCGTCGCATTCTCTACG AGTTGCTCCATTAACCA	<i>mcr-1</i>	GCTGAACATACACGGCACAG CGACCAAGCCGAGTCTAAGG
<i>gyrB</i>	TTCTCCGATTCTCTCATG AGAAGGGTACGAATGTGG	<i>tetA</i>	GCTRTATGCGTTGTGCAAT TCCTCGCCGAAAATGACC
<i>parC</i>	TGGGTGAAGCCGGTTCAT TGCTGGCAAGACCGTTGG	<i>blaSHV</i>	TGTTAGCCACCGTCGCGCT GTTGCCAGTGCCTCATCAG
<i>parE</i>	AAGGCGCGTGATGAGAGC TCTGCTCCAACACCCGCA	<i>ampC</i>	GTGACCAGATACTGCCACA TACTGTAGCGCCTCGAGGA

(*gyrA*, *gyrB*, *parC*, *parE*) [9], колистину (*mcr-1*) [10], тетрациклину (*tetA*) и бета-лактамам антибиотикам (*blaSHV*, *ampC*) [11].

Отобранные праймеры предполагают поиск различных механизмов лекарственной устойчивости: изменение мишени антибиотика (*gyrA*, *gyrB*, *parC*, *parE*, *mcr-1*), инактивацию антибиотика (*blaSHV*, *ampC*), эффлюкс-насос (*tetA*).

Параллельно была оценена антибиотикоустойчивость микроорганизмов методом серийных разведений⁴. Прижизненно были отобраны пробы фекалий от трех птиц каждой группы на 5-е и 31-е сутки и произведены посевы на среды Эндо (НПО «Микроген», Россия), MRS-агар (Condalab, Испания), энтерококк-агар (Condalab, Испания) как без добавления антибиотика, так и с добавлением антибиотика в лечебной дозировке, рекомендованной производителем, а также в двукратной дозировке. Статистическую обработку данных производили с помощью программы MS Excel 97-2003 (США). Результаты представлены как средняя арифметическая (M) и стандартные ошибки средних ($\pm$ SEM). Достоверность различий устанавливали по t-критерию Стьюдента, различия считали статистически значимыми при $p \geq 0.95$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В эксперименте по изучению влияния рациона на развитие антибиотикоустойчивости микроорганизмов у цыплят-бройлеров показано развитие лекарственной устойчивости микробиома в ответ на выпойку ветеринарных антибиотиков.

Динамика генов антибиотикорезистентности представлена в таблицах 2а, 2б, 4а, 4б.

Можно отметить волнообразный характер динамики детерминант антибиотикорезистентности: всплеск на 1-е сутки приема (по генам *tetA*, *blaSHV*, *ampC*), затем снижение уровня антибиотикоустойчивости. Далее (на 29-е, 31-е сутки) умеренное превышение количества генов антибиотикоустойчивости по сравнению с уровнем контрольной группы.

В первые пять суток жизни цыплята II–III опытных групп получали энрофлоксацин, поэтому рост количества детерминант устойчивости к хинолоновым препаратам (гены *parC* и *parE*) представляется естественным [12].

Вызывает интерес резкий рост количества детерминант антибиотикоустойчивости *tetA* (устойчивость к тетрациклину), достигшего более чем 1000-кратного превышения относительно уровня контроля. Схожие результаты были продемонстрированы ранее в эксперименте на быках. В результате приема энрофлоксацина наблюдалось повышение уровня гена *tetA* в фекалиях бычков опытной группы по сравнению с уровнем контрольной группы в десятки раз [13].

Резкий рост количества детерминант устойчивости *ampC*, управляющих бета-лактамазами и кодирующих устойчивость к цефалоспорином I и II поколения, был отмечен на 1-е и 5-е сутки приема энрофлоксацина. В те же даты возрастало количество генов *blaSHV*, ответственных за синтез бета-лактамаз расширенного спектра.

Известно, что выделенные из внутренних органов сельскохозяйственной птицы кишечные палочки обладали множественной лекарственной устойчивостью практически ко всем антимикробным препаратам, разрешенным для применения в ветеринарии [14]. Результаты бразильских исследователей демонстрируют широчайшее разнообразие молекулярных механизмов лекарственной устойчивости изолятов, выделенных из мяса птицы [15]. Тем не менее слабо раскрыт характер возникновения лекарственной устойчивости под действием конкретного антибиотика у птицы.

Авторы наблюдали развитие кросс-резистентности к бета-лактамам антибиотикам в результате приема энрофлоксацина. В последние годы от птиц часто выделяют кишечные палочки, продуцирующие бета-лактамазы [16]. Возможно, это связано с тем, что в результате широкого применения хинолоновых препаратов (прежде всего энрофлоксацина и ципрофлоксацина) происходит развитие устойчивости к бета-лактамам

Таблица 2а. Детерминанты антибиотикорезистентности в динамике на фоне приема энрофлоксацина (для генов *parC*, *parE*, *gyrA*, *gyrB*)
Table 2a. Antimicrobial resistance genes in dynamics during enrofloxacin treatment (for genes *parC*, *parE*, *gyrA*, *gyrB*)

Дата отбора образцов	Детерминанты антибиотикорезистентности							
	<i>parC</i>		<i>parE</i>		<i>gyrA</i>		<i>gyrB</i>	
	II группа	III группа	II группа	III группа	II группа	III группа	II группа	III группа
1-е сутки	0	104,0	29,0	48,5	0	0	0	0
3-е сутки	11,3	24,3	6,1	19,7	0	0	0	0
5-е сутки	7,5	6,1	7,5	5,3	0	0	0,6	2,3

Таблица 2б. Детерминанты антибиотикорезистентности в динамике на фоне приема энрофлоксацина (для генов *mcr1*, *tetA*, *blaSHV*, *ampC*)
Table 2b. Antimicrobial resistance genes in dynamics during enrofloxacin treatment (for genes *mcr1*, *tetA*, *blaSHV*, *ampC*)

Дата отбора образцов	Детерминанты антибиотикорезистентности							
	<i>mcr-1</i>		<i>tetA</i>		<i>blaSHV</i>		<i>ampC</i>	
	II группа	III группа	II группа	III группа	II группа	III группа	II группа	III группа
1-е сутки	42,2	32	2048	337,7	128	208	157,6	8,6
3-е сутки	2,5	13	5,3	1,4	1,7	9,9	12,1	7
31-е сутки	0,71	0,81	0	0	0,7	0,9	0,3	0,6

⁴ Методические указания МУК 4.2.1890-04 4.2. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам. Методические указания (утв. Минздравом России 04.03.2004).

Таблица 3. Антибиотикорезистентность микроорганизмов по отношению к энрофлоксацину на 5-е сутки эксперимента (отличия с контролем достоверны при: (α) $p > 0,95$, (β) $p > 0,99$)

Table 3. Antimicrobial resistance to enrofloxacin on 5th day of trial (differences are statistically significant when: (α) $p > 0.95$, (β) $p > 0.99$)

Количество клеток, КОЕ/мл	I — контрольная	II — опытная	III — опытная
На среде Эндо	$1,8 \cdot 10^7 \pm 1,4 \cdot 10^6$	$4,7 \cdot 10^7 \pm 5,7 \cdot 10^6$ (β)	$4,3 \cdot 10^7 \pm 1,8 \cdot 10^6$ (β)
На среде Эндо с добавлением антибиотика в дозировке производителя	0	$2,8 \cdot 10^5 \pm 1,4 \cdot 10^5$	$3,2 \cdot 10^5 \pm 7,4 \cdot 10^4$
На среде Эндо с двукратной дозировкой антибиотика	0	$2,0 \cdot 10^4 \pm 7,0 \cdot 10^3$	$4,0 \cdot 10^4 \pm 7,0 \cdot 10^3$
На среде MRS	$1,0 \cdot 10^9 \pm 1,1 \cdot 10^8$	$5,7 \cdot 10^8 \pm 1,2 \cdot 10^8$ (α)	$4,0 \cdot 10^8 \pm 4,2 \cdot 10^7$ (β)
На среде MRS с добавлением антибиотика в дозировке производителя	$1,2 \cdot 10^9 \pm 1,1 \cdot 10^8$	$7,2 \cdot 10^8 \pm 2,8 \cdot 10^7$ (β)	$7,0 \cdot 10^8 \pm 1,8 \cdot 10^7$ (β)
На среде MRS с двукратной дозировкой антибиотика	$7,2 \cdot 10^8 \pm 2,1 \cdot 10^7$	$8,8 \cdot 10^8 \pm 5,3 \cdot 10^7$	$6,4 \cdot 10^8 \pm 4,6 \cdot 10^7$
На среде энтерококк-агар	$6,3 \cdot 10^5 \pm 1,4 \cdot 10^4$	$8,0 \cdot 10^7 \pm 7,1 \cdot 10^6$ (β)	$8,5 \cdot 10^7 \pm 3,5 \cdot 10^6$ (β)
На среде энтерококк-агар с добавлением антибиотика в дозировке производителя	0	0	0
На среде энтерококк-агар с двукратной дозировкой антибиотика	0	0	0

антибиотикам, что приводит к снижению их эффективности.

На взгляд авторов, важным наблюдением является то, что прием энрофлоксацина в 1–5-е сутки приводил к росту антибиотикорезистентности к колистину (по гену *mcr-1*). Ранее сообщалось, что практически все изоляты грамотрицательных микроорганизмов, выделенных от птицы, обладали перекрестной устойчивостью к колистину и фторхинолоновым препаратам, кодируемой, соответственно, генами *mcr-1* и *gyrA*, *parC* [17]. Этот факт может иметь значение для практики птицеводства, так как энрофлоксацин и колистин входят в число часто применяемых антибактериальных препаратов в птицеводстве. Так, в России зарегистрированы 14 ветеринарных препаратов в виде смеси энрофлоксацина и колистина⁵.

Таким образом, желаемый эффект от совместного применения этих антибиотиков может быть не достигнут из-за развития перекрестной антибиотикоустойчивости.

Таблица 4а. Детерминанты антибиотикорезистентности в динамике на фоне приема колистина (для генов *parC*, *parE*, *gyrA*, *gyrB*)

Table 4a. Antimicrobial resistance genes in dynamics during colistin treatment (for genes *parC*, *parE*, *gyrA*, *gyrB*)

Дата отбора образцов	Детерминанты антибиотикорезистентности							
	<i>parC</i>		<i>parE</i>		<i>gyrA</i>		<i>gyrB</i>	
	II группа	III группа	II группа	III группа	II группа	III группа	II группа	III группа
29-е сутки	3	2,3	0,7	2,6	0	0	0	0
31-е сутки	0,7	1	0,9	1,7	1	1,5	0	0

Таблица 4б. Детерминанты антибиотикорезистентности в динамике на фоне приема колистина (для генов *mcr1*, *tetA*, *blaSHV*, *ampC*)

Table 4b. Antimicrobial resistance genes in dynamics during colistin treatment (for genes *mcr1*, *tetA*, *blaSHV*, *ampC*)

Дата отбора образцов	Детерминанты антибиотикорезистентности							
	<i>mcr-1</i>		<i>tetA</i>		<i>blaSHV</i>		<i>ampC</i>	
	II группа	III группа	II группа	III группа	II группа	III группа	II группа	III группа
29-е сутки	2,3	1,2	0	0	3,7	1,4	2,6	2
31-е сутки	0,71	0,81	0	0	0,7	0,9	0,3	0,6

Таблица 5. Антибиотикорезистентность микроорганизмов по отношению к колистину на 31-е сутки эксперимента (отличия с контролем достоверны при: (α) $p > 0,95$, (β) $p > 0,99$)

Table 5. Antimicrobial resistance to colistin on 31st day of trial (differences are statistically significant when: (α) $p > 0.95$, (β) $p > 0.99$)

Количество клеток, КОЕ/мл	I — контрольная	II — опытная	III — опытная
На среде Эндо	$2,1 \cdot 10^5 \pm 2,8 \cdot 10^4$	$9,8 \cdot 10^6 \pm 5,3 \cdot 10^5$ (β)	$2,9 \cdot 10^7 \pm 2,8 \cdot 10^6$ (β)
На среде Эндо с добавлением антибиотика в дозировке производителя	0	$5,5 \cdot 10^5 \pm 3,5 \cdot 10^4$	0
На среде Эндо с двукратной дозировкой антибиотика	0	$1,2 \cdot 10^5 \pm 2,1 \cdot 10^4$	0
На среде MRS	$2,9 \cdot 10^8 \pm 4,6 \cdot 10^7$	$1,5 \cdot 10^8 \pm 2,8 \cdot 10^7$	$2,0 \cdot 10^8 \pm 2,1 \cdot 10^7$
На среде MRS с добавлением антибиотика в дозировке производителя	$1,5 \cdot 10^7 \pm 7,1 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^8 \pm 2,8 \cdot 10^7$ (α)	$8,7 \cdot 10^7 \pm 1,8 \cdot 10^6$ (β)
На среде MRS с двукратной дозировкой антибиотика	$1,7 \cdot 10^7 \pm 1,4 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^8 \pm 1,4 \cdot 10^7$ (α)	$6,5 \cdot 10^7 \pm 2,1 \cdot 10^6$ (β)
На среде энтерококк-агар	$3,8 \cdot 10^5 \pm 5,3 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^6 \pm 2,1 \cdot 10^5$	$8,5 \cdot 10^6 \pm 2,1 \cdot 10^5$ (β)
На среде энтерококк-агар с добавлением антибиотика в дозировке производителя	$2,3 \cdot 10^5 \pm 1,8 \cdot 10^4$	$7,2 \cdot 10^5 \pm 5,7 \cdot 10^4$ (α)	$1,5 \cdot 10^6 \pm 3,5 \cdot 10^5$
На среде энтерококк-агар с двукратной дозировкой антибиотика	$1,4 \cdot 10^5 \pm 1,4 \cdot 10^4$	$4,7 \cdot 10^5 \pm 2,1 \cdot 10^4$ (β)	$6,1 \cdot 10^5 \pm 2,8 \cdot 10^4$ (β)

⁵ https://galen.vetr.ru/#/registry/pharm/registry?page=1&f_chemicalName=энрофлоксацин,%20колистин (дата обращения: 16/10/2023).

Рис. 1. Влияние метапробиотика «Пробиоцид-Ультра» на количество генов антибиотикорезистентности на фоне приема энрофлоксацина

Fig. 1. Metaprobiotic “Probiocid-Ultra” administration influence on the amount of antimicrobial resistance genes during enrofloxacin treatment



Результаты микробиологических посевов на селективных средах на 5-е сутки эксперимента представлены в таблице 3.

Выпойка энрофлоксацина привела к развитию антибиотикоустойчивых энтеробактерий в содержимом кишечника птиц. По всей видимости, выпойка энрофлоксацина оказывала незначительное влияние на содержание молочнокислых бактерий: при культивировании на MRS-агаре микроорганизмов из проб от II и III групп наблюдалось снижение их количества на полпорядка.

Прием метапробиотика «Пробиоцид-Ультра» соответствовал сокращению количества генов антибиотикорезистентности. Можно видеть, что на фоне приема энрофлоксацина (рис. 1) прием метапробиотика «Пробиоцид-Ультра» способствовал резкому сокращению антибиотикоустойчивости микробиома птиц, причем наибольшее сокращение достигнуто по генам *ampC* и *tetA*.

В план эксперимента была включена двукратная антибиотикотерапия. Результаты оценки антибиотикоустойчивости микроорганизмов представлены в таблицах 4а, 4б, 5.

Отметим, что под влиянием приема колистина наблюдался рост устойчивости к энрофлоксацину (по генам *parC*, *parE*), к самому колистину (*mcr-1*), а также к бета-лактамам антибиотикам (*blaSHV*, *ampC*). Добавление метапробиотика «Пробиоцид-Ультра» оказывало разнонаправленное влияние на развитие антибиотикорезистентности (рис. 2).

Результаты посевов на среды представлены в таблице 5. Прием колистина способствовал развитию устойчивых к колистину энтеробактерий во II группе, при этом под влиянием приема метапробиотика «Пробиоцид-Ультра» наблюдалось отсутствие антибиотикорезистентных мутантов.

С практической точки зрения это может свидетельствовать о восстановлении чувствительности энтеробактерий к антибиотику при приеме пробиотика. Возможно, восстановление чувствительности микроорганизмов к антибиотику может быть одним из факторов, раскрывающим положительное действие пробиотических препаратов на зоотехнические и ветеринарные показатели выращивания птиц.

Сравнение результатов оценки развития антибиотикорезистентности на фоне приема пробиотика, выполненных с помощью классических методов микробиологии и молекулярно-генетическими методами, показывает ограниченность использованных средств.

С одной стороны, в распоряжении был ограниченный набор праймеров, которые не могли охватить все молекулярные механизмы устойчивости к антибиотикам, с другой — ограниченный набор микробиологических сред и антибиотиков не способствовал всесторонней оценке резистента. Тем не менее удалось показать как развитие антибиотикорезистентности микробиома под влиянием приема энрофлоксацина (табл. 2а, 2б, 3) и колистина (табл. 4а, 4б, 5), так и ее снижение под действием метапробиотика «Пробиоцид-Ультра» (рис. 1, табл. 5).

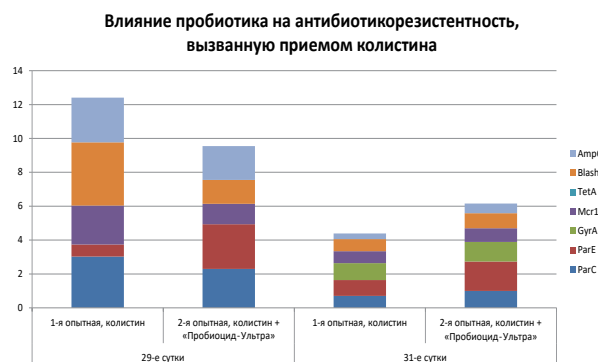
На взгляд авторов, восстановление чувствительности микробиома к антибиотикам в результате интродукции пробиотических штаммов микроорганизмов может иметь важное значение для практики птицеводства, поскольку фактически восстанавливает активность антибиотиков.

Существуют свидетельства о влиянии пробиотиков на снижение количества антибиотикостойчивых форм патогенных микроорганизмов. Так, выпойка пробиотика цыплятам-бройлерам способствовала сокращению количества кишечных палочек, продуцирующих бета-лактамазы расширенного спектра, сокращению факторов вирулентности [18]. Было показано, что интродукция *in ovo* пробиотического штамма *Lactobacillus rhamnosus* способствует сокращению устойчивости патогенных микроорганизмов к аминокликозидам и триметоприму [19].

Одним из механизмов антибиотикорезистентности может быть активизация реконструкции ДНК клеток-мишеней, мутагенеза и горизонтальной передачи генов под действием антимикробного агента,

Рис. 2. Влияние метапробиотика «Пробиоцид-Ультра» на количество генов антибиотикорезистентности на фоне приема колистина

Fig. 2. Metaprobiotic “Probiocid-Ultra” administration influence on the amount of antimicrobial resistance genes during colistin treatment



входящая в комплекс SOS-ответа. Было показано, что метаболиты пробиотических штаммов бацилл снижают SOS-ответ микроорганизмов под действием антибиотиков [20, с. 88–96]. В частности, некоторые ингибиторы SOS-ответа снижают способности бактерий к приобретению устойчивости к антибиотикам и уменьшают частоту переноса плазмид, усиливают бактерицидное действие антибиотика [21].

Пробиотики достаточно давно известны как средство контроля за распространением антибиотикостойчивых микроорганизмов [22, 23]. Однако механизмы этого процесса пока не вполне ясны. Вероятно, общее сокращение количества генов антибиотикостойчивости может быть связано с возрастанием биоразнообразия под влиянием пробиотика, а также с сокращением количества микроорганизмов — носителей генов резистентности.

Кроме того, некоторые метаболиты пробиотических микроорганизмов показывают способность к повышению чувствительности патогенных бактерий к антимикробным препаратам путем ингибирования SOS-ответа.

Выводы/Conclusions

Была продемонстрирована динамика количества генов антибиотикостойчивости микроорганизмов в результате выпойки цыплятам-бройлерам ветеринарных антибиотиков энрофлоксацина и колистина. Под действием энрофлоксацина происходило накопление детерминант антибиотикорезистентности к самому энрофлоксацину, а также к бета-лактамам антибиотикам, тетрациклину и колистину. Под действием колистина увеличивалось количество генов устойчивости к энрофлоксацину, колистину и бета-лактамам антибиотикам. Добавление в корм птице метапробиотика «Пробиоцид-Ультра» способствовало заметному снижению количества генов антибиотикостойчивости, а при высеве на среды приводило к исчезновению антибиотикостойчивых к колистину энтеробактерий.

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

- Smith J.A. Broiler production without antibiotics: United States field perspectives. *Animal Feed Science and Technology*. 2019; 250: 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedscl.2018.04.027>
- Phillips I. *et al.* Does the use of antibiotics in food animals pose a risk to human health? A critical review of published data. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2004; 53(1): 28–52. <https://doi.org/10.1093/jac/dkg483>
- Нитяга И.М., Телегина С.А., Галушко Д.П. Мониторинг антибиотиков тетрациклиновой группы в мясе и мясопродуктах из птицы с целью предотвращения их загрязнения. *Научные известия*. 2022; 26: 284–288. <https://www.elibrary.ru/vkaiyh>
- Мережко О.Е., Станисhevская Н.Б. Формирование устойчивости микроорганизмов при внесении антибиотиков в корма. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2015; (2): 174–176. <https://www.elibrary.ru/tschhb>
- Argudin M.A. *et al.* Bacteria from Animals as a Pool of Antimicrobial Resistance Genes. *Antibiotics*. 2017; 6(2): 12. <https://doi.org/10.3390/antibiotics6020012>
- Al-Kharousi Z.S., Guizani N., Al-Sadi A.M., Al-Bulushi I.M. Antibiotic Resistance of *Enterobacteriaceae* Isolated from Fresh Fruits and Vegetables and Characterization of their AmpC β -Lactamases. *Journal of Food Protection*. 2019; 82(11): 1857–1863. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-089>
- Dolliver H., Kumar K., Gupta S. Sulfamethazine Uptake by Plants from Manure-Amended Soil. *Journal of Environmental Quality*. 2007; 36(4): 1224–1230. <https://doi.org/10.2134/jeq2006.0266>
- 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>
- Федорчук В.В., Грудинина С.А., Кротова Л.А., Черкашин Е.А., Сидоренко С.В., Тишков В.И. Роль мутаций в ДНК-гиразе и топоизомеразе IV в устойчивости *Streptococcus pneumoniae* к фторхинолонам. *Вестник Московского университета. Серия 2: Химия*. 2002; 43(6): 349–352. <https://www.elibrary.ru/evgzvf>
- Liu Y.-Y. *et al.* Emergence of plasmid-mediated colistin resistance mechanism MCR-1 in animals and human beings in China: a microbiological and molecular biological study. *The Lancet Infectious Diseases*. 2016; 16(2): 161–168. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(15\)00424-7](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(15)00424-7)
- Rubab M., Oh D.-H. Molecular Detection of Antibiotic Resistance Genes in Shiga Toxin-Producing *E. coli* Isolated from Different Sources. *Antibiotics*. 2021; 10(4): 344. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10040344>
- Ma B., Wang D., Mei X., Lei C., Li C., Wang H. Effect of Enrofloxacin on the Microbiome, Metabolome, and Abundance of Antibiotic Resistance Genes in the Chicken Cecum. *Microbiology Spectrum*. 2023; 11(2): e04795-22. <https://doi.org/10.1128/spectrum.04795-22>
- Pereira R.V. *et al.* Genotypic antimicrobial resistance characterization of *E. coli* from dairy calves at high risk of respiratory disease administered enrofloxacin or tulathromycin. *Scientific Reports*. 2020; 10: 19327. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76232-w>
- Niero G., Bortolaia V., Vanni M., Intorre L., Guardabassi L., Piccirillo A. High diversity of genes and plasmids encoding resistance to third-generation cephalosporins and quinolones in clinical *Escherichia coli* from commercial poultry flocks in Italy. *Veterinary Microbiology*. 2018; 216: 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.02.012>
- Crecencio R.B. *et al.* Antimicrobial susceptibility, biofilm formation and genetic profiles of *Escherichia coli* isolated from retail chicken meat. *Infection, Genetics and Evolution*. 2020; 84: 104355. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2020.104355>
- Макавич С.А., Пушкина В.С., Кротова А.Л. Детекция *Escherichia coli* с продукцией бета-лактамаз и проблемы антибиотикотерапии в производстве. *Международный вестник ветеринарии*. 2022; (3): 37–42. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2022.3.37>
- Maciucă I.E. *et al.* Genetic Features of *mcr-1* Mediated Colistin Resistance in CMY-2-Producing *Escherichia coli* From Romanian Poultry. *Frontiers in Microbiology*. 2019; 10: 2267. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02267>
- Ebrahem A.F., El-Demerdash A.S., Orady R.M., Nabil N.M. Modulatory Effect of Competitive Exclusion on the Transmission of *ESBL E. coli* in Chickens. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. 2023. <https://doi.org/10.1007/s12602-023-10095-1>
- Li T., Castañeda C.D., Miotto J., McDaniel C., Kiess A.S., Zhang L. Effects of *in ovo* probiotic administration on the incidence of avian pathogenic *Escherichia coli* in broilers and an evaluation on its virulence and antimicrobial resistance properties. *Poultry Science*. 2021; 100(3): 100903. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.072>
- Празднова Е.В. Антимутагенное действие пробиотиков как основа их биологического эффекта. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. Ростов-на-Дону. 2020; 266. <https://www.elibrary.ru/xevouf>
- Alam M.K., Alhazmi A., DeCoteau J.F., Luo Y., Geyer C.R. RecA Inhibitors Potentiate Antibiotic Activity and Block Evolution of Antibiotic Resistance. *Cell Chemical Biology*. 2016; 23(3): 381–391. <https://doi.org/10.1016/j.chembiol.2016.02.010>
- Nuotio L., Schneitz C., Nilsson O. Effect of competitive exclusion in reducing the occurrence of *Escherichia coli* producing extended-spectrum β -lactamases in the ceca of broiler chicks. *Poultry Science*. 2013; 92(1): 250–254. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02575>
- Saliu E.-M., Vahjen W., Zentek J. Types and prevalence of extended-spectrum beta-lactamase producing *Enterobacteriaceae* in poultry. *Animal Health Research Reviews*. 2017; 18(1): 46–57. <https://doi.org/10.1017/S1466252317000020>

REFERENCES

- Smith J.A. Broiler production without antibiotics: United States field perspectives. *Animal Feed Science and Technology*. 2019; 250: 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedscl.2018.04.027>
- Phillips I. *et al.* Does the use of antibiotics in food animals pose a risk to human health? A critical review of published data. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2004; 53(1): 28–52. <https://doi.org/10.1093/jac/dkg483>
- Nityaga I.M., Telegina S.A., Galushko D.P. Monitoring of antibiotics of the tetracycline group in meat and meat products from poultry in order to prevent their contamination. *Scientific news*. 2022; 26: 284–288 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vkaiyh>
- Merezhko O.E., Stanishevskaya N.B. Microorganisms resistance formation in feeds supplemented with antibiotics. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2015; (2): 174–176 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/tschhb>
- Argudin M.A. *et al.* Bacteria from Animals as a Pool of Antimicrobial Resistance Genes. *Antibiotics*. 2017; 6(2): 12. <https://doi.org/10.3390/antibiotics6020012>
- Al-Kharousi Z.S., Guizani N., Al-Sadi A.M., Al-Bulushi I.M. Antibiotic Resistance of *Enterobacteriaceae* Isolated from Fresh Fruits and Vegetables and Characterization of their AmpC β -Lactamases. *Journal of Food Protection*. 2019; 82(11): 1857–1863. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-089>
- Dolliver H., Kumar K., Gupta S. Sulfamethazine Uptake by Plants from Manure-Amended Soil. *Journal of Environmental Quality*. 2007; 36(4): 1224–1230. <https://doi.org/10.2134/jeq2006.0266>
- 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>
- Fedorchuk V.V., Grudinina S.A., Krotova L.A., Cherkashin E.A., Sidorenko S.V., Tishkov V.I. The role of mutations in DNA gyrase and topoisomerase IV in *Streptococcus pneumoniae* resistance to fluorquinolones. *Moscow University Chemistry Bulletin*. 2002; 43(6): 349–352 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/evgzvf>
- Liu Y.-Y. *et al.* Emergence of plasmid-mediated colistin resistance mechanism MCR-1 in animals and human beings in China: a microbiological and molecular biological study. *The Lancet Infectious Diseases*. 2016; 16(2): 161–168. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(15\)00424-7](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(15)00424-7)
- Rubab M., Oh D.-H. Molecular Detection of Antibiotic Resistance Genes in Shiga Toxin-Producing *E. coli* Isolated from Different Sources. *Antibiotics*. 2021; 10(4): 344. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10040344>
- Ma B., Wang D., Mei X., Lei C., Li C., Wang H. Effect of Enrofloxacin on the Microbiome, Metabolome, and Abundance of Antibiotic Resistance Genes in the Chicken Cecum. *Microbiology Spectrum*. 2023; 11(2): e04795-22. <https://doi.org/10.1128/spectrum.04795-22>
- Pereira R.V. *et al.* Genotypic antimicrobial resistance characterization of *E. coli* from dairy calves at high risk of respiratory disease administered enrofloxacin or tulathromycin. *Scientific Reports*. 2020; 10: 19327. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76232-w>
- Niero G., Bortolaia V., Vanni M., Intorre L., Guardabassi L., Piccirillo A. High diversity of genes and plasmids encoding resistance to third-generation cephalosporins and quinolones in clinical *Escherichia coli* from commercial poultry flocks in Italy. *Veterinary Microbiology*. 2018; 216: 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.02.012>
- Crecencio R.B. *et al.* Antimicrobial susceptibility, biofilm formation and genetic profiles of *Escherichia coli* isolated from retail chicken meat. *Infection, Genetics and Evolution*. 2020; 84: 104355. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2020.104355>
- Makavchik S.A., Pushkina V.S., Krotova A.L. Detection of *Escherichia coli* with beta-lactamase production and problems of antibiotic therapy in poultry farming. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2022; (3): 37–42 (in Russian). <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2022.3.37>
- Maciucă I.E. *et al.* Genetic Features of *mcr-1* Mediated Colistin Resistance in CMY-2-Producing *Escherichia coli* From Romanian Poultry. *Frontiers in Microbiology*. 2019; 10: 2267. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02267>
- Ebrahem A.F., El-Demerdash A.S., Orady R.M., Nabil N.M. Modulatory Effect of Competitive Exclusion on the Transmission of *ESBL E. coli* in Chickens. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. 2023. <https://doi.org/10.1007/s12602-023-10095-1>
- Li T., Castañeda C.D., Miotto J., McDaniel C., Kiess A.S., Zhang L. Effects of *in ovo* probiotic administration on the incidence of avian pathogenic *Escherichia coli* in broilers and an evaluation on its virulence and antimicrobial resistance properties. *Poultry Science*. 2021; 100(3): 100903. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.072>
- Prazdnova E.V. Antimutagenic action of probiotics as a core biological effect. Doct. (Biology) Theses. Rostov-on-Don. 2020; 266 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xevouf>
- Alam M.K., Alhazmi A., DeCoteau J.F., Luo Y., Geyer C.R. RecA Inhibitors Potentiate Antibiotic Activity and Block Evolution of Antibiotic Resistance. *Cell Chemical Biology*. 2016; 23(3): 381–391. <https://doi.org/10.1016/j.chembiol.2016.02.010>
- Nuotio L., Schneitz C., Nilsson O. Effect of competitive exclusion in reducing the occurrence of *Escherichia coli* producing extended-spectrum β -lactamases in the ceca of broiler chicks. *Poultry Science*. 2013; 92(1): 250–254. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02575>
- Saliu E.-M., Vahjen W., Zentek J. Types and prevalence of extended-spectrum beta-lactamase producing *Enterobacteriaceae* in poultry. *Animal Health Research Reviews*. 2017; 18(1): 46–57. <https://doi.org/10.1017/S1466252317000020>

ОБ АВТОРАХ

Дарья Георгиевна Тюрина

кандидат экономических наук
tiurina@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9001-2432>

Елена Павловна Горфункель

ветеринарный контролер
elena@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6843-8733>

Валентина Анатольевна Филиппова

биотехнолог
filippova@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8789-9837>

Георгий Юрьевич Лаптев

доктор биологических наук
laptev@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8795-6659>

Наталья Ивановна Новикова

кандидат биологических наук
novikova@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9647-4184>

Елена Александровна Йылдырым

доктор биологических наук
deniz@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5846-5105>

Лариса Александровна Ильина

доктор биологических наук
ilina@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2789-4844>

Андрей Валерьевич Дубровин

кандидат ветеринарных наук
dubrovin@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8424-4114>

Алиса Сергеевна Дубровина

биотехнолог
dasvet@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4336-8273>

Ксения Андреевна Калиткина

биотехнолог
ksenya.k.a@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9541-6839>

Василий Александрович Заикин

биотехнолог
dfcx@biotrof.ru
<https://orcid.org/0009-0006-8029-9955>

Екатерина Сергеевна Пономарева

биотехнолог
kate@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4336-8273>

Алеся Анисовна Савичева

технолог
sava@biotrof.ru
<https://orcid.org/0009-0007-9125-8005>

Наталья Сергеевна Патюкова

технолог
nap@biotrof.ru
<https://orcid.org/0009-0002-0948-7479>

ООО «БИОТРОФ»,
ул. Малиновская, 8А, пом. 7-Н, Пушкин, Санкт-Петербург, 196602,
Россия

ABOUT THE AUTHORS

Daria Georgievna Tiurina

Candidate of Economical Sciences
tiurina@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9001-2432>

Elena Pavlovna Gorfunkel

Veterinary Attendant
elena@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6843-8733>

Valentina Anatolievna Filippova

Biotechnologist
filippova@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8789-9837>

George Yurievich Laptev

Doctor of Biological Sciences
laptev@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8795-6659>

Natalia Ivanovna Novikova

Candidate of Biological Sciences
novikova@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9647-4184>

Elena Alexandrovna Yildirim

Doctor of Biological Sciences
deniz@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5846-5105>

Larisa Alexandrovna Ilyina

Doctor of Biological Sciences
ilina@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2789-4844>

Andrey Valerievich Dubrovin

Candidate of Veterinary Sciences
dubrovin@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8424-4114>

Alisa Sergeevna Dubrovina

Biotechnologist
dasvet@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4336-8273>

Xenia Andreevna Kalitkina

Biotechnologist
ksenya.k.a@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9541-6839>

Vasily Alexandrovich Zaikin

Biotechnologist
dfcx@biotrof.ru
<https://orcid.org/0009-0006-8029-9955>

Ekaterina Sergeevna Ponomareva

Biotechnologist
kate@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4336-8273>

Alesya Anisovna Savicheva

Technologist
sava@biotrof.ru
<https://orcid.org/0009-0007-9125-8005>

Natalia Sergeevna Patyukova

Technologist
nap@biotrof.ru
<https://orcid.org/0009-0002-0948-7479>

BIOTROF Ltd.,
8A Malinovskaya Str., room 7-N, Pushkin, St. Petersburg, 196602,
Russia

УДК: 636.22/.28.082

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-92-97

П.Н. Канев¹
О.В. Горелик¹ ✉
С.Ю. Харлап¹
А.С. Горелик²
М.Б. Ребезов^{1, 3}

¹Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

²Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, Екатеринбург, Россия

³Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

✉ olgao205en@yandex.ru

Поступила в редакцию:
02.12.2023

Одобрена после рецензирования:
12.02.2024

Принята к публикации:
28.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-92-97

Prokopy N. Kanev¹
Olga V. Gorelik¹ ✉
Svetlana Yu. Kharlap¹
Artem S. Gorelik²
Maksim B. Rebezov^{1, 3}

¹Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

²Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Yekaterinburg, Russia

³V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

✉ olgao205en@yandex.ru

Received by the editorial office:
02.12.2023

Accepted in revised:
12.02.2024

Accepted for publication:
28.02.2024

Сопряженность продуктивных признаков молочного скота голштинской породы

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В настоящее время в Свердловской области более 75% от общего поголовья крупного рогатого скота относится к голштинской породе, созданной путем поглощения отечественного черно-пестрого скота голштинским. Изучение изменчивости продуктивных качеств коров по лактациям актуально для выявления возможности повышения продуктивного долголетия и эффективности разведения и использования голштинского скота уральской селекции в условиях Среднего Урала.

Методы. Исследования проводились в одном из типичных племенных репродукторов по разведению голштинского черно-пестрого скота Свердловской области. В оценку вошли все коровы, закончившие по четыре лактации. Молочную продуктивность оценивали по контрольным дойкам. Качественные показатели молока: МДЖ и МДБ в молоке в средней пробе молока от каждой коровы, один раз в месяц в молочной лаборатории ООО «Уралплемцентра». Рассчитывали коэффициенты корреляции между продуктивными признаками. Использовалась автоматизированная программа «СЕЛЭКС. Молочный скот».

Результаты. В результате проведенных исследований установлено, что от половозрелых коров по третьей лактации надоено достоверно больше молока, чем по первой и второй, а также четвертой лактациям ($p \leq 0,01$ — по первой, $p \leq 0,05$ — по второй и четвертой). Живая масса достоверно повышалась с возрастом во вторую лактацию при $p \leq 0,01$ относительно первой, а начиная с третьей и далее — при $p \leq 0,001$ относительно первой лактации. Отмечается тенденция снижения массовой доли жира (МДЖ) в молоке и одновременного повышения МДБ с возрастом от первой к четвертой лактации. При проведении племенной работы можно учитывать положительные коэффициенты корреляции по прогнозированию дальнейшей молочной продуктивности коров по удою первотелок, неизменности показателей качества молока при изменении удоя и положительное влияние живой массы коров на их продуктивность.

Исследование является поисковым и выполнено в рамках научных исследований Уральского государственного аграрного университета (№ государственной регистрации АААА-А19-1191014000069).

Ключевые слова: крупный рогатый скот, коровы, возраст, продуктивность, воспроизводство, взаимосвязь

Для цитирования: Канев П.Н., Горелик О.В., Харлап С.Ю., Горелик А.С., Ребезов М.Б. Сопряженность продуктивных признаков молочного скота голштинской породы. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 92–97. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-92-97>

© Канев П.Н., Горелик О.В., Харлап С.Ю., Горелик А.С., Ребезов М.Б.

The conjugation of productive features of dairy cattle of the Holstein breed

ABSTRACT

Relevance. Currently, in the Sverdlovsk region, more than 75% of the total number of cattle belongs to the Holstein breed, created by absorbing domestic black-and-white cattle into Holsteins. The study of the variability of the productive qualities of cows during lactation is important for identifying the possibility of increasing productive longevity and the efficiency of breeding and using Holstein cattle of the Ural selection in the conditions of the Middle Urals.

Methods. The study was conducted in one of the typical livestock complexes of the Holstein black-and-white cattle breed in the Sverdlovsk region. All cows that completed four lactation periods were included in the assessment. Milk productivity was assessed by control milks, milk quality indicators: MJ and MDB in milk in an average milk sample from each cow, once a month correlation coefficients between productive characteristics were calculated in the Uralplemcenter dairy laboratory. The automated program "SELEX. Dairy cattle."

Results. As a result of the conducted studies, it was found that significantly more milk was produced from age-and-sex cows during the third lactation than during the first and second, as well as the fourth lactation ($p \leq 0.01$ — for the first, $p \leq 0.05$ — for the second and fourth). The live weight significantly increased with age in the second lactation at $p \leq 0.01$ relative to the first, and from the third onwards — at $p \leq 0.001$ relative to the first lactation. There is a tendency to decrease the mass fraction of fat (MJ) in milk and a simultaneous increase in MDB with age from the first to the fourth lactation. When carrying out breeding work, it is possible to take into account the positive correlation coefficients for predicting the further milk productivity of cows according to the milk yield of the first heifers, the invariance of milk quality indicators with changes in milk yield and the positive effect of live weight of cows on their productivity. The research is exploratory and was carried out within the framework of scientific research of the Ural State Agrarian University (state registration No. АААА19-1191014000069).

Key words: cattle, cows, age, productivity, reproduction, relationship

For citation: Kanev P.N., Gorelik O.V., Kharlap S.Yu., Gorelik A.S., Rebezov M.B. The conjugation of productive features of dairy cattle of the Holstein breed. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 92–97 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-92-97>

© Kanev P.N., Gorelik O.V., Kharlap S.Yu., Gorelik A.S., Rebezov M.B.

Введение/Introduction

Доктриной продовольственной безопасности¹ страны поставлены задачи по увеличению производства продукции сельского хозяйства собственного производства до необходимого для полного обеспечения населения страны полноценными продуктами питания. Стратегическая цель продовольственной безопасности представлена на рисунке 1.

Рис. 1. Стратегическая цель продовольственной безопасности

Fig. 1. Strategic goal of food security



Важную роль при этом отводят животноводству, особое внимание уделяется молочному скотоводству, поскольку от молочного скота получают основное количество молока и говядины [1, 2]. Эта продукция и ее производные пользуются большим спросом и могут потребляться людьми любого возраста и состояния здоровья, а молоко и молочные продукты необходимы, особенно для детей. В нем содержится весь комплекс питательных веществ, необходимый для нормального роста и развития молодого организма, в том числе все незаменимые аминокислоты, высоконасыщенные жирные кислоты, углеводы для роста внутренних органов и питания мозга, макро- и микроэлементы, витамины и т. д. [3–5].

Для получения молока используют в основном маточное поголовье крупного рогатого скота молочного и комбинированного направления продуктивности: черно-пестрая порода, красная степная, симментальская, холмогорская, голштинская и т. д. При их выведении направление племенной работы обеспечило увеличение продуктивности относительно диких предков в 10 и более раз. Самой обильномолочной породой в мире считается голштинская порода крупного рогатого скота, выведенная в природно-климатических условиях умеренного климата США и Канады. При ее выведении проводились жесткий отбор и подбор по молочной продуктивности, что позволило за период в более чем 350 лет создать уникальную в этом отношении породу, которая в течение последних пяти десятилетий бьет все рекорды по удою как за лактацию, так и по пожизненным показателям надоя молока.

В связи с этим генофонд этой породы повсеместно во всем мире используется для улучшения продуктивных качеств молочного скота [6–9]. Широкое применение голштинизации в Российской Федерации началось в конце 70-х — начале 80-х годов прошлого столетия².

В результате к началу 2000-х годов было создано большое количество новых, высокопродуктивных породных типов в различных регионах страны. Так, в Свердловской области в 2002 году официально зарегистрирован уральский тип, полученный в результате скрещивания маточного поголовья местной отечественной черно-пестрой породы и быками-производителями голштинской породы с кровностью по голштинам 75% и дальнейшем разведении «в себе» [10–12].

Применение семенного материала голштинских быков привело к поглощению черно-пестрой породы региона голштинской и принятию методических рекомендаций по проведению породной инвентаризации племенного поголовья крупного рогатого скота молочного направления.

Основное поголовье молочного скота в Свердловской области Российской Федерации отнесено к голштинской породе. Наряду с положительными результатами по увеличению показателей молочной продуктивности при разведении современного молочного скота голштинской породы в регионе практики животноводства столкнулись и с определенными проблемами.

Эти животные оказались более требовательны к условиям кормления и содержания, у них снижены воспроизводительные функции, что сопровождается увеличением длительности сервис-периода, сокращением количества приплода и привело к сокращению длительности продуктивного долголетия, которая сократилась с 5,5–6,5 лактации у коров черно-пестрой породы до 2,4–2,8 лактации у голштинских коров. Это поставило вопросы по получению и выращиванию ремонтного молодняка на первое место, поскольку решение вопроса по обновлению стада является наиболее острым при организации производства молока³ [13–15].

При этом возникают вопросы по направленности селекционно-племенной работы, что вызывает необходимость изучения селекционных индексов. Обширные исследования, проведенные как отечественными, так и зарубежными исследователями по изучению взаимосвязи признаков молочной продуктивности, показали, что между количественными и качественными показателями (удой — жир, белок молока) имеется тенденция к отрицательной связи, а между качественными (жир — белок) — к положительной. Однако имеются сообщения о значительных колебаниях величин корреляции [16, 17].

Изучение изменчивости продуктивных качеств коров по лактациям актуально для выявления возможности повышения продуктивного долголетия и эффективности разведения и использования голштинского скота уральской селекции в условиях Среднего Урала.

Цель работы — оценка изменчивости показателей молочной продуктивности коров голштинской породы с первой по четвертую лактацию.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Согласно цели исследования стояли следующие задачи: оценить молочную продуктивность коров во время каждой лактации; установить коэффициенты корреляции по лактациям, между удоем и качественными показателями молока, длительностью сервис-периода и

¹ Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 года № 120). <http://www.scrf.gov.ru>

² Морозова Н.И., Мусаев Ф.А., Иванова Л.В., Бышова Н.Г., Морозова О.А. Молочная продуктивность голштинских коров при круглогодичном стойловом содержании: Монография. Рязань. 2013.

³ Абылкасымов Д., Сударев Н.П., Чаргеишвили С.В. Эффективность использования высокопродуктивных коров разной селекции в условиях интенсивной технологии производства. Тверь. 2020.

живой массой животных в динамике; выявить положительные взаимосвязи, которые можно использовать для дальнейшего совершенствования стада.

Исследования проводились с 2020 по 2023 год в одном из типичных племенных репродукторов (Свердловская обл., Россия) по разведению голштинского скота.

Материалом и данными для сравнения служила база ИАС «СЕЛЭКС-Молочный скот»⁴ по молочному стаду племенного репродуктора, результаты собственных исследований.

Эксперименты проведены с соблюдением требований, изложенных в Директиве Европейского парламента и Совета ЕС от 22 сентября 2010 года № 2010/63/ЕС о защите животных, использующихся для научных целей⁵, и принципов обращения с животными, согласно статье 4 ФЗ РФ № 498-ФЗ⁶.

На молокоперерабатывающие предприятия молоко принимается в соответствии с ГОСТ 31449-2013⁷.

Отбор проб сырья и продукции проводили в соответствии с ГОСТ 3622-68⁸, ГОСТ 26809.1-2014⁹, ГОСТ 26809.2-2014¹⁰.

Учитывались удой по лактациям, массовая доля жира (МДЖ) и массовая доля белка (МДБ) в молоке по лактациям. Молочную продуктивность (среднесуточный удой, содержание жира, белка в молоке) коров контролировали по контрольным дойкам.

Содержание жира и белка определяли в средней пробе молока от каждой коровы один раз в месяц, содержание жира — согласно методике ГОСТ 5867-90¹¹, содержание массовой доли белка — по методике ГОСТ 34454-2018¹².

Определяли коэффициент молочности, количество МДЖ и МДБ, коэффициент биологической эффективности коровы (БЭК) по формуле профессора В.Н. Лазаренко (1990 г.)¹³ и биологической полноценности (КБП) по формуле профессора О.В. Горелик и др. (1999 г.)¹⁴.

Взаимосвязь продуктивных признаков оценивали путем расчета коэффициента корреляции в зависимости от возраста (лактации) и между признаками.

Результаты исследований были биометрически обработаны с применением критерия достоверности по Стьюденту с использованием приложения Excel из программного пакета Office XP и Statistica.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Основным показателем при оценке коров по собственной продуктивности является их молочная продуктивность, которую оценивают по количественным и качественным показателям.

Анализ представленных данных позволяет сделать определенные выводы об изменчивости молочных

Таблица 1. Молочная продуктивность коров

Table 1. Milk productivity of cows

Показатель	Лактация			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Удой за лактацию, кг	6141,0 ± 46,09**	6800,4 ± 58,16*	7141,1 ± 50,47	6761,2 ± 63,34*
Удой за 305 дней лактации, кг	5886,7 ± 51,03**	6588,9 ± 52,62*	6984,4 ± 49,38	6495,9 ± 59,11*
Продолжительность лактации, дней	337,4 ± 1,56	336,7 ± 1,59	338,4 ± 1,49	346,7 ± 1,91
Среднесуточный удой за лактацию, кг	18,2 ± 0,80*	20,2 ± 0,72	21,1 ± 0,62	19,5 ± 0,76
Среднесуточный удой за 305 дней лактации, кг	19,3 ± 0,56**	21,6 ± 0,68	22,9 ± 0,47	21,3 ± 0,41*
МДЖ, %	4,02 ± 0,005	4,01 ± 0,006	4,00 ± 0,006	3,99 ± 0,006
МДБ, %	3,13 ± 0,003	3,14 ± 0,003	3,14 ± 0,003	3,15 ± 0,004
Количество молочного жира за всю лактацию, кг	246,9 ± 0,82**	272,7 ± 1,38*	285,6 ± 1,76	269,8 ± 1,39*
Количество молочного белка за всю лактацию, кг	192,1 ± 1,33**	213,5 ± 1,52*	224,2 ± 1,74	213,0 ± 1,15*
Живая масса, кг	515,1 ± 1,66	551,0 ± 1,60**	578,0 ± 1,50***	595,3 ± 1,50***
Коэффициент молочности	1192,2 ± 12,0	1234,2 ± 46,71	1235,4 ± 25,20	1135,8 ± 26,14
БЭК	154,1	159,7	160,0	147,4
КБП	106,1	109,2	110,3	101,7

Примечание: значение достоверности при: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$.

признаков у животных с возрастом. Так, установлена достоверная изменчивость удоя с возрастом коров (табл. 1).

От половозрелых коров по третьей лактации достоверно больше молока, чем по первой и второй, а также четвертой лактациям ($p \leq 0,01$ по первой, $p \leq 0,05$ по второй и четвертой). По качественным показателям молока достоверной разницы не установлено, однако она прослеживается по выходу молочного жира и молочного белка в пользу коров третьей лактации, что объясняется большей зависимостью выхода питательных веществ с молоком от удоя.

Установлена и достоверная разница по изменению живой массы с возрастом. Живая масса достоверно повышалась с возрастом во вторую лактацию при $p \leq 0,01$ относительно первой лактации, а начиная с третьей и далее — при $p \leq 0,001$ относительно первой лактации.

Отмечается тенденция снижения массовой доли жира (МДЖ) в молоке и одновременного повышения МДБ с возрастом от первой к четвертой лактации.

Оценку племенной ценности животного проводят по сопряженным показателям количества молочного жира и молочного белка.

Исходя из представленных данных, можно сказать: данные животные превосходят требования голштинской породы более чем на 130%, что соответствует требованиям к молочному стаду племенного репродуктора, а сами коровы могут быть отнесены к классам элита и элита-рекорд.

⁴ <https://plinor.ru/solution/software/solutions/web/selex/>

⁵ https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf

⁶ Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

⁷ ГОСТ 31449-2013 Молоко коровье сырое. Технические условия.

⁸ ГОСТ 3622-68 Молоко и молочные продукты. Отбор проб и подготовка их к испытанию.

⁹ ГОСТ 26809.1-2014 Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 1. Молоко, молочные, молочные составные и молочносодержащие продукты.

¹⁰ ГОСТ 26809.2-2014 Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 2. Масло из коровьего молока, спреды, сыры и сырные продукты, плавленные сыры и плавленные сырные продукты.

¹¹ ГОСТ 5867-90 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира.

¹² ГОСТ 34454-2018 Продукция молочная. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля.

¹³ Лазаренко В.Н. Состояние и пути совершенствования молочного скотоводства в зоне Южного Урала : специальность 06.02.04 «Ветеринарная хирургия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Москва. 1990.

¹⁴ Горелик О.В. Молочная продуктивность, состав молока коров разных генотипов. Москва — Челябинск. 1999. <https://elibrary.ru/YQWPTG>

Коэффициенты биологической эффективности коровы и биологической полноценности дают возможность оценить корову по общему показателю производства молока с точки зрения его пищевой и биологической ценности, поскольку компоненты, входящие в его состав, играют разную роль в обеспечении человека необходимым спектром питательных веществ, что обеспечивает полноценность питания.

В данном случае оказалось, что на каждый килограмм живой массы коровы за лактационный период получают 1,47–1,60 кг сухого вещества и 1,02–1,10 кг сухого обезжиренного молочного остатка.

Первый показатель — сухое вещество — показывает питательную ценность (энергетический показатель) продукта, второй — его биологическую составляющую, поскольку в нем содержатся незаменимые аминокислоты и лактоза, обеспечивающие питание головного мозга и внутренних органов, а также витамины, макро- и микроэлементы и т. д.

В современных условиях, когда поставлена задача достижения в племенных хозяйствах наиболее эффективного удоя коров с повышением содержания основных компонентов [18, 19], актуальность изучения взаимосвязей удоя, содержания жира и белка в условиях интенсивной селекции коров по молочной продуктивности увеличивается [21, 22].

Корреляционные связи приобретают на данном этапе не только теоретическое, но и практическое значение, способствующее решению конкретных задач о методах подбора родительских пар при селекции одновременно по нескольким признакам.

Успех селекции по комплексу признаков в значительной мере обусловлен взаимосвязью между ними.

При отрицательной корреляции работа селекционера значительно усложняется, поскольку отбор приходится вести с учетом многих желательных признаков. При положительной корреляции из комплекса признаков можно выделить основные и вести отбор по ним.

Анализ коэффициентов корреляции по удою молока в зависимости от лактации показал, что по первой лактации можно достаточно точно при показателях взаимосвязи выше средних прогнозировать продуктивность коров по второй и старшей лактациям (табл. 2).

Высокий коэффициент корреляции установлен между 2-й и 3-й лактациями. Более низким он оказался у коров по 4-й лактации относительно первых трех, что объясняется закономерным изменением удоев с возрастом, которые начинают снижаться после достижения максимальных показателей по половозрастной 3-й лактации.

Расчет коэффициентов корреляции между удоем и качественными показателями (МДЖ и МДБ) в молоке показал, что данные животные, за отдельным исключением, имеют положительные показатели сопряженности признаков, но значения их низкие (табл. 3).

Исходя из полученных данных, можно говорить о том, что повышение удоя не сопровождается ухудшением качественных показателей молока и они остаются практически на том же самом уровне.

Исключение составляют изменения удоя и МДБ в молоке по 3-й лактации. Это половозрастная лактация, по которой было получено больше всего молока с неизменным содержанием белка по сравнению с другими возрастными периодами продуктивности, хотя по другим лактациям он повышался с возрастом коров.

Однако большую роль в этом играет тот факт, что на основании полученных данных можно сделать вывод:

Таблица 2. Коэффициенты корреляции удоя по лактациям

Table 2. Correlation coefficients of milk yield by lactation

Удой, кг	1-я лактация	2-я лактация	3-я лактация	4-я лактация
1-я лактация	1	–	–	–
2-я лактация	0,621	1	–	–
3-я лактация	0,671	0,630	1	–
4-я лактация	0,418	0,385	0,480	1

Таблица 3. Сопряженность удоя и качественных показателей молока

Table 3. Relationship between milk yield and quality indicators of milk

	Удой, кг			
	удой по 1-й лактации	удой по 2-й лактации	удой по 3-й лактации	удой по 3-й лактации
МДЖ 1-й лактации, %	0,248	0,233	0,269	0,1131
МДЖ 2-й лактации, %	0,304	0,316	0,303	0,221
МДЖ 3-й лактации, %	0,257	0,208	0,207	0,131
МДЖ 4-й лактации, %	0,196	0,181	0,173	0,022
МДБ 1-й лактации, %	0,040	0,006	0,046	0,054
МДБ 2-й лактации, %	0,019	0,084	0,066	0,033
МДБ 3-й лактации, %	0,010	-0,012	-0,002	-0,075
МДБ 4-й лактации, %	0,157	0,109	0,120	0,059

повышение удоя не приведет к снижению качественных показателей молока, как чаще всего происходит в молочных стадах.

Продолжение племенной работы на повышение удоя не даст отрицательных результатов с точки зрения изменения качества молока, его пищевой ценности.

Как уже было сказано выше, на длительность лактации оказывает влияние длительность сервис-периода, поэтому оценка влияния его длительности на молочную продуктивность коров позволяет в какой-то мере дать ответ на вопрос о его значении в повышении продуктивности коров (рис. 2).

Данные, представленные на диаграмме, дают вполне однозначный ответ: при увеличении длительности сервис-периода увеличивается удой за лактацию. При этом в разные периоды лактационной деятельности коэффициенты корреляции различаются по показателям. Наиболее высокие они между удоем и длительностью сервис-периода одной лактации. По 1-й лактации он составил 0,434, по 2-й — 0,474, по 3-й — 0,467, по 4-й — 0,520.

Рис. 2. Коэффициенты корреляции между удоем и длительностью сервис-периода

Fig. 2. Correlation coefficients between milk yield and duration of the service period

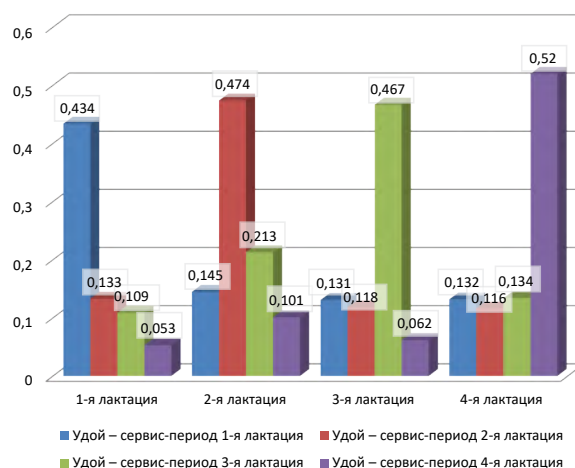
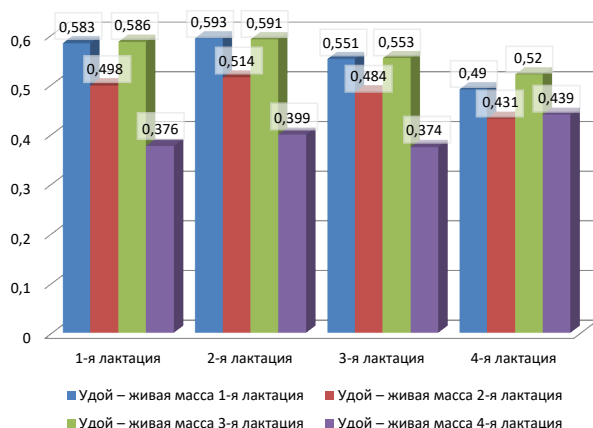


Рис. 3. Коэффициенты корреляции между удоем и живой массой у коров по лактациям

Fig. 3. Correlation coefficients between milk yield and live weight of cows by lactation



Были проведены и расчеты коэффициента корреляции между удоем и живой массой коров по лактациям (рис. 3).

Из представленных на диаграмме данных видно, что сопряженность признаков удоя и живой массы средняя. Это позволяет сделать вывод: повышение живой массы коров приводит к увеличению продуктивности.

Выводы/Conclusions

Таким образом, при проведении племенной работы можно учитывать положительные коэффициенты корреляции по прогнозированию дальнейшей молочной продуктивности коров по удою первотелок. Коэффициент корреляции между удоем по 1-й и последующими лактациями составил от 0,661 до 0,418 и снижался с возрастом.

Получены положительные коэффициенты корреляции между качественными показателями молока, за исключением МДБ по 3-й лактации относительно других лактационных периодов.

Повышение живой массы положительно сказывается на повышении показателей по удою коров при коэффициентах корреляции от 0,470 до 0,581.

Исследование является поисковым и выполнено в рамках научных исследований Уральского государственного аграрного университета (№ государственной регистрации AAAA-A19-1191014000069).

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

- Гридина С.Л., Гридин В.Ф., Лешонков О.И., Гусева Л.В. Динамика развития племенного молочного животноводства Свердловской области. *Аграрный вестник Урала*. 2018; 8(175): 30–34. <https://elibrary.ru/YLGQOL>
- Сермягин А.А., Быкова О.А., Лоретц О.Г., Костюнина О.В., Зиновьева Н.А. Оценка геномной вариативности продуктивных признаков у животных голштинизированной черно-пестрой породы на основе GWAS анализа и ROH паттернов. *Сельскохозяйственная биология*. 2020; 55(2): 257–274.
- Лиходеевская О.Е., Горелик О.В., Севостьянов М.Ю. Оценка воспроизводительных функций голштинизированного черно-пестрого скота в племенных организациях. *Аграрная наука в условиях модернизации и цифрового развития АПК России. Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции*. Курган. 2022; 125–128. <https://elibrary.ru/NKPGUE>
- Чеченихина О.С., Смирнова Е.С. Биологические и продуктивные особенности коров черно-пестрой породы при различной технологии доения. *Молочнохозяйственный вестник*. 2020; 1(37): 90–102.
- Ревина Г.Б., Асташенкова Л.И. Повышение продуктивного долголетия коров голштинской породы. *Сельскохозяйственные науки*. 2018; 8(74): 84–87.
- Костомакхин Н.М., Попов Н.А., Иса А.А. Влияние иммуногенетических особенностей скота на продуктивные и воспроизводительные качества. *Главный зоотехник*. 2018; (1): 15–27.
- Костомакхин Н.М. Селекционные признаки скота голштинской породы, их наследуемость, генетические и фенотипические корреляции. *В сборнике: Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии*. 2021; 237–243.
- Костомакхин Н.М., Воронкова О.А., Габедва М.А. Молочная продуктивность и воспроизводительная способность коров разной кровности по голштинской породе. *Вестник Курганской ГСХА*. 2021; 3(39): 43–50.
- Гридин В.Ф., Гридина С.Л. Анализ породного и классного состава крупного рогатого скота Уральского региона. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2019; (1): 50–51. <https://doi.org/10.31857/S2500-26272019150-51>
- Chechenikhina O.S. et al. Productive qualities of cattle in dependence on genetic and paratypic factors International. *Journal of Advanced Biotechnology and Research*. 2018; 9(1): 587–593.
- Соловьева О.И., Крестьянинова Е.И. Факторы, влияющие на здоровье и долголетие молочных коров. *Повышение конкурентоспособности животноводства и задачи кадрового обеспечения. Материалы XXVIII Международной научно-практической конференции*. п. Быково, Московская обл. 2022; 143–148. <https://elibrary.ru/BAKHWW>
- Сафронов С.Л., Костомакхин Н.М., Соловьева О.И., Остроухова В.И., Кульмакова Н.И. Молочная продуктивность и долголетие коров в условиях промышленной технологии производства молока. *Селекционные и технологические аспекты интенсификации производства продуктов животноводства. По материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 150-летию со дня рождения академика М.Ф. Иванова*. 2022; 223–227.

REFERENCES

- Gridina S.L., Gridin V.F., Leshonok O.I., Guseva L.V. Dynamics of development of pedigree dairy farming in the Sverdlovsk region. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2018; 8(175): 30–34 (in Russian). <https://elibrary.ru/YLGQOL>
- Sermyagin A.A., Bykova O.A., Loretz O.G., Kostyunina O.V., Zinovyeva N.A. Assessment of genomic variability of productive traits in animals of the Holstein black-and-white breed based on GWAS analysis and ROH patterns. *Agricultural biology*. 2020; 55(2): 257–274 (in Russian).
- Likhodeevskaya O.E., Gorelik O.V., Sevostyanov M.Yu. Assessment of the reproductive functions of Holsteinized black-and-white cattle in breeding organizations. *Agricultural science in the context of modernization and digital development of the Russian agro-industrial complex. Collection of articles based on the materials of the International Scientific and Practical Conference*. Kurgan. 2022; 125–128 (in Russian). <https://elibrary.ru/NKPGUE>
- Chechenikhina O.S., Smirnova E.S. Biological and productive characteristics of black-and-white cows with different milking technologies. *Dairy Bulletin*. 2020; 1(37): 90–102 (in Russian).
- Revina G.B., Astashenkova L.I. Increasing the productive longevity of Holstein cows. *Agricultural Sciences*. 2018; 8(74): 84–87 (in Russian).
- Kostomakhin N.M., Popov N.A., Isa A.A. The influence of immunogenetic characteristics of livestock on productive and reproductive qualities. *Chief livestock specialist*. 2018; (1): 15–27 (in Russian).
- Kostomakhin N.M. Selection characteristics of Holstein cattle, their heritability, genetic and phenotypic correlations. *In the collection: Innovations in the livestock and veterinary industries*. 2021; 237–243 (in Russian).
- Kostomakhin N.M., Voronkova O.A., Gabedava M.A. Milk productivity and reproductive ability of cows of different blood according to the Holstein breed. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 2021; 3(39): 43–50 (in Russian).
- Gridin V.F., Gridina S.L. Analysis of the breed and class composition of cattle in the Ural region. *Russian agricultural science*. 2019; (1): 50–51 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S2500-26272019150-51>
- Chechenikhina O.S. et al. Productive qualities of cattle in dependence on genetic and paratypic factors International. *Journal of Advanced Biotechnology and Research*. 2018; 9(1): 587–593.
- Solovyova O.I., Krestyaninova E.I. Factors influencing the health and longevity of dairy cows. *Increasing the competitiveness of livestock farming and the challenges of staffing. Materials of the XXVIII International Scientific and Practical Conference*. Bykovo village, Moscow region. 2022; 143–148 (in Russian). <https://elibrary.ru/BAKHWW>
- Safronov S.L., Kostomakhin N.M., Solovyova O.I., Ostroukhova V.I., Kulmakova N.I. Milk productivity and longevity of cows in the conditions of industrial milk production technology. *Breeding and technological aspects of intensifying the production of livestock products. Based on materials from the All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, dedicated to the 150th anniversary of the birth of Academician M.F. Ivanova*. 2022; 223–227 (in Russian).

13. Сафронов С.Л., Костомакхин Н.М., Соловьёва О.И., Остроухова В.И. Сравнительная характеристика молочной продуктивности коров разного продуктивного долголетия. *Зоотехния*. 2022; (4): 26–28. <https://doi.org/10.25708/ZT.2022.62.46.007> <https://elibrary.ru/MLRPWY>
14. Дунин И.М., Тяпугин С.Е., Мещеряков Р.К. Разведение скота голштинской породы на территории Российской Федерации. *Зоотехния*. 2020. (2): 5–8. <https://doi.org/10.25708/ZT.2020.95.35.002> <https://elibrary.ru/MLVBLY>
15. Дунин И.М., Голубков А.И., Аджибеков К.К. Сравнительная оценка быков-производителей красно-пестрой породы крупного рогатого скота по происхождению и качеству потомства методом дочери-сверстницы (д-с). *Вестник КрасГАУ*. 2015; (9): 212–218.
16. Кузнецов В.М. Разведение по линиям и голштинизация: методы оценки, состояние и перспективы. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2013. (3): 25–79.
17. Любимов А.И., Исупова Ю.В., Юдин В.М. Влияние инбридинга на племенную ценность и реализацию генетического потенциала быков производителей. *Зоотехния*. 2016; (8): 2–4.
18. Прохоренко П.Н. Голштинская порода и ее влияние на генетический прогресс продуктивности черно-пестрого скота европейских стран и Российской Федерации. *Молочное и мясное скотоводство*. 2013; (2): 2–6.
19. Самусенко Л.Д., Химичева С.Н. Генеалогические линии как биологические ресурсы молочного скотоводства. *Зоотехния*. 2018; (6): 7–10.
20. Смирнов В.Н., Руденко О.В. Влияние инбридинга на продуктивные и воспроизводительные качества коров. *Зоотехния*. 2008; (8): 3–5. <https://elibrary.ru/NBKTDN>
21. Мухтарова О.М. Взаимосвязь признаков молочной продуктивности коров при интенсивной селекции. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2022; 11(125): 1–5. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.125.60>

ОБ АВТОРАХ

Прокопий Николаевич Канев¹

аспирант
kanevok@mail.ru
<https://orcid.org/нет>

Ольга Васильевна Горелик¹

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

Светлана Юрьевна Харлап¹

кандидат биологических наук, доцент
proffuniver@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

Артём Сергеевич Горелик²

кандидат биологических наук
temae077ex@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3362-2514>

Максим Борисович Ребезов^{1, 3}

- доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов¹;
- доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник³

rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

¹Уральский государственный аграрный университет,
ул. им. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

²Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России,
ул. Мира, 22, Екатеринбург, 620137, Россия

³Федеральный научный центр пищевых систем
им. В.М. Горбатова Российской академии наук,
ул. им. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия

13. Safronov S.L., Kostomakhin N.M., Solovyova O.I., Ostroukhova V.I. Comparative characteristics of milk productivity of cows of different productive longevity. *Animal science*. 2022; (4): 26–28 (in Russian). <https://doi.org/10.25708/ZT.2022.62.46.007> <https://elibrary.ru/MLRPWY>

14. Dunin I.M., Tyapugin S.E., Meshcheryakov R.K. Breeding Holstein cattle on the territory of the Russian Federation. *Animal science*. 2020; (2): 5–8 (in Russian). <https://doi.org/10.25708/ZT.2020.95.35.002> <https://elibrary.ru/MLVBLY>

15. Dunin I.M., Golubkov A.I., Adzhibekov K.K. Comparative assessment of sires of the red-motley breed of cattle by origin and quality of offspring using the daughter-peer method (d-s). *Bulletin of KrasGAU*. 2015; (9): 212–218 (in Russian).

16. Kuznetsov V.M. Line breeding and Holsteinization: assessment methods, status and prospects. *Problems of biology of productive animals*. 2013; (3): 25–79 (in Russian).

17. Lyubimov A.I., Isupova Yu.V., Yudin V.M. The influence of inbreeding on the breeding value and realization of the genetic potential of sire bulls. *Animal science*. 2016; (8): 2–4 (in Russian).

18. Prokhorenko P.N. The Holstein breed and its influence on the genetic progress of the productivity of black and white cattle in European countries and the Russian Federation. *Dairy and beef cattle breeding*. 2013; (2): 2–6 (in Russian).

19. Samusenko L.D., Khimicheva S.N. Genealogical lines as biological resources of dairy cattle breeding. *Animal science*. 2018; (6): 7–10 (in Russian).

20. Smirnov V.N., Rudenko O.V. The influence of inbreeding on the productive and reproductive qualities of cows. *Animal science*. 2008; (8): 3–5 (in Russian). <https://elibrary.ru/NBKTDN>

21. Mukhtarova O.M. Interrelation of traits of milk productivity of cows under intensive selection. *International scientific research journal*. 2022; 11(125): 1–5 (in Russian). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.125.60>

ABOUT THE AUTHORS

Prokopiyy Nikolaevich Kanev¹

Graduate Student
kanevok@mail.ru
<https://orcid.org/>

Olga Vasilyevna Gorelik¹

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

Svetlana Yurievna Kharlap¹

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
proffuniver@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

Artem Sergeevich Gorelik²

Candidate of Biological Sciences
temae077ex@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3362-2514>

Maksim Borisovich Rebezov^{1, 3}

- Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products¹;
- Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher³

rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

¹Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia

²Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia,
22 Mira Str., Yekaterinburg, 620137, Russia

³V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems
of the Russian Academy of Sciences,
26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

В.И. Косилов¹
Ю.А. Юлдашбаев²
Е.А. Никонова¹ ✉
И.А. Рахимжанова¹
Р.Г. Калякина¹
М.Н. Долгая³

¹Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

²Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

³ООО ГК ВИК, Островцы, Раменский г. о., Московская обл., Россия

✉ nikonovaea84@mail.ru

Поступила в редакцию:
24.11.2023

Одобрена после рецензирования:
12.02.2024

Принята к публикации:
28.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-98-103

Vladimir I. Kosilov¹
Yusupzhan A. Yuldashbaev²
Elena A. Nikonova¹ ✉
Ilmira A. Rakhimzhanova¹
Raila G. Kalyakina¹
Marina N. Dolgaya³

¹Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

²Russian State Agrarian University — K.A. Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

³VIC Group of Companies LLC, Ostrovtsy, Ramenskoye, Moscow region, Russia

✉ nikonovaea84@mail.ru

Received by the editorial office:
24.11.2023

Accepted in revised:
12.02.2024

Accepted for publication:
28.02.2024

Влияние генотипа баранчиков на потребление и использование питательных веществ кормов рациона

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Приводятся результаты изучения потребления и использования питательных веществ кормов рациона чистопородными и помесными баранчиками.

Методика. Для проведения исследования из новорожденного молодняка были сформированы подопытные группы баранчиков: I — романовская порода, II — 1/2 романовская × 1/2 эдильбай, III — 1/4 романовская × 3/4 эдильбай. Для изучения потребления и использования питательных веществ кормов рациона проводили балансовый опыт по методике ВИЖ (А.И. Овсянников, 1976 г.).

Результаты. Установлено, что помесный молодняк наиболее интенсивно потребляет и использует питательные вещества рациона. Достаточно отметить, что коэффициент переваримости питательных веществ молодняком III опытной группы был выше, чем молодняком I и II групп, в среднем на 0,3–1,75. Полученные результаты свидетельствуют, что помесный молодняк II и III групп лучше использовал питательные вещества рациона, чем чистопородные сверстники. При этом лучшей способностью к переваримости питательных веществ рационов характеризовался помесный молодняк III группы.

Ключевые слова: овцеводство, эдильбаевская порода, романовская порода, баранчики, помеси, потребление и использование питательных веществ кормов рациона

Для цитирования: Косилов В.И., Никонова Е.А., Юлдашбаев Ю.А., Рахимжанова И.А., Калякина Р.Г., Долгая М.Н. Влияние генотипа баранчиков на потребление и использование питательных веществ кормов рациона. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 98–103.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-98-103>

© Косилов В.И., Никонова Е.А., Юлдашбаев Ю.А., Рахимжанова И.А., Калякина Р.Г., Долгая М.Н.

Influence of genotype of lam on the consumption and use of nutrients in the diets

ABSTRACT

Relevance. The results of a study of the consumption and use of dietary nutrients by purebred and crossbred rams are presented.

Methodology. To conduct the study, experimental groups of rams were formed from newborn young animals: I — Romanovskaya breed, II — 1/2 Romanovskaya × 1/2 edilbai, III — × 1/4 Romanovskaya × 3/4 edilbai. To study the consumption and use of nutrients in the diet, a balance experiment was carried out using the VIZh method (A.I. Ovsyannikov, 1976).

Results. It has been established that crossbred young animals consume and use the nutrients of the diet most intensively. It is enough to note that the coefficient of digestibility of nutrients by young animals of the experimental group III was higher than by young animals of groups I and II, on average by 0.3–1.75. The results obtained indicate that crossbred young animals of groups II and III made better use of dietary nutrients than purebred peers. At the same time, crossbred young animals of group III were characterized by a better ability to digest nutrients in diets.

Key words: sheep breeding, Edilbaevskaya breed, Romanovskaya breed, rams, crossbreeds, consumption and use of dietary nutrients

For citation: Kosilov V.I., Yuldashbaev Yu.A., Nikonova E.A., Rakhimzhanova I.A., Kalyakina R.G., Dolgaya M.N. The influence of ram genotype on the consumption and utilization of dietary feed nutrients. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 98–103 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-98-103>

© Kosilov V.I., Yuldashbaev Yu.A., Nikonova E.A., Rakhimzhanova I.A., Kalyakina R.G., Dolgaya M.N.

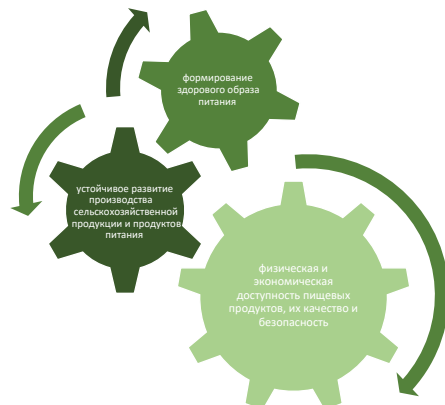
Введение/Introduction

Продовольственная безопасность¹ означает такой уровень снабжения страны продовольствием из внутренних и внешних источников, который обеспечивает бесперебойное снабжение населения основными видами продовольствия.

Основные звенья, обеспечивающие продовольственную безопасность страны, представлены на рисунке 1.

Рис. 1. Факторы, обеспечивающие продовольственную безопасность страны

Fig. 1. Factors ensuring the country's food security



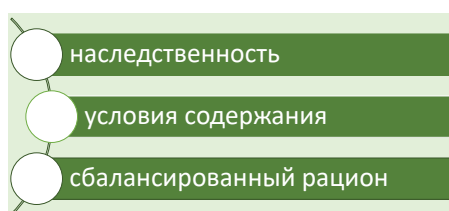
В структуре питания населения особая роль отводится продукции животного происхождения².

Мясо и мясная продукция являются источником белка, сбалансированного по аминокислотному составу в соответствии с потребностями человека [1–4].

Продуктивность сельскохозяйственных животных складывается из множества факторов [5–8], в том числе представленных на рисунке 2.

Рис. 2. Факторы, влияющие на продуктивность сельскохозяйственных животных

Fig. 2. Factors, influencing the productivity of farm animals



Кормление — фактор, который непосредственно оказывает большое влияние на изменение линейных и весовых показателей растущего молодняка овец [9–14].

Переваривание и использование питательных веществ рациона, являясь основным этапом обмена веществ кормов рациона, способствуют росту и развитию сельскохозяйственного животного [15–18]. Эффективность и интенсивность этих процессов зависят от организации кормления по сбалансированным рационам по всем необходимым веществам, что значительно

способствует проявлению генетического потенциала продуктивности животных [19–22]. Переваримость питательных веществ обозначается разностью между количеством принятых животными питательных веществ с кормом и выделенных с калом [23–26]. Переваримость характеризуется особенностью животных соответственно своим возможностям перерабатывать и усваивать питательные вещества корма [27–30].

В проведенных исследованиях изучение переваримости питательных веществ рационов подопытным молодняком имеет научное значение, так как позволяет определить уровень физиологической возможности животных, различающихся по генотипу.

Цель исследования — установить влияние генотипа на потребление и использование питательных веществ кормов рациона.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объектом исследования являлись баранчики следующих генотипов: I — романовская порода, II — 1/2 романовская × 1/2 эдильбай, III — 1/4 романовская × 3/4 эдильбай.

Баранчики всех групп до 4-месячного возраста выращивались под матерями на подсосе. После отъема в 4 месяца они выпасались на пастбище, с 8 до 10 месяцев находились на стойловом содержании.

Гибридные животные и их аналоги (сверстники) романовской породы содержались совместно в одинаковых условиях. Все животные получали комбинированный рацион согласно нормам ВИЖ³.

Эксперименты проводили в соответствии с основами и принципами надлежащего содержания и ухода за животными⁴.

Для изучения обмена веществ в организме молодняка и использования питательных веществ и энергии на синтез продукции в 8-месячном возрасте был проведен балансовый опыт по общепринятым методикам⁵.

Оценка питательной ценности кормов рациона проводилась согласно стандартным методам: сухое вещество — согласно ГОСТ 31640⁶, органическое вещество — по ГОСТ 32993⁷. Определение азота и сырого протеина — по ГОСТ 13496.4⁸, сырого жира — по ГОСТ 13496.15⁹, клетчатки — по ГОСТ 31675¹⁰.

Расчет безазотистых экстрактивных веществ по формуле:

$$\text{БЭВ (г / 100 г)} = 100 - (\% \text{ влажности} + \text{белок} + \text{жир} + \text{зола} + \text{клетчатка})$$

Для статистического анализа использовали программное обеспечение Microsoft Excel (США). Вычисляли средние арифметические (M) и стандартные ошибки средних ($\pm$ SEM).

Достоверность различия сравниваемых средних значений оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Значимость различий была установлена на уровне $p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$.

¹ <http://www.scrf.gov.ru/security/economic/document108/> Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 года № 120).

² <https://fbuz-74.ru/about/news/1984/> Качество и безопасность мяса и мясной продукции. Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области.

³ Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. Москва. 2003; 456.

⁴ Директива Европейского парламента и Совета ЕС от 22 сентября 2010 г. № 2010/63/ЕС по защите и охране животных, используемых в научных целях. https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf

⁵ Методы исследований питания сельскохозяйственных животных (под ред. академика Кальницкого Б.Д.). Боровск. 1998; 406.

⁶ ГОСТ 31640-2012 Корма. Методы определения содержания сухого вещества. М.: Стандартинформ. 2020.

⁷ ГОСТ 32933-2014. Корма, комбикорма. Метод определения содержания сырой золы.

⁸ ГОСТ 13496.4-93 Корма, комбикорма. Методы определения содержания азота и сырого протеина. М.: Стандартинформ. 2011.

⁹ ГОСТ 13496.15-2016 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира.

¹⁰ ГОСТ 31675-2012 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации.

Результаты и их обсуждение / Results and discussion

Для баранчиков всех опытных групп были созданы идентичные условия содержания и кормления.

В результате проведенных исследований было установлено, что генотипические особенности молодняка овец сказались на потреблении питательных веществ, принятых с кормом (рис. 3).

Достаточно отметить, что помесный молодняк III опытной группы, имеющий генотип 1/4 романовская × 3/4 эдильбай, превосходил чистопородных сверстников I группы и помесных II группы (1/2 романовская × 1/2 эдильбай) по количеству принятого сухого вещества на 194,1 г (14,8%) и 10,7 г (0,72%).

При этом молодняк II опытной группы превосходил чистопородных баранчиков романовской породы по этому показателю на 183,6 г (14,0%). Различия по количеству принятого сухого вещества отразились и на количестве принятых отдельных питательных веществ корма. При этом преимущественное положение сохранилось за баранчиками II и III опытных групп. Так, по потреблению органического вещества чистопородные баранчики романовской породы уступали сверстникам II и III групп на 170,2 г (14,0%) и 192,3 г (15,9%), сырого протеина — на 19,8 г (10,3%) и 21,8 г (11,4%), сырого жира — на 10,1 г (23,6%) и 10,5 г (24,6%), сырой клетчатки — на 67,5 г (23,4%) и 70,5 г (24,4%), БЭВ — на 72,3 г (10,5%) и 79,6 г (11,6%).

Следует отметить что помесный молодняк III опытной группы превосходил сверстников II группы по изучаемым показателям на 12,2 г (0,9%), 2,0 г (0,9%), 0,4 г (0,8%), 3,0 г (0,8%), 7,3 г (1,0%) соответственно, что обусловлено более существенным проявлением эффекта скрещивания у баранчиков этого генотипа.

Потребленные питательные вещества рациона, поступившие за сутки в организм животного, усваиваются не в полном объеме и частично выделяются с калом, мочой.

Результаты, полученные при разности питательных веществ, выделенных из организма с калом, от количества, принятого с кормом, определяют количество питательных веществ, переваренных в организме молодняка овец (рис. 4).

Установлено, что помесный молодняк II и III групп лучше переваривал сухое вещество кормов рациона на 128,6–146,2 г (15,3–17,4%), органическое вещество — на 120,3–132,7 г (14,9–16,5%), сырой протеин — на 14,3–15,9 г (12,0–13,4%), сырой жир — на 6,3–6,8 г (24,6–26,6%), сырую клетчатку — на 35,7–37,4 г (23,9–25,1%), БЭВ — на 64–72,6 г (12,5–14,2%), чем чистопородный молодняк I группы.

Преимущество по перевариванию питательных веществ корма было на стороне помесных баранчиков III группы (1/4 романовская × 3/4 эдильбай), что свидетельствует о более эффективном использовании полученных питательных веществ с кормом баранчиками этого генотипа. Об этом же свидетельствуют и коэффициенты переваримости питательных веществ, которые показывают способность животных переваривать и усваивать корма рациона (табл. 1).

Достаточно отметить, что коэффициент переваримости питательных веществ молодняком III опытной группы был выше, чем молодняком I и II групп, в среднем на 0,30–1,75%. Полученные результаты свидетельствуют, что помесный молодняк II и III групп лучше использовал питательные вещества рациона, чем чистопородные сверстники. При этом лучшей способностью к

Рис. 3. Количество питательных веществ, принятых молодняком овец (в среднем на одно животное), г

Fig. 3. The amount of nutrients taken by young sheep (on average per animal), g

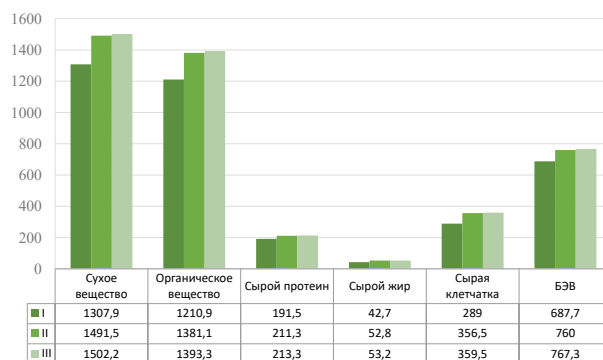


Рис. 4. Количество питательных веществ, переваренных молодняком овец (в среднем на одно животное), г

Fig. 4. The amount of nutrients digested by young sheep (on average per animal), g

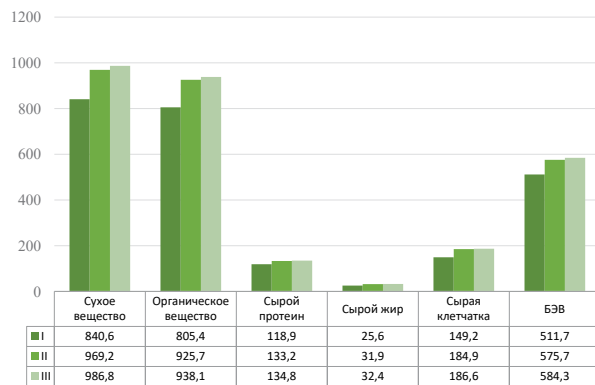


Таблица 1. Коэффициент переваримости питательных веществ молодняка овец (в среднем на одно животное), %

Table 1. The coefficient of digestibility of nutrients of young sheep (on average per animal), %

Показатель	Группа		
	I	II	III
Сухое вещество	64,27±0,13	64,98±0,15	65,69±0,09
Органическое вещество	66,51±0,09	67,03±0,11	67,33±0,23
Сырой протеин	62,14±0,07	62,90±0,12	63,18±0,14
Сырой жир	60,14±0,03	60,51±0,08	60,84±0,12
Сырая клетчатка	51,63±0,14	51,86±0,12	51,91±0,11
БЭВ	74,40±0,08	75,75±0,08	76,15±0,09

переваримости питательных веществ рационов характеризовался помесный молодняк III группы.

Выводы/Conclusions

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что на более эффективное использование питательных веществ корма на образование продукции оказывает влияние генотип. Установлено, что объем переваримого сухого вещества при пересчете на голову у животных помесных групп ¼ романовская × ¾ эдильбай выше на 17,3%, а сырого протеина — выше на 11,2% относительно чистопородных животных романовской породы.

Скрещивание животных разного направления продуктивности и получение помесей разной доли кровности оказывают положительное влияние на потребление и использование питательных веществ рациона.

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

- Zinina O., Merenkova S., Rebezov M., Galimov D., Khayrullin M., Burkov P. Physicochemical, Functional, and Technological Properties of Protein Hydrolysates Obtained by Microbial Fermentation of Broiler Chicken Gizzards. *Fermentation*. 2022; 8(7): 317. <https://doi.org/10.3390/fermentation8070317>
- Суйчинов А.К. и др. Исследование пищевой ценности паштета из мяса птицы с добавлением белково-минеральной добавки. *Всё о мясе*. 2023; (4): 34–39. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-4-34-39>
- Duysembaev S.T., Serikova A.T., Okuskhanova E.K., Rebezov M.B., Esimbekov Zh.S. Nutritive value of beef under the radioactive contamination. *Экология. Радиация. Здоровье. IX Международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию юбилею Государственного медицинского университета г. Семей*. Семей: Государственный медицинский университет г. Семей. 2013; 15. <https://elibrary.ru/zalvxt>
- Горелик О.В., Ребезов М.Б., Горелик А.С., Дьяков М.В. Оценка качественных показателей мяса, полученного от сверхремонтных телок разного возраста. *АПК России*. 2022; 29(2): 218–225. <https://doi.org/10.55934/10.55934/2587-8824-2022-29-2-218-225>
- Жаймышева С.С., Нуржанов Б.С., Толочка В.В., Ребезов М.Б., Салихов А.А., Кубатбеков Т.С. Влияние генотипа бычков на возрастную динамику живой массы и интенсивность роста. *Мичуринский агрономический вестник*. 2020; (3): 20–26. <https://www.elibrary.ru/ejjafr>
- Кубатбеков Т.С. и др. Влияние скрещивания черно-пестрого скота с голштинами на убойные качества помесного молодняка. *Мичуринский агрономический вестник*. 2021; (1): 54–59. <https://www.elibrary.ru/ymcgjl>
- Андриенко Д.А., Траисов Б.Б., Ребезов М.Б., Галиева З.А. Морфологический состав туш молодняка овец ставропольской породы на Южном Урале. *Наука и образование*. 2020; (3–1): 20–25. <https://www.elibrary.ru/gpvhdh>
- Горелик О.В., Ребезов М.Б., Николаева Н.В. Хозяйственно полезные качества коров в зависимости от кровности по голштинской породе. *Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Сборник материалов V Международной научно-практической конференции*. Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет. 2021; 436–442. <https://www.elibrary.ru/nyrxqc>
- Баймишев Х.Б., Есенгалиев К.Г., Траисов Б.Б. Рост, развитие и мясная продуктивность молодняка овец акжайкской мясо-шерстной породы в зависимости от линейной принадлежности. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017; 2(2): 52–55. https://doi.org/10.12737/article_58f848135a7877.47141569
- Косилов В.И., Шкилев П.Н., Никонова Е.А. Влияние полового диморфизма на весовой и линейный рост цыгайской породы. *Овцы, козы, шерстяное дело*. 2009; (2): 110–113. <https://www.elibrary.ru/shxvel>
- Давлетова А.М., Смагулов Д.Б., Траисов Б.Б., Тулебаев Б., Кубатбеков Т.С. Продуктивные качества курдючных овец Запдно-Казахстанской области. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020; (2): 267–270. <https://www.elibrary.ru/qqwgom>
- Андриенко Д.А., Никонова Е.А., Шкилев П.Н. Состояние и тенденции развития овцеводства на Южном Урале. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2008; (1): 86–88. <https://www.elibrary.ru/mhvtvt>
- Базаев С.О., Юлдашбаев Ю.А., Арилов А.Н. Качественная характеристика мяса калмыцких курдючных овец и их помесей с баранами-производителями породы дорпер. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020; (5): 223–226. <https://www.elibrary.ru/xlggfi>
- 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 рационами. *Аграрная наука*. 2022; (9): 59–64. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-59-64>
- Некрасов А.И., Горелик О.В., Ребезов М.Б., Курмакаева Т.В. Откормочные и мясные качества молодняка черно-пестрой породы при использовании пробиотиков. *Повышение конкурентоспособности животноводства и задачи кадрового обеспечения. Материалы Международной научно-практической конференции*. Подольск: Российская академия менеджмента в животноводстве. 2018; 168–173. <https://www.elibrary.ru/xyeoot>
- Губер Н.Б., Ребезов М.Б. Оценка влияния биологически активных веществ на физико-химические свойства говядины. *Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства*. 2014; 2(7): 47–50. <https://www.elibrary.ru/tbjrif>
- Максимюк Н.Н., Ребезов М.Б., Назин Р.В. Влияние пептидсодержащих препаратов на иммунобиологический статус животных. *Вестник Новгородского государственного университета*. 1999; (11): 8–10. <https://www.elibrary.ru/tvkmod>

REFERENCES

- Zinina O., Merenkova S., Rebezov M., Galimov D., Khayrullin M., Burkov P. Physicochemical, Functional, and Technological Properties of Protein Hydrolysates Obtained by Microbial Fermentation of Broiler Chicken Gizzards. *Fermentation*. 2022; 8(7): 317. <https://doi.org/10.3390/fermentation8070317>
- Suychinov A.K. *et al.* Study of the nutritional value of poultry meat pate with a protein-mineral supplement. *Vse o myase*. 2023; (4): 34–39 (in Russian). <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-4-34-39>
- Duysembaev S.T., Serikova A.T., Okuskhanova E.K., Rebezov M.B., Esimbekov Zh.S. Nutritive value of beef under the radioactive contamination. *Ecology. Radiation. Health. IX International scientific and practical conference dedicated to the 60th anniversary of the Semey State Medical University*. Semey: Semey State Medical University. 2013; 15. <https://elibrary.ru/zalvxt>
- Gorelik O.V., Rebezov M.B., Gorelik A.S., Dyakov M.V. Evaluation of quality indicators of meat obtained from over-repair heifers of different ages. *Agroindustrial complex of Russia*. 2022; 29(2): 218–225 (in Russian). <https://doi.org/10.55934/10.55934/2587-8824-2022-29-2-218-225>
- Zhaimysheva S.S., Nurzhanov B.S., Tolochka V.V., Rebezov M.B., Salikhov A.A., Kubatbekov T.S. Influence of the genotype of bulls on the age dynamics of live weight and growth intensity. *Michurinsk agronomy bulletin*. 2020; (3): 20–26 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ejjafr>
- Kubatbekov T.S. *et al.* Influence of crossing black-and-white cattle with Holstein on the slaughter qualities of crossbred young stock. *Michurinsk agronomy bulletin*. 2021; (1): 54–59 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ymcgjl>
- Andrienko D.A., Traisov B.B., Rebezov M.B., Galieva Z.A. The morphological composition of the carcasses of young sheep of the Stavropol breed in the Southern Urals. *Science and education*. 2020; (3–1): 20–25 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/gpvhdh>
- Gorelik O.V., Rebezov M.B., Nikolaeva N.V. Economically useful qualities of cows depending on the bloodline of the Holstein breed. *Scientific, educational and applied aspects of production and processing of agricultural products. Collection of proceedings of the V International scientific and practical conference*. Cheboksary: Chuvash State Agrarian University. 2021; 436–442 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/nyrxqc>
- Baymishiev Kh.B., Esengaliyev K.G., Traisov B.B. Growth, development and meat productivity of young sheep of Akzhaiskoy meat-wool breed depending on the linear supplies. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2017; 2(2): 52–55 (in Russian). https://doi.org/10.12737/article_58f848135a7877.47141569
- Kosilov V.I., Shkilev P.N., Nikonova E.A. The influence of sexual dimorphism on the weight and linear growth of the Tsigaï breed. *Sheep, goats, wool business*. 2009; (2): 110–113 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/shxvel>
- Davletova A.M., Smagulov D.B., Traisov B.B., Tulebaev B., Kubatbekov T.S. Productive qualities of fat tail sheep reared in the West Kazakhstan region. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2020; (2): 267–270 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/qqwgom>
- Andrienko D.A., Nikonova E.A., Shkilev P.N. The situation with sheep breeding development in the South Urals. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2008; (1): 86–88 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/mhvtvt>
- Bazaev S.O., Yuldashbaev Yu.A., Arilov A.N. Qualitative characteristics of mutton of Kalmyk fat-tailed sheep and their crosses with Dorper siring rams. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2020; (5): 223–226 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xlggfi>
- 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>
- Nekrasov A.I., Gorelik O.V., Rebezov M.B., Kurmakaeva T.V. Fattening and meat qualities of young black-motley breed with the use of probiotics. *Increasing the competitiveness of livestock farming and the challenges of staffing. Proceedings of the International scientific and practical conference*. Podolsk: Russian Academy of Livestock Management. 2018; 168–173 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xyeoot>
- Guber N.B., Rebezov M.B. Estimation of effect of biologically active substances on the quality of beef. *Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*. 2014; 2(7): 47–50 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/tbjrif>
- Maksimyuk N.N., Rebezov M.B., Nazin R.V. The influence of peptide-containing drugs on the immunobiological status of animals. *Vestnik Novgorod State University*. 1999; (11): 8–10 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/tvkmod>

18. Топурия Г.М., Топурия Л.Ю., Ребезов М.Б. Влияние препарата «Гамавит» на организм коров и их потомство. *Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения. Сборник научных трудов*. Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия. 2016; 211–213. <https://www.elibrary.ru/vvpnlx>

19. Юлдашбаев Ю.А., Косилов В.И., Никонова Е.А., Кубатбеков Т.С., Чылбак-оол С.О., Толочка В.В. Оплодотворяющая способность спермы баранов. *Аграрная наука*. 2021; (3): 34–37. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-34-37>

20. Шкилев П.Н., Газеев И.Р., Никонова Е.А. Биологическая ценность мяса овец цыгайской, южноуральской и ставропольской пород с учетом возраста, пола и кастрации. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2011; (1): 181–185. <https://www.elibrary.ru/ndrggt>

21. Косилов В.И., Никонова Е.А., Траисов Б.Б., Юлдашбаев Ю.А. Пищевая ценность мяса овец разных генотипов. *Овцы, козы, шерстяное дело*. 2018; (3): 25–26. <https://www.elibrary.ru/ylccfv>

22. 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>

23. Швед А.В. Влияние фосфатидсодержащей кормовой добавки на гематологические показатели телят. *Животноводство и ветеринарная медицина*. 2023; (4): 36–40. <https://www.elibrary.ru/cvhwbe>

24. Цай В.П. и др. Влияние качества протеина на переваримость питательных веществ у молодняка крупного рогатого скота. *Проблемы биотехнологии, селекции, кормления и кормопроизводства современного животноводства. Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Национальной академии наук Беларуси*. Жодино: Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. 2023; 239–243. <https://www.elibrary.ru/sokujm>

25. Зотеев С.В., Некрасов Р.В., Зотеев В.С. Переваримость и использование питательных веществ рациона телятами-молочниками при скормлении комбикормов-стартеров с рыхловым жмыхом. *Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции*. Кинель: Самарский государственный аграрный университет. 2023; 418–423. <https://www.elibrary.ru/yaebwu>

26. Радчиков В.Ф. и др. Процессы в пищеварении и использование питательных веществ корма при разном соотношении расщепляемого и нерасщепляемого протеина. *Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения академика С.И. Назарова*. Минск: Белорусская наука. 2023; 240–245. <https://www.elibrary.ru/kngqhw>

27. Траисов Б.Б., Бейшова И.С., Юлдашбаев Ю.А., Косилов В.И., Никонова Е.А. Морфологические и биохимические показатели крови полукорунных овец. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2022; (2): 315–319. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-94-2-315-319>

28. Nikonova E.A., Kosilov V.I., Anhalt E.M. The influence of the genotype of gobies on the quality of meat products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 624: 012131. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012131>

29. 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>

30. Косилов В.И., Никонова Е.А., Харламов А.В., Газеев И.Р., Галиева З.А. Потребление и использование питательных веществ и энергии корма бычками-кастрами симментальской породы при скормлении кормовой добавки «Ветоспорин-актив». *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018; (6): 210–214. <https://www.elibrary.ru/ysuckd>

18. Topuria G.M., Topuria L.Yu., Rebezov M.B. The effect of the drug “Gamavit” on the body of cows and their offspring. *Current problems of agricultural science and ways to solve them. Collection of scientific papers*. Kinel: Samara State Agricultural Academy. 2016; 211–213 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vvpnlx>

19. Yuldashbaev Yu.A., Kosilov V.I., Nikonova E.A., Kubatbekov T.S., Chylbak-ool S.O., Tolochka V.V. The fertilizing capacity of sheep sperm. *Agrarian science*. 2021; (3): 34–37 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-34-37>

20. Shkilyov P.N., Gazeev I.R., Nikonova E.A. Biological value of mutton of Tsigay, Yuzhnouralskaya and Stavropolskaya sheep breeds taking into account their age, sex and castration. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2011; (1): 181–185 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ndrggt>

21. Kosilov V.I., Nikonova E.A., Traisov B.B., Yuldashbaev Yu.A. Nutritional value of sheep meat of different genotypes. *Sheep, goats, wool business*. 2018; (3): 25–26 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ylccfv>

22. 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>

23. Shved A.V. The influence of phosphatide-containing feed additive on hematological indicators of calves. *Animal agriculture and veterinary medicine*. 2023; (4): 36–40 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/cvhwbe>

24. Tsai V.P. et al. The effect of protein quality on the efficiency of calf rearing. *Problems of biotechnology, selection, feeding and feed production of modern animal husbandry. Collection of articles based on the proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 95th anniversary of the National Academy of Sciences of Belarus*. Zhodino: Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry. 2023; 239–243 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/sokujm>

25. Zoteev S.V., Nekrasov R.V., Zoteev V.S. Digestibility and use of nutrients of the diet by dairy calves when feeding starter feeds with ginger cake. *Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex. Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference*. Kinel: Samara State Agrarian University. 2023; 418–423 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/yaebwu>

26. Radchikov V.F. et al. Processes in digestion and the use of feed nutrients with a different ratio of cleavable and non-cleavable protein. *Scientific and technological progress in agricultural production. Proceedings of the International Scientific and Technical Conference dedicated to the 95th anniversary of the birth of Academician S.I. Nazarov*. Minsk: Belorusskaya nauka. 2023; 240–245 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/kngqhw>

27. Traisov B.B., Beishova I.S., Yuldashbaev Yu.A., Kosilov V.I., Nikonova E.A. Morphological and biochemical parameters of blood of semi-fine-fleeced sheep. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022; (2): 315–319 (in Russian). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-94-2-315-319>

28. Nikonova E.A., Kosilov V.I., Anhalt E.M. The influence of the genotype of gobies on the quality of meat products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 624: 012131. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012131>

29. 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>

30. Kosilov V.I., Nikonova E.A., Kharlamov A.V., Gazeev I.R., Galieva Z.A. Intake and digestion of feed nutrients and energy by Simmental castrated steers when fed the Vetosporin-Active additive. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018; (6): 210–214 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ysuckd>

ОБ АВТОРАХ

Владимир Иванович Косилов¹

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства
kosilov_vi@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4754-1771>

Юсупжан Артыкович Юлдашбаев²

доктор сельскохозяйственных наук, академик Российской академии наук, профессор
zoo@rgau-msha.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7150-1131>

Елена Анатольевна Никонова¹

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства
nikonovaea84@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0906-8362>

ABOUT THE AUTHORS

Vladimir Ivanovich Kosilov¹

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 Yuldashbaev²

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 Nikonova¹

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>

Ильмира Агзамовна Рахимжанова¹

доктор сельскохозяйственных наук
kaf36@orensau.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7771-7291>

Раиля Губайдулловна Калякина¹

кандидат биологических наук
kalyakina_railya@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8892-0669>

Марина Николаевна Долгая³

кандидат биологических наук, научный консультант
dolgaya@vicgroup.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3123-6641>

¹Оренбургский государственный аграрный университет,
ул. Челюскинцев, 18, Оренбург, 460040, Россия

²Российский государственный аграрный университет —
МСХА им. К.А. Тимирязева,
ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127434, Россия

³ООО ГК ВИК,
дер. Островцы, квартал 30137, стр. 681, Раменский г. о.,
Московская обл., 140125, Россия

Ilmira Agzamovna Rakhimzhanova¹

Doctor of Agricultural Sciences
kaf36@orensau.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7771-7291>

Railya Gubaidullovna Kalyakina¹

Candidate of Biological Sciences
kalyakina_railya@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8892-0669>

Marina Nikolaevna Dolgaya³

Candidate of Biological Sciences, Scientific Editor
dolgaya@vicgroup.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3123-6641>

¹Orenburg State Agrarian University,
18 Chelyuskintsev Str., Orenburg, 460040, Russia

²Russian State Agrarian University — K.A. Timiryazev Agricultural
Academy,
49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russia

³VIC Group of Companies LLC,
30137 block, 681 building Ostrovtsy village, Ramenskoye City District,
Moscow region, 140125, Russia

УДК: 502.662.2, 631.472.74, 502.7

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-104-108

И.А. Дегтярева ✉

Г.Ф. Рахманова

Федеральный исследовательский центр
«Казанский научный центр Российской
академии наук», Казань, Россия

✉ peace-1963@mail.ru

Поступила в редакцию:
17.07.2023

Одобрена после рецензирования:
13.02.2024

Принята к публикации:
29.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-104-108

Irina A. Degtyareva ✉

Gulnara F. Rakhmanova

Federal Research Center "Kazan Scientific
Center of the Russian Academy of Sciences",
Kazan, Russia

✉ peace-1963@mail.ru

Received by the editorial office:
17.07.2023

Accepted in revised:
13.02.2024

Accepted for publication:
29.02.2024

Ускоренная технология очистки нефтезагрязненных почв

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Теоретически обоснована уникальность практического применения ускоренной и экологически безопасной технологии рекультивации нефтезагрязненных земель, в которой используются местное минеральное сырье, консорциум автохтонных углеводородоокисляющих бактерий с полифункциональными положительными свойствами, эффективные растения — фитомелиоранты. Углеводородное загрязнение ликвидируется непосредственно на месте разлива, а скорость возврата нарушенных почв в сельскохозяйственный оборот в 3–4 раза быстрее традиционных приемов.

Методы. Объекты исследований: механоактивированный бентопорошок и нанобентонит, консорциум углеводородоокисляющих бактерий, составленный из трех автохтонных штаммов. Почва — чернозем выщелоченный. Пшеница — яровая. Нефть — девонская. Концентрация загрязнения нефтью на участке составила 6,4%. Бентопорошок и нанобентонит вносили в дозах 6,0 т/га и 0,3 т/га соответственно. Отбор проб проводили пробоотборником на 0-е, 15-е, 30-е, 90-е сутки.

Результаты. Рекомендованы оптимальные дозы внесения бентопорошка и нанобентонита в нарушенную почву выше среднего уровня загрязнения (6,0 т/га и 0,3 т/га соответственно). Спустя 15 суток уровень загрязнения уменьшается вдвое (до 51,1 г/кг и 40,8 г/кг с бентопорошком и нанобентонитом соответственно). Удаления внесенного минерального сорбента не требуется, так как он в дальнейшем становится источником минерального питания для автохтонных микроорганизмов-деструкторов и почвоулучшителем. На втором инновационном этапе применяют консорциум, сформированный из эффективных штаммов и адаптированный к конкретным условиям. Штаммы консорциума встраиваются в экологическую нишу, адаптируются и начинают активно развиваться, утилизируя нефть и нефтепродукты. Спустя месяц уровень загрязнения снижается до 19,2 г/кг и 9,2 г/кг при внесении бентопорошка и нанобентонита соответственно.

Ключевые слова: почва, нефть, рекультивация, природные минералы, углеводородоокисляющие бактерии, фитомелиоранты

Для цитирования: Дегтярева И.А., Рахманова Г.Ф. Ускоренная технология очистки нефтезагрязненных почв. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 104–108.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-104-108>

© Дегтярева И.А., Рахманова Г.Ф.

Accelerated technology for cleaning oil-contaminated soils

ABSTRACT

Relevance. The uniqueness of the practical application of accelerated and environmentally safe technology for the reclamation of oil-polluted lands, which uses local mineral raw materials, a consortium of autochthonous hydrocarbon-oxidizing bacteria with multifunctional positive properties, effective phytomeliolants, is theoretically substantiated. Hydrocarbon pollution is eliminated directly at the spill site, and the rate of return of disturbed soils to agricultural circulation is 3–4 times faster than traditional methods.

Methods. Objects of research: mechanically activated bentopowder and nanobentonite, a consortium of hydrocarbon-oxidizing bacteria composed of three autochthonous strains, soil leached chernozem, spring wheat, Devonian oil. The concentration of oil pollution at the site was 6.4%. Bentopowder and nanobentonite were introduced in doses of 6.0 t/ha and 0.3 t/ha, respectively. Sampling was carried out with a sampler on the 0th, 15th, 30th, and 90th days.

Results. The optimal doses of application of bento powder and nano bentonite to disturbed soil above the average pollution level (6.0 t/ha and 0.3 t/ha respectively) are recommended. After 15 days, the level of contamination is halved (to 51.1 g/kg and 40.8 g/kg with benton powder and nanobentonite respectively). Removal of the introduced mineral sorbent is not required, since it later becomes a source of mineral nutrition for autochthonous microorganisms-destructors and a soil improver. At the second innovative stage, a consortium formed from effective strains and adapted to specific conditions is used. The strains of the consortium fit into an ecological niche, adapt and begin to actively develop, utilizing oil and petroleum products. After a month, the level of contamination decreases to 19.2 g/kg and 9.2 g/kg with the addition of benton powder and nanobentonite respectively.

Key words: soil, oil, remediation, natural minerals, hydrocarbon-oxidizing bacteria, phytomeliolants

For citation: Degtyareva I.A., Rakhmanova G.F. Accelerated technology for cleaning oil-contaminated soils. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 104–108 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-104-108>

© Degtyareva I.A., Rakhmanova G.F.

Введение/Introduction

Почва представляет собой чрезвычайно сложную среду, которая выполняет жизненно важные функции и создает многочисленные экосистемные услуги. Поскольку ее формирование является крайне медленным процессом, почву можно рассматривать как важнейший и невозобновляемый ресурс [1, 2].

В современном мире глобальной проблемой остается восстановление загрязненных нефтяными углеводородами почв, особенно сельскохозяйственного назначения, приводящее к их необратимым и неблагоприятным изменениям [3]. При этом структура и функции почв нарушаются радикально: снижается плодородие, усиливается эрозия, происходят нарушение почвенного покрова, засоление, отторжение площадей из сельскохозяйственного использования и др. [4, 5]. Токсический эффект высоких концентраций нефти приводит к подавлению роста или полной гибели высших растений [6]. В итоге спустя месяцы и годы загрязнение уменьшается, в том числе в результате самоочищения, но никогда почвенная экосистема не возвращается к своему первоначальному состоянию.

Рекультивацию нарушенных почв необходимо проводить с учетом значимых составляющих: (1) местные природно-климатические условия территории; (2) степень и характер загрязнения; (3) тип почвы и рельеф местности. Последовательность операций для разного уровня загрязнения следующая. На техническом этапе (при высоком уровне загрязнения) предпочтительны эффективные сорбенты, в том числе природные минералы [7]. Бентониты, вермикулиты, глаукониты, цеолиты не только прекрасные сорбенты, удобрения, но и мелиоранты, структураторы нефтезагрязненных почв [8, 9]. Выбор сорбентов обуславливается компонентным составом, принципом воздействия, происхождением [10].

На биологическом этапе, когда загрязненность становится меньше (средний уровень загрязнения), перспективны биопрепараты на основе консорциумов автохтонных углеводородоокисляющих микроорганизмов. Перечень этих представителей значителен, они быстро и качественно способны восстановить нарушенный земельный участок, утилизируя загрязнение *in situ* (при дополнительном рыхлении, внесении удобрительных смесей и др.) [11–13]. Только когда содержание углеводородов нефти становится низким, возможен посев мелиоративных растений, адаптированных к конкретной местности [10]. Поэтому биологическая очистка (применение биопрепаратов, нефтестойких растений) является предпочтительной, так как в борьбе с проблемой загрязнения среды важно учитывать не только эффективность работы, но и экологическую безопасность для исключения вторичного загрязнения.

Все нарушенные территории различаются между собой, поскольку на каждую зону воздействуют разные факторы, что влияет на формирование почвенного биоценоза [14]. По этой причине важно подбирать эффективный метод восстановления конкретно для каждой загрязненной территории, исходя из особенностей местности.

Цель исследования — применение ресурсного потенциала местного минерального сырья, автохтонных бактерий и фитомелиорантов в технологии рекультивации нефтезагрязненных почв.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Эксперименты проводили на территории, загрязненной нефтью в Азнакаевском районе Республики Татарстан, по следующей схеме (опыт № 1): 1) контроль (незагрязненная почва); 2) почва + нефть (6,4%); 3) почва + нефть (6,4%) + консорциум микроорганизмов (КМ); 4) почва + нефть (6,4%) + бентопорошок; 5) почва + нефть (6,4%) + нанобентонит; 6) почва + нефть (6,4%) + КМ + бентопорошок; 7) почва + нефть (6,4%) + КМ + нанобентонит.

Объектами исследований выступили: сорбенты (*механоактивированный бентопорошок*, полученный из бентонита Тарн-Варского месторождения, и наноразмерный бентонит); консорциум углеводородоокисляющих бактерий (*Staphylococcus warneri* S1 (ВКПМ: В-13521), *Achromobacter xylosoxidans* A-10 (RCAM02109), *Micrococcus luteus* M-171 (RCAM03279); выщелоченный чернозем: гумус — 8,1–10,6%, pH_{KCl} — 7,04, N_r — 0,65 мг-экв. / 100 г почвы, $N_{щел.}$ — 16,5 мг/кг, P_2O_5 — 47–62 мг/кг, K_2O — 98–111,3 мг/кг; пшеница яровая сорта Йолдыз; нефть девонская (Ромашкинское нефтяное месторождение РТ).

Химический состав бентонита Тарн-Варского месторождения представлен в процентах: SiO_2 — 66,6, TiO_2 — 0,6, Al_2O_3 — 17,04, Fe_2O_3 — 5,5, MnO — 0,03, CaO — 0,8, MgO — 1,5, Na_2O — 0,2, K_2O — 2,6, P_2O_5 — 0,1, SO_3 — 0,4, п. п. — 5,1. Соединения кадмия, ртути, мышьяка и свинца отсутствуют. Минеральный состав: монтмориллонит — 80,0–82,0%, гидрослюда — 6,0–8,0%, каолинит — 6,0%, кварц — 5,0–7,0%. Имеет подвижную ленточно-слоистую структуру с разбухающими пакетами. Химический состав определяли методом количественного спектрального анализа на спектрометре ЭС-1 на базе дифракционного спектрографа ДФС-458С и фотоэлектронного регистрирующего устройства типа ФП-4, оснащенных компьютерной программой, без специальной пробоподготовки. Нанобентонит изготавливали в научно-исследовательском инновационно-прикладном центре «Наноматериалы и нанотехнологии» (г. Казань) по методу получения наночастиц «сверху вниз»¹. У нанобентонита определена безопасность применения с использованием бактериальных тест-систем [10].

Агрохимические показатели почвы определяли в соответствии со стандартными методическими указаниями: содержание органического вещества — по методу Тюрина в модификации ЦИНАО², pH солевой вытяжки — по методу ЦИНАО³, гидролитическую кислотность — по методу Каппена в модификации ЦИНАО⁴, сумму поглощенных оснований — по методу Каппена⁵, щелочно-гидролизующий азот — по методу Корнфилда⁶, подвижные соединения фосфора и калия — по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО⁷.

¹ Исследования в области нанобиотехнологий в сельском хозяйстве и международное сотрудничество с Социалистической Республикой Вьетнам / под общ. ред. А.Х. Яппарова. Казань: Центр инновационных технологий. 2017; 320.

² ГОСТ 26213-2021 Почвы. Методы определения органического вещества. М.: Российский институт стандартизации. 2021; 12.

³ ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. М.: Государственный комитет СССР по стандартам. 1985; 7.

⁴ ГОСТ 26212-2021 Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО. М.: Российский институт стандартизации. 2021; 12.

⁵ ГОСТ 27821-2020 Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена. М.: Стандартинформ. 2020; 9.

⁶ Методические указания по определению щелочно-гидролизующего азота в почве по методу Корнфилда. Москва. 1985; 9.

⁷ ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. М.: Стандартинформ. 2013; 11.

Определение содержания углеводородов в образцах почвы проводили пробоотборником на 0-е, 15-е, 30-е и 90-е сутки в соответствии с ПНД Ф 16.1:2.2.22-98⁸. Содержание нефти в почве составило 6,4% (высокий уровень загрязнения). Титр бактериальной суспензии консорциума углеводородокисляющих микроорганизмов — $2,5 \times 10^{12}$ КОЕ/см³. Бентопорошок и нанобентонит вносили в дозах 6,0 т/га и 0,3 т/га соответственно, бентопорошок — вручную, поверхностно, вразброс, нанобентонит, представляющий собой суспензию, — ранцевым опрыскивателем. Контролем являлась почва без растений. Учетная площадь делянки — 0,25 м².

Определение фитотоксичности (опыт № 2) проводили в теплице с естественным освещением в летний период по схеме: 1) контроль (незагрязненная почва); 2) почва + нефть (3,0%); 3) почва + нефть (3,0%) + КМ; 4) почва + нефть (3,0%) + бентопорошок; 5) почва + нефть (3,0%) + нанобентонит; 6) почва + нефть (3,0%) + КМ + бентопорошок; 7) почва + нефть (3,0%) + КМ + нанобентонит. Фитотоксичность выщелоченного чернозема оценивали по воздействию водных вытяжек (в соотношении (по массе) «почва — вода» 1:5) исследуемых почв на семена яровой пшеницы сорта Йолдыз⁹. Фитотестирование основывалось на сравнении длины проростков и корешков исследуемой культуры в контрольном и опытных

вариантах спустя 30 и 90 суток. Токсичность рассчитывали по формуле:

$$T = 100 - \frac{O}{K} \times 100\%,$$

где O — длина проростков (корешков) в опыте, K — длина проростков (корешков) в контроле.

Измерение всех параметров проводили в трехкратной повторности, статистическую обработку результатов — с помощью электронных таблиц Microsoft Office Excel (США). Достоверность различий полученных результатов оценивали с использованием коэффициента Стьюдента ($p \leq 0,05$).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Учитывая низкую скорость биodeградации токсичного вещества при самоочищении, необходимо предварительное обследование загрязненного участка для уточнения этапов ремедиационных работ. Значительно ускорить процесс восстановления нарушенных почв любого уровня загрязнения в нефтедобывающих регионах России позволяет инновационная технология, включающая три значимых блока: применение минеральных сорбентов, консорциума автохтонных бактерий и эффективных растений — фитомелирантов (рис. 1).

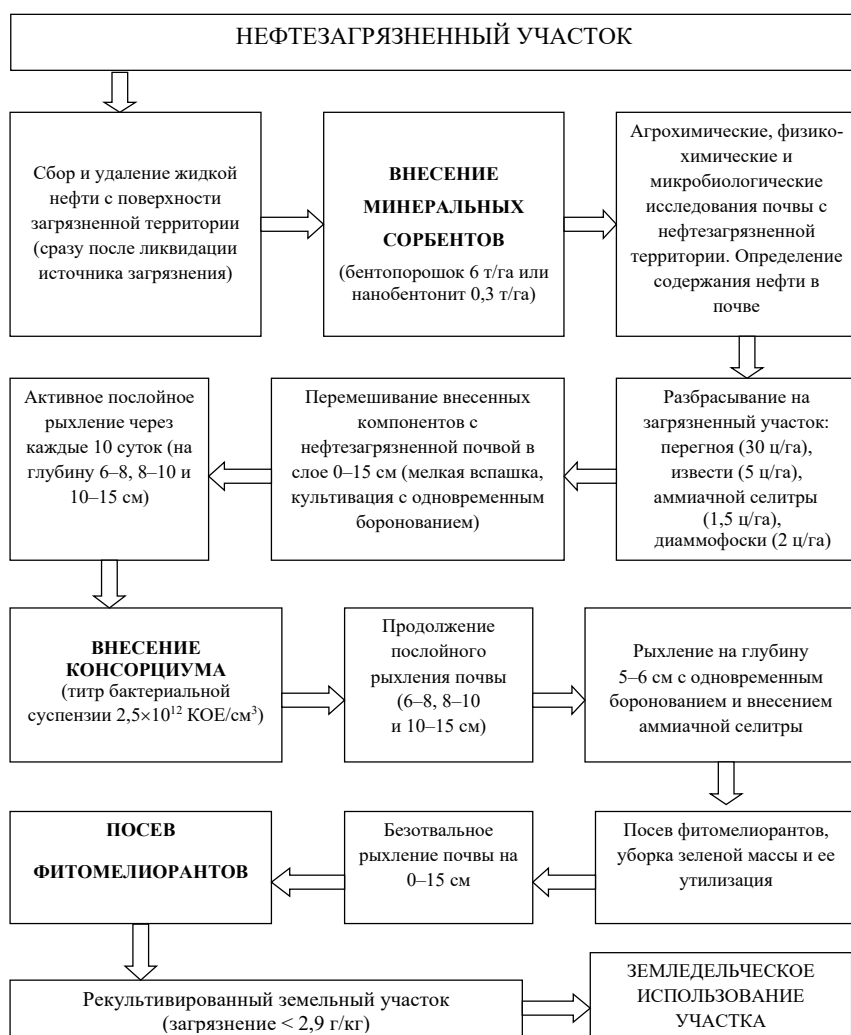
Первый инновационный этап включает сорбцию разлитой нефти при помощи природных минералов, запасы которых в России значительны. Предварительно установлены оптимальные дозы внесения бентопорошка и нанобентонита (6,0 т/га и 0,3 т/га соответственно) в нарушенную почву высокого уровня загрязнения. Отсутствие генотоксичности и антимутагенный эффект нанобентонита позволяют рекомендовать его при восстановлении нарушенных почв [10].

Спустя 15 суток уровень загрязнения уменьшается значительно: при использовании бентопорошка — до 51,1 г/кг, при внесении нанобентонита — до 40,8 г/кг. Специфическая особенность представленной технологии состоит в том, что удаления внесенного минерального сорбента не требуется, так как он в дальнейшем становится источником минерального питания для автохтонных микроорганизмов-деструкторов и почвоулучшителем.

Проведение агрохимических, физико-химических, микробиологических исследований и определение содержания нефти в загрязненной почве — очередной этап, включающий обследование этой территории и оценку ее

Рис. 1. Ускоренная технология рекультивации

Fig. 1. Accelerated remediation technology



⁸ ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в почвах и донных отложениях методом ИК-спектроскопии. Москва. 1998; 35.

⁹ Алимova Ф.К. Методические указания к выполнению лабораторных работ по теме «Экология микроорганизмов». Казань: Изд-во КГУ. 1993; 42.

состояния. Для стимуляции активности микроорганизмов и усиления окислительных процессов проводят рыхление. Обязательно внесение питательных веществ и структураторов, таких как перегной, известь, аммиачная селитра и диаммофоска (рис. 1).

В процессе биоремедиации правильно подобранная автохтонная микрофлора является перспективным подходом при очистке окружающей среды от нефти и ее производных, поэтому на втором инновационном этапе применен консорциум, сформированный из эффективных штаммов и адаптированный к конкретным условиям. Штаммы консорциума в течение 30 суток встраиваются в экологическую нишу, адаптируются и начинают активно развиваться, утилизируя нефть и нефтепродукты. За этот период уровень загрязнения снижается до 19,2 г/кг и 9,2 г/кг (при первоначальном использовании бентопорошка и нанобентонита соответственно).

Отметим, что штаммы-деструкторы выделены из почв Татарстана, идентифицированы и депонированы в ведомственных коллекциях Российской Федерации — во Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов¹⁰ (ВКПМ) и Ведомственной коллекции микроорганизмов сельскохозяйственного назначения (RCAM)¹¹. Автохтонные штаммы не генотоксичны, экологически безопасны, обеспечивают прогнозируемость результатов. Их стоимость значительно ниже стоимости промышленных биопрепаратов [11].

Третий инновационный блок — применение мелиоративных растений для конкретного типа почвенных нарушений. Перечень дикорастущих и окультуренных видов для фиторемедиации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, достаточно обширен (табл. 1).

На заключительном этапе на 90-е сутки при использовании технологии именно благодаря фитомелиорантам уровень загрязнения снижается до 2,4 г/кг и 0,7 г/кг (где первоначально внесены бентопорошок и нанобентонит соответственно).

Рекомендуем включать в полевые севообороты растения: из семейства злаковых — пшеницу яровую (*Triticum vulgare* L.), из семейства бобовых — горох посевной (*Pisum sativum* L.), вику посевную (*Vicia sativa* L.), люцерну изменчивую (*Medicago × varia Martyn*).

Для выявления эффективных мелиоративных растений, устойчивых к углеводородным поллютантам, проводятся исследования, включающие определение длины проростка и корешка и др. Фитотоксичность загрязненной почвы в отношении длины проростка и корешка яровой пшеницы представлена на рисунках 2, 3.

Депрессия длины проростка в варианте с загрязненной почвой (почва + 6,4% нефти) на 30-е и 90-е сутки составила 7,1% и 3,9%, длина корешка — 13,3% и 2,5% соответственно.

Самый впечатляющий по скорости восстановления результат получен в варианте, где консорциум соединен с нанобентонитом: фитотоксический эффект в отношении длины проростка и корешка на 30-е сутки ниже варианта (почва + 3,0% нефти) на 5,1% и 6,8%, на 90-е сутки — на 2,6% и 1,5% соответственно.

Детальное исследование поллютанта на тест-растение в опытных вариантах показывает, что единичные компоненты существенно снижают токсический эффект внесенной нефти спустя 30 суток (на 1,9–4,8% — длина проростка, 1,2–5,5% — корешка) и 90 суток

Таблица 1. Вегетационный период нефтестойких растений
Table 1. Vegetation period of oil-resistant plants

Требование	Фитомелиорант	Онтогенез, сутки
Толерантность к: токсикантам, изменениям температуры, повышенным концентрациям соли, засухе, стресс-факторам и др.	вика посевная (<i>Vicia sativa</i> L.)	74–120
	горох посевной (<i>Pisum sativum</i> L.)	60–140
	дягиль лекарственный (<i>Angelica archangelica</i> L.)	100–160
	ежа сборная (<i>Dactylis glomerata</i> L.)	75–90
	козлятник лекарственный (<i>Galega officinalis</i> L.)	110–112
	кострец безостый (<i>Bromopsis inermis</i> Holub.)	80–110
	люцерна изменчивая (<i>Medicago × varia Martyn</i> .)	120–130
	овес посевной (<i>Avena sativa</i> L.)	90–120
	овсяница луговая (<i>Festuca pratensis</i> Huds.)	90–118
	прибрежница береговая (<i>Aeluropus littoralis</i> (Gouan) Parl.)	125–135
	пшеница мягкая (<i>Triticum aestivum</i> L.)	70–110
	пшеница яровая (<i>Triticum vulgare</i> L.)	62–125
	райграс (<i>Arrhenatherum</i>)	65–90
	рожь многолетняя (<i>Secale cereale</i> L.)	120–150
	свиной (<i>Cynodon Dactylon</i> L. Pers.) и др.	90–135

Примечание: длина вегетационного периода зависит от сорта и условий выращивания.

Рис. 2. Влияние почвенной вытяжки на длину проростка, % к контролю

Fig. 2. Effect of soil extract on seedling length, % to control

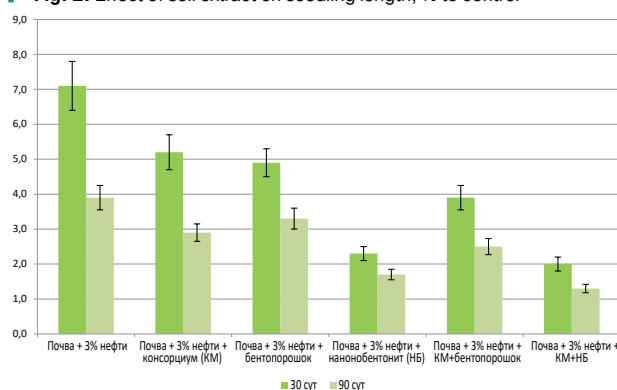
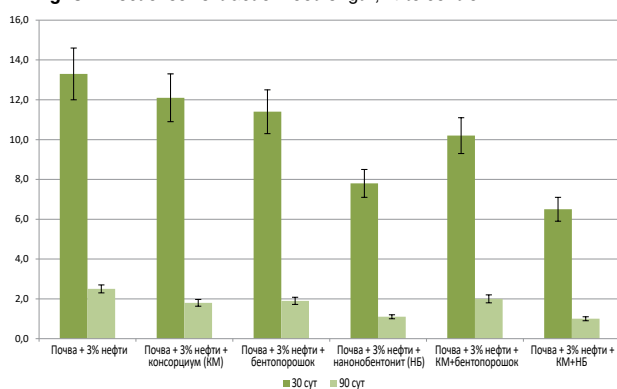


Рис. 3. Влияние почвенной вытяжки на длину корешка, % к контролю

Fig. 3. Effect of soil extract on root length, % to control



(на 0,6–2,2% — длина проростка, на 0,6–1,4% — корешка).

Таким образом, все три инновационных блока оказывают быстрое и экологически безопасное действие на загрязненную почвенную экосистему, способствуя ее восстановлению в течение одного вегетационного сезона.

¹⁰ <https://vkpm.genetika.ru/>

¹¹ <https://arriam.ru/>

Выводы/Conclusion

У представленной технологии рекультивации с использованием вышеуказанных блоков (в комплексе с агрохимическим и биологическим мониторингом) имеются неоспоримые достоинства: применение местного сырья, автохтонных бактерий и эффективных фитомелиорантов; возможность ликвидировать углеводородное загрязнение непосредственно на месте разлива; экологическая безопасность реализации технологических

решений; скорость возврата нарушенных почв в сельскохозяйственный оборот в 3–4 раза быстрее традиционных приемов.

Считаем, что восстановление нарушенных почвенных экосистем требует скорейшего принятия мер, в том числе законодательного характера, по усилению ответственности пользователей за порчу почв и ухудшение их плодородия.

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 № FMEG-2021-0003 (регистрационный № 121021600147-1).

FUNDING

The research was carried out within the framework of state assignment No. FMEG-2021-0003 (registration No. 121021600147-1).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Хазиев Ф.Х. Почва и экология. *Вестник Академии наук Республики Башкортостан*. 2017; 24(3): 29–37. <https://www.elibrary.ru/znhunv>
- Hou D., Bolan N.S., Tsang D.C.W., Kirkham M.B., O'Connor D. Sustainable soil use and management: An interdisciplinary and systematic approach. *Science of The Total Environment*. 2020; 729: 138961. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138961>
- Абакарова А.Б. Актуальные проблемы правовой охраны почв. *Молодой ученый*. 2020; (3): 161–162. <https://www.elibrary.ru/lbhymg>
- Байрамова А.Р. Влияние нефтяного загрязнения на плодородие почв. *East European Scientific Journal*. 2021; (10-2): 40–42 (на англ. яз.). <https://www.elibrary.ru/ikxyb>
- Германова С.Е., Плющихов В.Г., Амброс Н.Б., Петухов Н.В., Рыжова Т.А. Проблема загрязнения сельскохозяйственных земель нефтепродуктами и ее моделирование. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2022; (1): 12–15. https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_1_12
- Skrypnik L., Maslennikov P., Novikova A., Kozhikin M. Effect of Crude Oil on Growth, Oxidative Stress and Response of Antioxidative System of Two Rye (*Secale cereale* L.) Varieties. *Plants*. 2021; 10(1): 157. <https://doi.org/10.3390/plants10010157>
- Гумерова К.И., Амосова А.А. Сорбенты для восстановления нефтезагрязненных почв. *Студенческие научные исследования. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции*. Пенза: Наука и просвещение. 2021; 9–11. <https://www.elibrary.ru/qsabxm>
- Bandura L., Woszuik A., Kolodyńska D., Franus W. Application of Mineral Sorbents for Removal of Petroleum Substances: A Review. *Minerals*. 2017; 7(3): 37. <https://doi.org/10.3390/min7030037>
- Vasilyeva G. et al. Use of natural sorbents for accelerated bioremediation of grey forest soil contaminated with crude oil. *Science of The Total Environment*. 2022; 850: 157952. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157952>
- Прищепенко Е.А., Дегтярева И.А., Рахманова Г.Ф., Ревенко В.В., Бабынин Э.В. Рекультивация нарушенных почв. Казань: Логос-Пресс. 2022; 252. ISBN 978-5-00205-026-0 <https://www.elibrary.ru/ivhlkc>
- Дегтярева И.А., Бабынин Э.В., Мотина Т.Ю., Султанов М.И. Полногеномное секвенирование штамма *Staphylococcus warneri*, изолированного из загрязненной нефтью почвы. *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2020; 10(1): 48–55 (на англ. яз.). <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-1-48-55>
- Danish S. et al. Drought Stress Alleviation by ACC Deaminase Producing *Achromobacter xylosoxidans* and *Enterobacter cloacae*, with and without Timber Waste Biochar in Maize. *Sustainability*. 2020; 12(15): 6286. <https://doi.org/10.3390/su12156286>
- Feng L., Jiang X., Huang Y., Wen D., Fu T., Fu R. Petroleum hydrocarbon-contaminated soil bioremediation assisted by isolated bacterial consortium and sophorolipid. *Environmental Pollution*. 2021; 273: 116476. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116476>
- Truskewycz A. et al. Petroleum Hydrocarbon Contamination in Terrestrial Ecosystems — Fate and Microbial Responses. *Molecules*. 2019; 24(18): 3400. <https://doi.org/10.3390/molecules24183400>

ОБ АВТОРАХ

Ирина Александровна Дегтярева

доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник peace-1963@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1575-8493>

Гулнара Фанисовна Рахманова

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник gulnara_rakhmanova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0261-3049>

Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», Оренбургский тракт, 20А, Казань, 420059, Россия

REFERENCES

- Khaziev F.Kh. Soil and ecology. *Herald of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan*. 2017; 24(3): 29–37 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/znhunv>
- Hou D., Bolan N.S., Tsang D.C.W., Kirkham M.B., O'Connor D. Sustainable soil use and management: An interdisciplinary and systematic approach. *Science of The Total Environment*. 2020; 729: 138961. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138961>
- Abakarova A.B. Actual problems of legal protection of soils. *Young scientist*. 2020; (3): 161–162 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/lbhymg>
- Bayramova A.R. Impact of oil pollution on soil fertility. *East European Scientific Journal*. 2021; (10-2): 40–42. <https://www.elibrary.ru/ikxyb>
- Germanova S.E., Plyushchikov V.G., Ambros N.B., Petukhov N.V., Ryzhova T.A. Problem and modelling of agricultural land contamination by petroleum products. *International agricultural journal*. 2022; (1): 12–15 (in Russian). https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_1_12
- Skrypnik L., Maslennikov P., Novikova A., Kozhikin M. Effect of Crude Oil on Growth, Oxidative Stress and Response of Antioxidative System of Two Rye (*Secale cereale* L.) Varieties. *Plants*. 2021; 10(1): 157. <https://doi.org/10.3390/plants10010157>
- Gumerova K.I., Amosova A.A. Sorbents for the restoration of oil-contaminated soils. *Student scientific research. Collected articles of the VIII International scientific and practical conference*. Penza: Nauka i prosveshchenie. 2021; 9–11 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/qsabxm>
- Bandura L., Woszuik A., Kolodyńska D., Franus W. Application of Mineral Sorbents for Removal of Petroleum Substances: A Review. *Minerals*. 2017; 7(3): 37. <https://doi.org/10.3390/min7030037>
- Vasilyeva G. et al. Use of natural sorbents for accelerated bioremediation of grey forest soil contaminated with crude oil. *Science of The Total Environment*. 2022; 850: 157952. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157952>
- Prishchepenko E.A., Degtyareva I.A., Rakhmanova G.F., Revenko V.V., Babynin E.V. Reclamation of disturbed soils. Kazan: Logos-Press. 2022; 252 (in Russian). ISBN 978-5-00205-026-0 <https://www.elibrary.ru/ivhlkc>
- Degtyareva I.A., Babynin E.V., Motina T.Yu., Sultanov M.I. Full-genome sequencing of the *Staphylococcus warneri* strain isolated from oil-contaminated soil. *Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2020; 10(1): 48–55. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-1-48-55>
- Danish S. et al. Drought Stress Alleviation by ACC Deaminase Producing *Achromobacter xylosoxidans* and *Enterobacter cloacae*, with and without Timber Waste Biochar in Maize. *Sustainability*. 2020; 12(15): 6286. <https://doi.org/10.3390/su12156286>
- Feng L., Jiang X., Huang Y., Wen D., Fu T., Fu R. Petroleum hydrocarbon-contaminated soil bioremediation assisted by isolated bacterial consortium and sophorolipid. *Environmental Pollution*. 2021; 273: 116476. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116476>
- Truskewycz A. et al. Petroleum Hydrocarbon Contamination in Terrestrial Ecosystems — Fate and Microbial Responses. *Molecules*. 2019; 24(18): 3400. <https://doi.org/10.3390/molecules24183400>

ABOUT THE AUTHORS

Irina Alexandrovna Degtyareva

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Chief Researcher peace-1963@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1575-8493>

Gulnara Fanisovna Rakhmanova

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher gulnara_rakhmanova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0261-3049>

Federal Research Center "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", 20A Orenburg trakt, Kazan, 420059, Russia

УДК: 621.311:330:633.2.03

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-109-113

С.Н. Поцепай¹ ✉
Л.Н. Анищенко²
М.В. Семышев¹
П.П. Атрошенко¹

¹Брянский государственный аграрный университет, Кокино, Брянская обл., Россия

²Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского, Брянск, Россия

✉ snpotsepai@yandex.ru

Поступила в редакцию:
30.11.2023

Одобрена после рецензирования:
13.02.2024

Принята к публикации:
29.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-109-113

Svetlana N. Potsepai¹ ✉
Lidiya N. Anishchenko²
Mikhail V. Semyshev¹
Pavel P. Atroshenko¹

¹Bryansk State Agrarian University, Kokino, Bryansk region, Russia

²Bryansk State University named after academician I.G. Petrovsky, Bryansk, Russia

✉ snpotsepai@yandex.ru

Received by the editorial office:
30.11.2023

Accepted in revised:
13.02.2024

Accepted for publication:
29.02.2024

Почвы ксерофитных лугов Среднего Подесенья: к вопросам накопления органических веществ и биохимической активности

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Естественные луговые сообщества, относящиеся к группе суходольных, в условиях уменьшения поемности ведущей водной артерии в Брянской области — реки Десны — характеризуются существенными изменениями в режиме хозяйственного использования. Однако значительная часть суходольных лугов используются как пастбищные угодья, поэтому режим их интенсивной эксплуатации изменяет экологические режимы фитоценозов, понижая углероддепонизирующие функции. Для ксерофитных (суходольных) лугов естественного происхождения установление запасов почвенного углерода и выявление биохимической и микробиологической активности особенно актуально в свете низкой устойчивости этих сообществ при пастбищной нагрузке и широкого распространения по территории Среднего Подесенья.

Методы. Исследования предусматривали полевые маршрутные исследования и камеральную обработку данных с использованием методов пробных площадок, метода эколого-флористической классификации, метода экологических шкал (по Г. Элленбергу), эколого-химических методов — определения органического углерода, весового метода, биохимической и микробиологической методики для исследований биокосного тела.

Результаты. Для почв ксерофитных (суходольных) лугов впервые для Среднего Подесенья установлены углеродпоглотительная способность, ферментативная активность для уреазы, каталазы, целлюлазы в зависимости от фитоценотического комплекса. Установлена положительная сильная корреляционная связь с органическим углеродом и среднемесячным количеством осадков в июне, июле, августе. За двухлетний период наблюдений количество Сорг изменялось в ряду сообществ ассоциаций: Festuco ovinae-Koelerium delavignei > контроль > Agrimonia eupatoria-Poetum angustifoliae > Caro carvi-Deschampsietum > Anthoxantho-Agrostietum tenuis > Hieracio pilosellae-Agrostietum tenuis > Koelerium delavignei-Festucetum rubrae > Anthyllidi-Trifolietum montani > Polygalo vulgaris-Anthoxanthoetum.

Ключевые слова: органический углерод почвы, почвенные ферменты, естественные луга, суходольные ксерофитизированные луга, Брянская область

Для цитирования: Поцепай С.Н., Анищенко Л.Н., Семышев М.В., Атрошенко П.П. Почвы ксерофитных лугов Среднего Подесенья: к вопросам накопления органических веществ и биохимической активности. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 109–113.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-109-113>

© Поцепай С.Н., Анищенко Л.Н., Семышев М.В., Атрошенко П.П.

Soils of xerophytic meadows of the Middle Podesen'ya: on the issues of accumulation of organic substances and biochemical activity

ABSTRACT

Relevance. Natural meadow communities, belonging to the dry meadows group, in the conditions of a decrease in floodplain of the leading water artery in the Bryansk region — the Desna River are characterized by significant changes in the mode of economic use. However, a significant part of dry meadows is used as pasture lands, so the regime of intensive exploitation of these lands significantly changes the ecological regimes of phytocenoses, reducing the carbon-depositing functions. For xerophytic (dry) meadows of natural origin, the establishment of soil carbon reserves, the identification of biochemical and microbiological activity is especially important in the light of the low stability of these communities under pasture load and wide distribution throughout the territory of the Middle Podesen'ya.

Methods. The research provided for field route studies and in-house data processing using the methods of trial sites, the method of ecological and floral classification, the method of ecological scales (according to G. Ellenberg), ecological and chemical methods — determination of organic carbon, the weight method, biochemical and microbiological methods for the study of the biocompatible body.

Results. For the soils of xerophytic (dry) meadows, for the first time, carbon-absorbing capacity, enzymatic activity for urease, catalase, cellulase, depending on the phytocenotic complex, has been established for the Middle Podesen'ya. A positive strong correlation has been established with organic carbon and average monthly precipitation in June, July and August. Over a two-year observation period, the amount of total organic carbon in the soil changed in a number of associations communities: Festuco ovinae-Koelerium delavignei > control > Agrimonia eupatoria-Poetum angustifoliae > Caro carvi-Deschampsietum > Anthoxantho-Agrostietum tenuis > Hieracio pilosellae-Agrostietum tenuis > Koelerium delavignei-Festucetum rubrae > Anthyllidi-Trifolietum montani > Polygalo vulgaris-Anthoxanthoetum.

Key words: soil organic carbon, soil enzymes, natural meadows, dry xerophytized meadows, Bryansk region

For citation: Potsepai S.N., Anishchenko L.N., Semyshev M.V., Atroshenko P.P. Soils of xerophytic meadows of the Middle Podesen'ya: on the issues of accumulation of organic substances and biochemical activity *Agrarian science*. 2024; 380(3): 109–113 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-109-113>

© Potsepai S.N., Anishchenko L.N., Semyshev M.V., Atroshenko P.P.

Введение/Introduction

Почвы суходольных луговых сообществ, формирующихся на территории Среднего Подесенья (в условиях Брянской области) в значительном территориальном пространстве, участвуют в энергетическом и вещественном обмене. В условиях интенсивной эксплуатации биокосного тела, а также изменения видового разнообразия естественных лугов, вызывающих деградацию почв, одновременно снижают поглотительные способности по отношению к парниковым газам, то есть исключает почвы из углеродпоглотительной системы [1–3].

Мониторинг органического вещества почвы (SOC, Сорг) — важное условие для решения проблемы декарбонизации на современном этапе развития не только сельскохозяйственного производства, но и индустриального потенциала в целом [4–8]. Суходольные луга имеют низкое фитоценотическое разнообразие, но используются для интенсивного выпаса в условиях роста молочного и мясного стада. Такие сообщества ксерофитизированы (в них преобладают ксерофитные травы в основном травостое), что связано с дополнительными экофакторами: низкими и малопродолжительными паводками, понижением стока [6, 9].

Изменение продуктивных показателей травостоя и травяной биомассы должно подвергаться мониторингу для принятия своевременных решений по рекультивации, консервации ценозов [10, 11]. Пойма р. Десны и ее притоков находится под действием процессов ксерофитизации, начиная с конца XX века поемность реки понизилась, пойма характеризуется сильным снижением уровня и продолжительности половодий. Следовательно, ксерофитизация лугов, а также распространение суходолов — малоизученный динамический процесс, вероятно, уменьшающий процессы секвестрации углерода, продуктивность [12].

Определенный потенциал секвестрации органического углерода Сорг в Евросоюзе — от 8,5 Мт до 57 Мт-экв. в год, до 25% органического углерода находится в естественных луговых и кустарниковых угодьях [4, 5, 13].

Таблица 1. Основные фитоценотические и экологические характеристики сообществ ксерофитных естественных лугов
Table 1. The main phytocenotic and ecological characteristics of communities of xerophytic natural meadows

Ассоциации ксерофитной луговой растительности	Экологические показатели субстрата (по Г. Элленбергу, в баллах) *			α-разнообразие	Индекс разнообразия Симпсона
	В	К	N		
<i>Anthyllidi-Trifolietum montani</i>	3,4	6,2	3,2	23,6	26,8
<i>Agrimonia eupatoriae-Poetum angustifoliae</i>	4,2	6,1	3,5	24,6	27,4
<i>Koeleria delavignei-Festucetum rubrae</i>	4,5	5,5	5,0**	29,5	32,6
<i>Anthoxantho-Agrostietum tenuis</i>	4,1	4,3	3,6	20,4	21,6
<i>Caro carvi-Deschampsietum</i>	3,9	4,6	5,2	21,7	25,4
<i>Festuco ovinae-Koelerium delavignei</i>	4,2	5,7	5,1	22,4	26,2
<i>Polygalo vulgaris-Anthoxanthoetum</i>	4,8	4,2	4,1	22,4	26,1
<i>Hieracio pilosellae-Agrostietum tenuis</i>	3,6	4,1	3,7	19,8	21,5

Примечание: * В — показатели влажности субстрата, К — показатели кислотности субстрата, N — показатели содержания азота; ** шрифтом выделены показатели по шкалам Г. Элленберга с умеренными показателями содержания азота в почве.

Высокопродуктивные заливные пойменные луга в Нечерноземье РФ частично исследованы на предмет запасов углерода, поэтому данная работа — дополнение к эколого-биохимическим исследованиям почвенного потенциала луговых сообществ, представленных ксерофитизированными и суходольными пасторальными сообществами естественного происхождения [5, 6]. Базовые мониторинговые показатели депонирующей способности почв ксерофитизированных лугов помогут оценить потери углерода и дегумификацию [11, 14, 15]. Вместе с тем углеродпоглотительная система почв (биокосного тела) лугов в зависимости от режима формирования тесно связана с биохимическими процессами, что в свою очередь выступает как условие управления биосферной ролью биокосного тела [4, 13, 15].

Цель работы — изучить запасы органического углерода в почвах, ферментативную активность биокосного тела на естественных суходольных лугах.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Практические исследования суходольных, ксерофитизированных лугов проведены с 2019 по 2022 г. в местах их распространения — на высоких участках поймы р. Десны в Среднем Подесенье (Брянский, Выгоничский, Трубчевский, Карачевский районы Брянской области) и наиболее крупных ее притоков методом пробных площадок.

На основе геоботанических исследований устанавливались ассоциации растительных сообществ с использованием метода Ж. Браун-Бланке (1964)¹, они названы в соответствии с Кодексом фитоценологической номенклатуры². Заложенные для наблюдений модели лугов использовали и для выяснения запасов органического вещества почвы, содержания активной части Сорг, ферментативной активности³.

Экологические режимы сообществ устанавливали на основе экологических шкал Г. Элленберга⁴. В естественных суходольных лугах эксперимент осуществляли в пасторальных сообществах лугов, интенсивно используемых для выпаса.

Исследованы сообщества ассоциации ***Anthoxantho-Agrostietum tenuis*** Silinger 1933 em. Jurco 1963 со средней продуктивностью травостоя в 10,5 ц/га, *Hieracio pilosellae-Agrostietum tenuis* Bulokhov 1990, средняя продуктивность — 4–5 ц/га, *Caro carvi-Deschampsietum cespitosae* Bulokhov 2001, средняя продуктивность — 6–9 ц/га, *Polygalo vulgaris-Anthoxanthoetum* Bulokhov 1991, средняя продуктивность — 7,5 ц/га, *Koeleria delavignei-Festucetum rubrae* Bulokhov 2001, средняя продуктивность — 8,5 ц/га, *Festuco ovinae-Koelerium delavignei* Bulokhov 1994, средняя продуктивность — 6,5 ц/га, *Agrimonia eupatoriae-Poetum angustifoliae* Bulokhov 2001, средняя продуктивность — 6,8 ц/га, *Anthyllidi-Trifolietum montani* Matuszkiewicz 1981, средняя продуктивность — 7,6 ц/га.

Условия увлажнения у всех сообществ неблагоприятные, травостой развивается с преобладанием разнотравья, с малой видовой насыщенностью, с малой продуктивностью. Ксерофитные луга этих ассоциаций широко распространены на склонах балок, по межгрядным пространствам, на гривах — высоких частях поймы (табл. 1).

¹ Westhoff V., Maarel E. van der. The Braun-Blanquet approach. // Classification of plant communities. The Hague. 1978; 287–399.

https://doi.org/10.1007/978-94-009-9183-5_9

² Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.-P. International Code of phytosociological nomenclature. 3rd ed. // J. Veg. Sci. 2000; 11(5): 739–768.

<https://doi.org/10.2307/3236580>

³ Середина Н.А., Валеев В.М., Баязитова Р.И., Алибаев А.А. Практикум по агрохимии. Уфа: БГАУ. 2004; 115.

⁴ Ellenberg H., Weber H.E., Dull R., Wirth W., Paulsen D. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2 Aufl. Göttingen: Verlag Erich Goltze GmbH & Co KG. 1992; 258.

Наибольшее видовое разнообразие характеризует сообщества ассоциаций *Koelerio delavignei-Festucetum rubrae*, *Agrimonia eupatoria-Poetum angustifoliae*, *Anthyllidi-Trifolietum montani*, *Festuco ovinae-Koelerium delavignei*. Экологические особенности сообществ показывают низкое содержание азота в сообществах ассоциаций *Anthyllidi-Trifolietum montani*, *Agrimonia eupatoria-Poetum angustifoliae*, *Anthoxantho-Agrostietum tenuis*, *Hieracio pilosellae-Agrostietum tenuis*, *Polygalo vulgaris-Anthoxanthoetum*.

В экспериментах выяснялось влияние травостоя на ферментативную активность и показатели Сорг, одновременно исследовалось и воздействие величины выпадения осадков за вегетационный период.

Почвенные образцы методом конверта изымались для исследований в I декаде июля и IV декаде августа. В I декаде августа с площадки в 1 м² изымали всю корневую массу растений. Изыскания проводили в четырёхкратной повторности. Содержание Сорг выявляли по методу Тюрина. Подвижные гуминовые вещества экстрагировали 0,1 М раствором Na₄P₂O₇ при разведении 1:15 (слаб.). Подвижное Сорг извлекали 0,1 н раствором гидроксида натрия, определяя содержание углерода по методу Тюрина⁵.

При исследовании уреазной активности почвы использовали фотометрический метод, измеряя количество аммиака, образующегося при гидролизе мочевины под каталитической активности уреазы⁶.

Измерение каталазной активности осуществлялось перманганатометрическим методом Джонсона и Темпле⁶.

Определение целлюлозолитической активности почвы производили аппликационным методом. В ходе эксперимента использовалась фильтровальная бумага (квадраты 5 x 5 см). Навески почвы массой 50 г, предварительно освобожденные от растительных остатков, помещали в стерильные чашки Петри, затем субстрат располагали в чашки, придавливали почвой. Почву смачивали до 65% полной влагоемкости. Чашки Петри выдерживались 30 суток при постоянной температуре 27–28 °С, стерильной дистиллированной водой доводя влажность до первоначального уровня.

Ферментативную активность почвы, а также активность целлюлозоразрушающих бактерий оценивали согласно шкалам, предложенным Д.Г. Звягинцевым (1991 г.)⁷.

Проводилась статистическая обработка данных стандартными методами⁸ с помощью стандартных программ Microsoft Excel (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты определения органических веществ и ферментативной активности для Нечерноземья России тесно связаны с сопутствующими факторами — внешними и внутренними биотическими (табл. 2).

За двухлетний период наблюдений количество Сорг изменялось в ряду: *Festuco ovinae-Koelerium delavignei* > контроль > *Agrimonia eupatoria-Poetum angustifoliae* > *Caro carvi-Deschampsietum* > *Anthoxantho-Agrostietum tenuis* > *Hieracio pilosellae-Agrostietum tenuis* > *Koelerio delavignei-Festucetum rubrae* > *Anthyllidi-Trifolietum montani* > *Polygalo vulgaris-Anthoxanthoetum*.

Наименьшее содержание Сорг зафиксировано в почве суходольных лугов (сильно ксерофитизированных

Таблица 2. Содержание и запасы органического углерода в почвах суходольных лугов в Среднем Подесенье

Table 2. Organic carbon content and reserves in soils of dry meadows in the Middle Podeseňya

Вариант исследований	Сорг, % M ± m	Запасы Сорг, т/га, M ± m	Слаб., мг / 100 г почвы, % от Сорг почвы M ± m
1 <i>Anthyllidi-Trifolietum montani</i>	1,25 ± 0,04	57,17 ± 2,80	780/45,2
2 <i>Agrimonia eupatoria-Poetum angustifoliae</i>	1,63 ± 0,04	38,65 ± 2,60	730/35,8
3 <i>Koelerio delavignei-Festucetum rubrae</i>	1,30 ± 0,06	44,84 ± 2,90	730/40,3
4 <i>Anthoxantho-Agrostietum tenuis</i>	1,50 ± 0,04	42,33 ± 3,40	725/38,6
5 <i>Caro carvi-Deschampsietum</i>	1,55 ± 0,05	43,90 ± 2,70	720/37,5
6 <i>Festuco ovinae-Koelerium delavignei</i>	2,01 ± 0,02	44,52 ± 2,50	725/39,0
7 <i>Polygalo vulgaris-Anthoxanthoetum</i>	1,17 ± 0,02	35,27 ± 2,50	715/29,2
8 <i>Hieracio pilosellae-Agrostietum tenuis</i>	1,32 ± 0,04	42,34 ± 1,30	720/35,8
9 Контроль	1,92 ± 0,03	46,15 ± 2,10	

лугов), однако различия с контролем недостоверны. По отношению к контролю наблюдалась закономерность по убыванию количества органического вещества.

Запасы органического углерода выше, чем в контроле, зарегистрированы для овсяничево-келериевого луга, наименьшие — для лугов с истодом хохлатым и душистым колоском, полевицей тонкой (ассоциации *Agrimonia eupatoria-Poetum angustifoliae*, *Polygalo vulgaris-Anthoxanthoetum*, *Anthoxantho-Agrostietum tenuis*, *Hieracio pilosellae-Agrostietum tenuis*). Показатели увлажнения для злаковых лугов выше, чем для разнотравных, что также оказывает воздействие на запасы и содержание Сорг в почве. Сообщества ассоциаций *Polygalo vulgaris-Anthoxanthoetum*, *Anthoxantho-Agrostietum tenuis*, *Hieracio pilosellae-Agrostietum tenuis* характеризуются экологическими показателями (по шкалам Г. Элленберга): содержание азота — низкое, кислотность субстрата — среднекислая; сообщества ассоциации *Agrimonia eupatoria-Poetum angustifoliae*: содержание азота — низкое, слабокислая реакция среды. Увлажнение почвы — сообщества формируются на сухих почвах.

Показатели запасов и лабильных веществ были бы больше за двухгодичный интервал исследования, однако длительный засушливый период 2021 года, вероятно, воздействуя лимитирующе на микробиоту почв, а также на продукцию надземной и подземной биомассы растений лугов, снизил цифры запаса Сорг. Установлена положительная сильная корреляционная связь с органическим углеродом и среднемесячным количеством осадков в июне, июле и августе ($R^2 = 0,65$, $R = 0,72$, $R^2 = 0,71$ соответственно).

Ферментативная активность — один из важных показателей скорости биохимических процессов. Фермент уреазы играет важнейшую роль в превращениях азотсодержащих соединений, каталаза — фермент, по активности которого судят о насыщенности слоев почвы микроорганизмы при катализе реакции разложения пероксида водорода как продукта их жизнедеятельности. Накопление органического углерода почвой и показатели ферментативной активности связаны в единый процесс углеродного цикла. Показатели ферментативной активности приведены в таблице 3 и характеризуют почвы как средние по наличию катализаторов белковой природы.

⁵ Середа Н.А., Валеев В.М., Баязитова Р.И., Алибаев А.А. Практикум по агрохимии. Уфа: БГАУ. 2004; 115.

⁶ Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука. 2005; 250.

⁷ Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во МГУ. 1991; 304.

⁸ Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука. 1990; 296.

Таблица 3. Активность ферментов почв сеяных и естественных лугов среднего Подесенья

Table 3. Activity of soil enzymes in sown and natural meadows of the Middle Podesen'ya

Вариант исследований	АУ, мг N-NH ⁴ на 100 г почвы, М ± m	Катал., см ³ O ₂ на 1 г почвы за 1 мин., М ± m	Скорость разложения бумаги, % в сутки, М ± m
<i>Anthyllidi-Trifolietum montani</i>	15,39 ± 0,09	7,4 ± 0,09	1,16
<i>Agrimonia eupatoria-Poetum angustifoliae</i>	15,91 ± 0,08	7,5 ± 0,09	1,17
<i>Koeleria delavignei-Festucetum rubrae</i>	16,22 ± 0,08	7,8 ± 0,09	1,18
<i>Anthoxantho-Agrostietum tenuis</i>	15,91 ± 0,09	7,9 ± 0,09	1,21
<i>Caro carvi-Deschampsietum</i>	16,31 ± 0,09	7,9 ± 0,09	1,20
<i>Festuca ovinae-Koelerium delavignei</i>	16,14 ± 0,08	8,2 ± 0,09	1,19
<i>Polygalo vulgaris-Anthoxanthoetum</i>	13,86 ± 0,09	6,7 ± 0,09	1,12
<i>Hieracio pilosellae-Agrostietum tenuis</i>	14,33 ± 0,09	5,9 ± 0,09	1,11

За период наблюдений зарегистрировано возрастание количества уреазы и каталазы, что свидетельствует об активизации деятельности микроорганизмов, в почве под мелкозлаковыми лугами. Наибольшие значения ферментативной активности при химической мелиорации выявлены для почв ассоциаций *Caro carvi-Deschampsietum*, *Koeleria delavignei-Festucetum rubrae*, *Festuca ovinae-Koelerium delavignei*. Связь процессов накопления Сорг и уреазы — положительная сильная ($R^2 = 0,69$), Сорг и каталазы — положительная сильная ($R^2 = 0,72$).

Процесс разложения клетчатки, осуществляемый микроорганизмами, — один из важнейших показателей плодородия почвы, определяющих уровень ее биогенности. Клетчатка — один из главных компонентов органического вещества, поэтому скорость ее разложения влияет на скорость разложения органики в почве в целом.

Исследуемые почвы характеризуются средней и малой активностью целлюлазы. Кроме того, на активность

почвенной микрофлоры, определяющей интенсивность разложения целлюлозы, оказывают влияние такие факторы, как количество и состав поступающего опада, кислотность, содержание и качество гумуса почвы.

Наблюдениями установлено повышение уровня целлюлолитической активности в почве мелкозлаковых лугов: выявлена положительная сильная корреляционная связь ($R^2 = 0,72$) с содержанием Сорг.

Выводы/Conclusion

Таким образом, для почв суходольных лугов происхождения впервые для Нечерноземья РФ установлены углеродпоглощательная способность, изменение Сорг и ферментативной активности для уреазы, каталазы, целлюлазы в зависимости от залужающих растений.

При сравнении основных показателей накопления органического углерода, ферментативной активности почв суходольных и кратко- и долгопоемных лугов выяснено, что в почвах суходольных, мелкозлаковых лугов все показатели ниже, чем для естественных лугов с повышенным увлажнением, около нейтральной или слабощелочной реакцией среды.

Полученные результаты используются для решения проблемы декарбонизации, так как помогают выявлять ряд внешних и внутренних факторов, контролирующих поглощение и фиксацию соединений углерода. Накопление органического углерода на староосвоенных территориях дополнит разрабатываемые информационные системы ГИС по его запасам и пространственному распределению для решения проблем изменения климата и обеспечения продовольственной безопасности.

Так как исследование выполнено в рамках общегосударственной программы, ориентированной на расчет почвенной секвестрации углерода и решения проблемы управления почвенным углеродом, в Брянской области России создана мониторинговая база, дополняющая информационный блок о запасах почвенного углерода в наиболее уязвимых луговых сообществах.

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

- Анищенко Л.Н., Поцепай С.Н., Справцев А.А., Васюкина Т.И., Семышев М.В., Сычев С.М. Организация устойчивого управления лугами в нечерноземной зоне Российской Федерации. *Аграрная наука*. 2022; (9): 120–125. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-120-125>
- Huguenin-Elie O., Delaby L., Klumpp K., Lemauiel-Lavenant S., Ryschawy J., Sabatier R. The role of grasslands in biogeochemical cycles and biodiversity conservation. Marshall A., Collins R. (eds.). Improving grassland and pasture management in temperate agriculture. Cambridge, UK: *Burleigh Dodds Science Publishing*. 2018: 1–27.
- Schjønning P. et al. The Role of Soil Organic Matter for Maintaining Crop Yields: Evidence for a Renewed Conceptual Basis. *Advances in Agronomy*. 2018; 150: 35–79. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2018.03.001>
- Когут Б.М., Семенов В.М., Артемьева З.С., Данченко Н.Н. Дегумусирование и почвенная секвестрация углерода. *Агрохимия*. 2021; (5): 3–13. <https://doi.org/10.31857/S0002188121050070>
- Поцепай С.Н., Бельченко С.А., Анищенко Л.Н., Продуктивность и эколого-химические характеристики сеяных лугов Подесенья в фоновых условиях (Брянской области). *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019; (1): 39–44. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2019-1-39-44>
- Поцепай С.Н., Анищенко Л.Н., Шаповалов В.Ф., Семышев М.В., Капошко Н.А., Атрошенко П.П. К оценке накопления органических веществ, ферментативной и микробиологической активности почв сеяных и естественных лугов. *Агрохимический вестник*. 2022; (2): 48–52. <https://www.elibrary.ru/gxbzjw>

REFERENCES

- Anishchenko L.N., Potsepai S.N., Spravtsev A.A., Vakina T.I., Semyshev M.V., Sychev S.M. Organization of sustainable management of meadows in the Nonchernozem belt of the Russian Federation. *Agrarian science*. 2022; (9): 120–125 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-120-125>
- Huguenin-Elie O., Delaby L., Klumpp K., Lemauiel-Lavenant S., Ryschawy J., Sabatier R. The role of grasslands in biogeochemical cycles and biodiversity conservation. Marshall A., Collins R. (eds.). Improving grassland and pasture management in temperate agriculture. Cambridge, UK: *Burleigh Dodds Science Publishing*. 2018: 1–27.
- Schjønning P. et al. The Role of Soil Organic Matter for Maintaining Crop Yields: Evidence for a Renewed Conceptual Basis. *Advances in Agronomy*. 2018; 150: 35–79. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2018.03.001>
- Kogut B.M., Semenov V.M., Artemyeva Z.S., Danchenko N.N. Humus depletion and soil carbon sequestration. *Agrokhimiya*. 2021; (5): 3–13 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0002188121050070>
- Potsepai S.N., Belchenko S.A., Anishchenko L.N. Productivity and ecological characteristics of sown meadows of Podesenye in natural conditions (Bryansk region). *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2019; (1): 39–44 (in Russian). <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2019-1-39-44>
- Potsepai S.N., Anishchenko L.N., Shapovalov V.F., Semyshev M.V., Kaposhko N.A., Atroshenko P.P. To estimation of accumulation of organic substances, enzymatic and microbiological activity of seeded and natural meadows soils. *Agrochemical Herald*. 2022; (2): 48–52 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/gxbzjw>

7. Пуртова Л.Н., Шапова Л.Н., Емельянов А.Н., Босенко В.М. Влияние различных фитомелиорантов на плодородие агрогенных почв Приморья. *Вестник КрасГАУ*. 2017; (10): 121–129. <https://www.elibrary.ru/zrsxhj>
8. Gougoulas C., Clark J.M., Shaw L.J. The role of soil microbes in the global carbon cycle: tracking the below-ground microbial processing of plant-derived carbon for manipulating carbon dynamics in agricultural systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014; 94(12): 2362–2371. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6577>
9. Sequeira C.H., Wills S.A., Seybold C.A., West L.T. Predicting soil bulk density for incomplete databases. *Geoderma*. 2014; 213: 64–73. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.07.013>
10. Чесалин С.Ф., Смольский Е.В., Белоус И.Н. Эффективность минеральных удобрений в реализации продуктивности радиоактивно загрязненных естественных кормовых угодий. *Агрохимический вестник*. 2022; (2): 37–42. <https://www.elibrary.ru/yqelno>
11. Воронов А.Г. (ред.). Луга Нечерноземья. М.: Издательство МГУ. 1984; 159.
12. Rodríguez-Lado L., Rial M., Taboada T., Cortizas A.M. A Pedotransfer Function to Map Soil Bulk Density from Limited Data. *Procedia Environmental Sciences*. 2015; 27: 45–48. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.112>
13. Чернова О.В., Рыжова И.М., Подвезенная М.А. Оценка запасов органического углерода лесных почв в региональном масштабе. *Почвоведение*. 2020; (3): 340–350. <https://doi.org/10.31857/S0032180X20030028>
14. Lal R. Soil organic matter content and crop yield. *Journal of Soil and Water Conservation*. 2020; 75(2): 27A–32A. <https://doi.org/10.2489/jswc.75.2.27A>
15. Щепашенко Д.Г., Мухортova Л.В., Швиденко А.З., Ведрова Э.Ф. Запасы органического углерода в почвах России. *Почвоведение*. 2013; (2): 123–132. <https://doi.org/10.7868/S0032180X13020123>

ОБ АВТОРАХ

Светлана Николаевна Поцепай¹

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент института экономики и агробизнеса
snpotsepai@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4969-3189>

Лидия Николаевна Анищенко²

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры географии, экологии и землеустройства
lanishchenko@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6600-6010>

Михаил Васильевич Семышев¹

кандидат педагогических наук, доцент, доцент института экономики и агробизнеса
mwsemm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0496-1509>

Павел Петрович Атрошенко¹

аспирант
bgsha@bgsha.com
<https://orcid.org/0009-0001-8295-9252>

¹Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2А, Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365, Россия

²Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского, ул. Бежицкая, 14А, Брянск, 241036, Россия

7. Purtova L.N., Shchapova L.N., Emelyanov A.N., Bosenko V.M. The influence of various phytoameliorants on the fertility of agrogenic soils of Primorye Territory. *Bulletin of KrasGAU*. 2017; (10): 121–129 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/zrsxhj>

8. Gougoulas C., Clark J.M., Shaw L.J. The role of soil microbes in the global carbon cycle: tracking the below-ground microbial processing of plant-derived carbon for manipulating carbon dynamics in agricultural systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014; 94(12): 2362–2371. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6577>

9. Sequeira C.H., Wills S.A., Seybold C.A., West L.T. Predicting soil bulk density for incomplete databases. *Geoderma*. 2014; 213: 64–73. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.07.013>

10. Chesalin S.F., Smolsky E.V., Belous I.N. Efficiency of mineral fertilizers in realization of productivity of radioactively contaminated natural fodder lands. *Agrochemical Herald*. 2022; (2): 37–42 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/yqelno>

11. Voronov A.G. (ed.). Meadows of the Non-Black Soil Zone. Moscow: Moscow State University Publishing House. 1984; 159 (in Russian).

12. Rodríguez-Lado L., Rial M., Taboada T., Cortizas A.M. A Pedotransfer Function to Map Soil Bulk Density from Limited Data. *Procedia Environmental Sciences*. 2015; 27: 45–48. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.112>

13. Chernova O.V., Ryzhova I.M., Podvezennaya M.A. Assessment of Organic Carbon Stocks in Forest Soils on a Regional Scale. *Eurasian Soil Science*. 2020; 53(3): 339–348. <https://doi.org/10.1134/S1064229320030023>

14. Lal R. Soil organic matter content and crop yield. *Journal of Soil and Water Conservation*. 2020; 75(2): 27A–32A. <https://doi.org/10.2489/jswc.75.2.27A>

15. Schepaschenko D.G., Mukhortova L.V., Shvidenko A.Z., Vedrova E.F. The pool of organic carbon in the soils of Russia. *Eurasian Soil Science*. 2013; 46(2): 107–116. <https://doi.org/10.1134/S1064229313020123>

ABOUT THE AUTHORS

Svetlana Nikolaevna Potsepai¹

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Institute of Economics and Agribusiness
snpotsepai@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4969-3189>

Lidiya Nikolaevna Anishchenko²

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Geography, Ecology and Land Management
lanishchenko@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6600-6010>

Mikhail Vasil'evich Semyshev¹

Candidate of Pedagogical Sciences Associate Professor Associate Professor at the Institute of Economics and Agribusiness
mwsemm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0496-1509>

Pavel Petrovich Atrosenko¹

Postgraduate Student
bgsha@bgsha.com
<https://orcid.org/0009-0001-8295-9252>

¹Bryansk State Agrarian University, 2A Sovetskaya Str., Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, 243365, Russia

²Bryansk State University named after academician I.G. Petrovsky, 14A Bezhitskaya Str., Bryansk, 241036, Russia

К.Р. Исмагилов ✉
Р.Р. Каюмова

Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Уфимского научно-исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

✉ ismagilovk@mail.ru

Поступила в редакцию:
27.10.2023

Одобрена после рецензирования:
13.02.2024

Принята к публикации:
29.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-114-118

Kamil R. Ismagilov ✉
Roza R. Kayumova

Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture is a separate structural unit of the Ufa Scientific Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

✉ ismagilovk@mail.ru

Received by the editorial office:
27.10.2023

Accepted in revised:
13.02.2024

Accepted for publication:
29.02.2024

Стабильность и экологическая пластичность озимых зерновых культур в Республике Башкортостан

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Определение параметров стабильности и экологической пластичности озимых зерновых культур позволяет дать оценку их адаптивности и объективно охарактеризовать практическую ценность.

Методы. Оценка экологической пластичности и стабильности озимых зерновых культур (ржи озимой *Secale cereale* L., пшеницы озимой *Triticum aestivum* L. и тритикале озимой *Triticosecale*) проводили по урожайности зерна. Для исследования использованы статистические данные урожайности в 2012–2021 гг. в 54 муниципальных районах Республики Башкортостан. Стабильность урожайности оценивали расчетом коэффициента вариации (*Cv*) и среднеквадратичного отклонения урожайности (σ_d^2), экологическую пластичность — расчетом коэффициента регрессии урожайности (*bi*).

Результаты. Озимые зерновые культуры на территории Республики Башкортостан имеют разную стабильность и экологическую пластичность. Сравнительно высокой стабильностью (*Cv* 34,03% и σ_d^2 4,28) и меньшей экологической пластичностью (*bi* 0,77) обладает рожь озимая, низкой стабильностью (*Cv* 42,35% и σ_d^2 8,11) и высокой пластичностью (*bi* 1,24) — пшеница озимая. Тритикале озимая по этим показателям занимает промежуточное положение между рожью озимой и пшеницей озимой. Идентичная реакция озимых зерновых культур на изменения почвенно-климатических условий (место выращивания) и агрометеорологических условий (год выращивания). Пшеница озимая сильнее реагирует отрицательно на ухудшения условий и положительно — на улучшения почвенно-климатических (*bi* 1,17) и агрометеорологических условий (*bi* 1,21), чем рожь озимая (соответственно, 0,78 и 0,79) и тритикале озимая (соответственно, 1,05 и 1,00).

Ключевые слова: озимые зерновые культуры, урожайность, экологическая пластичность, стабильность

Для цитирования: Исмагилов К.Р., Каюмова Р.Р. Стабильность и экологическая пластичность озимых зерновых культур в Республике Башкортостан. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 114–118. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-114-118>

© Исмагилов К.Р., Каюмова Р.Р.

Stability and ecological plasticity of winter grain crops in the Republic of Bashkortostan

ABSTRACT

Relevance. Determination of the parameters of stability and ecological plasticity of winter grain crops allows us to assess their adaptability and objectively characterize the practical value.

Methods. The ecological plasticity and stability of winter grain crops (winter rye *Secale cereale* L., winter wheat *Triticum aestivum* L. and winter triticale *Triticosecale*) were assessed by grain yield. For the study, statistical data on yields in 2012–2021 in 54 municipal districts of the Republic of Bashkortostan were used. Yield stability was assessed by calculating the coefficient of variation (*Cv*) and mean square deviation of yield (σ_d^2), ecological plasticity — by calculating the yield regression coefficient (*bi*).

Results. Winter grain crops on the territory of the Republic of Bashkortostan have different stability and ecological plasticity. Winter rye has relatively high stability (*Cv* 34.03% and σ_d^2 4.28) and lower ecological plasticity (*bi* 0.77), low stability (*Cv* 42.35% and σ_d^2 8.11) and high plasticity (*bi* 1.24) — winter wheat. Winter triticale occupies an intermediate position between winter rye and winter wheat. Identical reaction of winter grain crops to changes in soil and climatic conditions (place of cultivation) and agrometeorological conditions (year of cultivation). Winter wheat responds more negatively to deteriorating conditions and positively to improvements in soil-climatic (*bi* 1.17) and agrometeorological conditions (*bi* 1.21) than winter rye (0.78 and 0.79, respectively) and winter triticale (1.05 and 1.00, respectively).

Key words: winter grains, yield, ecological plasticity, stability

For citation: Ismagilov K.R., Kayumova R.R. Stability and ecological plasticity of winter grain crops in the Republic of Bashkortostan. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 114–118 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-114-118>

© Frizen Yu.V., Nekrasova E.V., Gaivas A.A.

Введение/Introduction

Озимые зерновые культуры занимают значительное долю в объеме производства зерна в Российской Федерации, в том числе в Республике Башкортостан. Они более урожайные, чем яровые зерновые культуры, благодаря эффективному использованию осенне-весенней влаги и более продолжительной вегетации. В Башкортостане в настоящее время возделываются рожь озимая, пшеница озимая и тритикале озимая. Продолжительность возделывания этих культур на современной территории Башкортостана разная. Рожь озимая возделывается на нынешней территории Башкортостана еще с середины XVII века. В последние годы (2017–2021 гг.) рожь озимая в республике выращивается на площади 170 тыс. га. Пшеницу озимую начали возделывать недавно — в середине XX века, и в последние десятилетия ее площади посева резко расширились (около 200 тыс. га). Тритикале озимая — новая в республике культура, хозяйства начали возделывать ее в 2000 годах и в настоящее время (2017–2021 гг.) высевает на площади 12 тыс. га. Урожайность озимых зерновых культур в республике сравнительно невысокая и неустойчивая¹.

Сбор урожая сельскохозяйственных культур с единицы площади посева и его стабильность — один из важных критериев эффективности ведения растениеводства. Колебание урожайности полевых культур в значительной мере вызвана изменением агроклиматических ресурсов и факторов на территории [1]. Величина и устойчивость данного показателя могут быть достигнуты при сочетании в генотипе растения двух показателей — высокой потенциальной продуктивности и устойчивости к неблагоприятным экологическим факторам. Стабильность продуктивности культурных растений определяется онтогенетической и филогенетической адаптацией в системе «генотип — среда» [2–4].

Генотип допускает варьирование конкретных признаков формирующегося организма в определенных пределах, а внешние условия обуславливают реализацию одной из возможностей, заложенных в наследственной информации, что является специфической формой реакции генотипа [5]. Взаимодействия и взаимосвязи генотипа и среды значительно разнообразны, сложны по характеру и степени проявления, зависят от проявления генотипа и от того, какой фактор рассматривают в роли среды или условий. Взаимодействие может быть «генотип — год», «генотип — фон» [6, 7]. Способность растений поддерживать внутреннее равновесие и реализовать генетически детерминированные возможности сортов при отклонении условий их культивирования от нормы имеет большое значение для достижения максимальной продуктивности [8]. Это свойство, определяемое как гомеостаз, заключается в большей или меньшей «буферности» сортов против сезонных вариаций условий среды и вариаций, обусловленных местом выращивания [9].

В широком смысле стабильными считаются те генотипы, у которых изменение условий среды не влияет на развитие признаков [10]. Сорта экологически пластичные в генетическом смысле могут быть непластичными в агрономическом из-за сочетания в себе высокой отзывчивости на улучшение условий выращивания, с низким средним генетически обусловленным уровнем развития признаков продуктивности [7].

С ростом потенциальной продуктивности сортов их экологическая устойчивость имеет тренд к снижению, и ее не удастся повысить методами селекции. Очевидно, из-за часто меняющихся погодных факторов односторонняя селекция на высокую потенциальную продуктивность недостаточно эффективна в плане повышения ее стабильности. Для повышения адаптивности создаваемых сортов необходимо масштабно задействовать методы экологической селекции, с тем чтобы создавать агроэкологически адресные сорта, приспособленные не только к экстремальным почвенно-климатическим условиям, но и к региональным технологиям возделывания [11].

Широко используется при оценке экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур, в том числе озимых зерновых, метод S.A. Eberhart и W.A. Russel [12, 13]. В то же время практически отсутствуют результаты количественной оценки экологической пластичности и стабильности продуктивности видов сельскохозяйственных растений. Изучена экологическая пластичность урожайности пшеницы озимой при возделывании по различным предшественникам [14], леоплодных культур [15], оранжевых и лекарственных растений [16, 17]. Управление адаптивными реакциями растений необходимо в селекции, сортоиспытании и семеноводстве при разработке комплексных селекционно-агротехнических программ, агроэкологическом макро-, мезо- и микрорайонировании сельскохозяйственных территорий [2, 3]. Природные ресурсы и факторы в Республике Башкортостан разнообразны на территории и значительно меняются по годам, что требует возделывания видов культур с высокой стабильностью продуктивности [18]. Определение параметров экологической пластичности сорта позволяет дать ему всестороннюю оценку, выявить степень адаптивности и объективно охарактеризовать сорт и его практическую ценность.

Цель исследований — сравнительная количественная оценка стабильности урожайности и экологической пластичности ржи, пшеницы и тритикале озимой в почвенно-климатических условиях Республики Башкортостан.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Природные условия на территории республики, вызванные ее географическим расположением на западных склонах Южного Урала и в Предуралье, очень разнообразны. Протяженность территории с севера на юг 550 км, с запада на восток — 430 км. Почвенный покров представлен от чернозема до серых лесных типов. Сумма активных температур меняется от 1801 до 2318 °С, среднегодовое количество осадков — от 400 до 550 мм².

Оценку экологической пластичности и стабильности озимых зерновых культур (ржи озимой *Secale cereale* L., пшеницы озимой *Triticum aestivum* L. и тритикале озимой *Triticosecale*) проводили по урожайности зерна посева. Для исследования были использованы статистические данные урожайности данных культур в 2012–2021 гг. (Фактор А) в 54 муниципальных районах Республики Башкортостан (Фактор Б)¹.

Для решения поставленных задач применяли общенаучные (анализ, обобщение, сравнение) и эмпирические методы (статистический анализ). Стабильность

¹ Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. Режим доступа: <https://bashstat.gks.ru/> (дата обращения: 5.03.2023).

² Агроклиматические ресурсы Башкирской АССР. Ленинград: Гидрометеиздат. 1976; 236.

урожайности оценивали коэффициентом вариации (C_v), который рассчитывали делением среднеквадратичного отклонения на среднее арифметическое. Принято считать: если коэффициент меньше 10%, степень рассеивания данных незначительная, если от 10 до 20% — средняя, больше 20% — значительная. Наряду с коэффициентом вариации для оценки стабильности рассчитывали среднеквадратическое отклонение урожайности от теоретической урожайности (σ_d^2) по методике S.A. Eberhart и W.A. Russell³ в изложении В.А. Зыкина⁴. По методике S.A. Eberhart и W.A. Russell провели оценку экологической пластичности расчетом коэффициента регрессии урожайности (bi) и индекса условий вегетации озимых зерновых культур. Коэффициент bi характеризует степень реакции генотипа на изменения внешних условий, который может принимать величину больше или меньше 1.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Пшеница озимая, как высокопродуктивная культура, формирует на территории Республики Башкортостан более высокую урожайность зерна по сравнению с рожью озимой и тритикале озимой. В среднем в 2012–2021 годах урожайность пшеницы озимой составила 19,38 ц/га, ржи озимой — 17,58 ц/га, тритикале озимой — 17,16 ц/га (табл. 1). Исследования показали, что урожайности озимых зерновых культур на территории Республики Башкортостан подвержена значительному колебанию и в разной степени. Среди видов озимых культур наименее устойчива урожайность пшеницы озимой. Коэффициент вариации (C_v) урожайности данной культуры составляет 42,35% (табл. 1). Сравнительно стабильна урожайность ржи озимой (C_v 34,03%). Устойчивость к действию абиотических стрессоров, которые вызывают фенотипическую изменчивость, у ржи озимой эволюционно обусловлена [19]. Тритикале озимая по данному показателю занимает промежуточное положение (C_v 38,68%) между пшеницей озимой и рожью озимой. По среднеквадратичному отклонению урожайности (σ_d^2) прослеживается такая же закономерность. Величина данного показателя ржи озимой 4,28 ц/га, пшеницы озимой 8,11 ц/га и тритикале озимой 8,01 ц/га. Коэффициент линейной регрессии урожайности от условий среды (bi), характеризующий экологическую пластичность, разный у озимых зерновых культур (табл. 1).

Наиболее экологически пластична пшеница озимая, она относительно остальных культур сильнее реагирует

на изменения условий роста и развития растений. В неблагоприятных условиях урожайность зерна пшеницы озимой в большей степени снижается, а в благоприятных — повышается (bi 1,24), чем у остальных культур. Рожь озимая, как наиболее адаптированная культура, значительно в меньшей степени реагирует на изменения условий произрастания (bi 0,77). Тритикале озимая по экологической пластичности занимает промежуточное положение между рожью и пшеницей (bi 1,00). Меньшая реакция тритикале по сравнению с пшеницей, вероятно, обусловлена более высокой зимостойкостью, устойчивостью к болезням, пониженной требовательностью к плодородию почвы [20]. Высокая экологическая пластичность культуры имеет двойное практическое значение. Сильная положительная реакция культуры на улучшение условий вегетации растений выгодна в растениеводстве. Однако значительное снижение урожайности культуры при ухудшении условий произрастания растений ущербно для производства.

Общая вариация урожайности озимых зерновых вызвана изменчивостью в основном двух групп факторов — почвенно-климатических (место выращивания) и агрометеорологических (год выращивания) [18]. Исследования показали на значительное взаимодействие озимых зерновых культур и место выращивания (генотип — место) (табл. 2).

Наиболее сильно изменяется на территории республики урожайность пшеницы озимой (C_v 29,90%), несколько меньше — тритикале озимой (C_v 28,35%), существенно меньше — ржи озимой (C_v 22,96%). Показатель стабильности урожайности (σ_d^2) на территории республики в зависимости от вида культуры составил 2,61 ц/га (рожь озимая), 8,57 (тритикале озимая) и 8,99 ц/га (пшеница озимая). Согласно данному показателю, сравнительно высокой стабильностью урожайности обладает рожь озимая, а значительно низкой — пшеница озимая и тритикале озимая. Сравнительно низкая стабильность урожайности пшеницы и тритикале озимой обусловлена недостаточно благоприятными условиями среды для этих культур на территории республики. Индекс среды произрастания пшеницы озимой имеет отрицательное значение на территории 34 муниципальных районов из 54. В некоторых районах данный показатель очень низкий, например в Абзелиловском

Таблица 1. Показатели стабильности урожайности и экологической пластичности озимых зерновых культур в Республике Башкортостан

Table 1. Indicators of yield stability and ecological plasticity of winter grain crops in the Republic of Bashkortostan

Культура	Средняя урожайность, ц/га	Коэффициент вариации урожайности, % (C_v)	Среднеквадратичное отклонение урожайности, ц/га (σ_d^2)	Экологическая пластичность (bi)
Рожь озимая	17,58	34,03	4,28	0,77
Пшеница озимая	19,38	42,35	8,11	1,24
Тритикале озимая	17,16	38,68	8,01	1,00

Таблица 2. Показатели стабильности урожайности и экологической пластичности озимых зерновых культур по месту и году возделывания

Table 2. Indicators of yield stability and ecological plasticity of winter grain crops by place and year of cultivation

Культура	Коэффициент вариации урожайности, % (C_v)	Среднеквадратичное отклонение урожайности, ц/га (σ_d^2)	Экологическая пластичность (bi)
Фактор А			
Рожь озимая	22,96	2,61	0,78
Пшеница озимая	29,90	8,99	1,17
Тритикале озимая	28,35	8,57	1,05
Фактор Б			
Рожь озимая	18,40	3,01	0,79
Пшеница озимая	24,90	12,26	1,21
Тритикале озимая	23,30	9,54	1,00

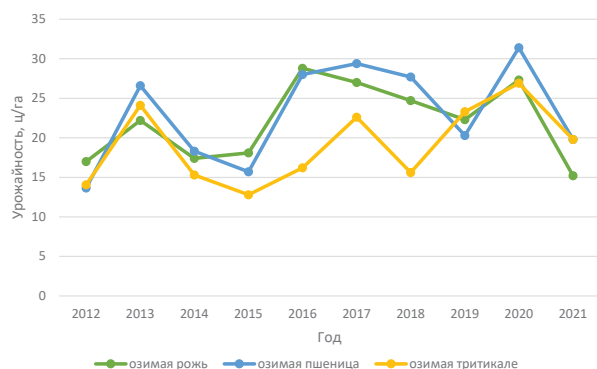
³ Eberhart S.A., Russel W.A. Stability Parameters for Comparing Varieties. Crop Science. 1966; 6(1): 36–40.

⁴ Зыкин В. А. и др. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа: Башкирский государственный аграрный университет; Сибирский НИИ сельского хозяйства. 2005; 99.

⁵ Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. Режим доступа: <https://bashstat.gks.ru/> (дата обращения: 5.03.2023).

Рис. 1. Динамика урожайности озимых зерновых культур по годам на территории Республики Башкортостан

Fig. 1. Dynamics in the yield of winter grain crops by year in the Republic of Bashkortostan



районе, который расположен в зауральской степной зоне, и равен 6,73. Среди озимых зерновых культур большей отзывчивостью на изменения природных условий на территории республики проявляет пшеница озимая (bi 1,17), несколько меньшей — тритикале озимая (bi 1,05). Существенно слабее реагирует на изменения природных условий на территории рожь озимая (bi 0,78). Следовательно, для проявления высокого потенциала и получения высокой урожайности зерна

Рис. 2. Индекс влияния условий среды произрастания озимых зерновых культур в 2012–2021 гг. на территории Республики Башкортостан

Fig. 2. Index of environmental conditions for the growth of winter grain crops in 2012–2021 in the Republic of Bashkortostan

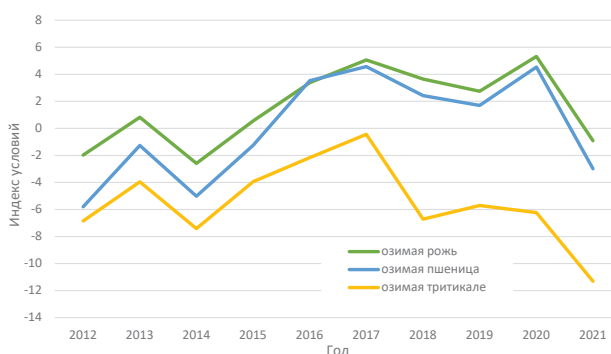
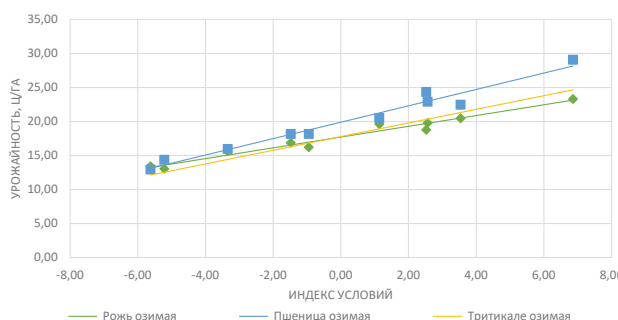


Рис. 3. Зависимость линий регрессии урожайности от индекса агрометеорологических условий года

Fig. 3. Yield regression lines from the index of agrometeorological conditions of the year



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.

пшеницы и тритикале озимой следует их посевы размещать на территории с благоприятными природными условиями произрастания.

Урожайность озимых зерновых культур подвержена вариации вследствие изменения метеорологических условий по годам (рис. 1).

Отклик генотипа озимой пшеницы на изменения агрометеорологических условий также наиболее сильный, как на изменения природных условий на территории республики. Метеорологические условия на территории республики по годам меняются в значительной мере, соответственно, подвержены колебанию условия вегетации озимых культур. В 2012–2023 гг. самые неблагоприятные агрометеорологические условия сложились в 2014 г. и 2021-м, благоприятными были условия 2020 г. (рис. 2).

Коэффициент вариации (Cv) урожайности пшеницы озимой по годам составил 24,9%, тритикале озимой — 23,3%, ржи озимой — 18,4% (табл. 2). Согласно данному показателю, наибольшей устойчивостью к изменениям агрометеорологических условий по годам обладает рожь озимая. Среднеквадратичное отклонение урожайности (σ_{σ^2}) подтверждает данную закономерность. Сравнительно высокую пластичность к агрометеорологическим условиям имеет пшеница озимая, низкую — рожь озимая. Коэффициент экологической пластичности (bi) пшеницы озимой 1,21, тритикале озимой — 1,00, ржи озимой — 0,79. Эти данные показывают на неодинаковую реакцию разных видов озимых зерновых культур к агрометеорологическим условиям вегетации. Пшеница озимая положительно отзывается сильнее на благоприятные агрометеорологические условия, чем рожь и тритикале озимая (рис. 3).

Выводы/Conclusions

Озимые зерновые культуры (рожь, пшеница, тритикале) на территории Республики Башкортостан имеют разную стабильность и экологическую пластичность по урожайности зерна. Сравнительно высокой стабильностью (коэффициент вариации 34,03%, среднеквадратичное отклонение 4,28 ц/га) и меньшей экологической пластичностью (bi 0,77) обладает рожь озимая, низкой стабильностью (коэффициент вариации 42,35%, среднеквадратичное отклонение 8,11 ц/га) и высокой пластичностью (bi 1,24) — пшеница озимая. Тритикале озимая по этим показателям занимает промежуточное положение между рожью озимой и пшеницей озимой. Идентичная реакция озимых зерновых культур на изменения почвенно-климатических (место выращивания) и агрометеорологических (год выращивания) условий. Пшеница озимая сильнее реагирует отрицательно на ухудшения условий и положительно — на улучшения почвенно-климатических (bi 1,17) и агрометеорологических (bi 1,21) условий, чем рожь озимая (соответственно, 0,78 и 0,79) и тритикале озимая (соответственно, 1,05 и 1,00).

Для повышения стабильности урожайности пшеницы и тритикале озимой необходимо оптимизировать размещения их посевов на территории Республики Башкортостан и повысить интенсивность технологии возделывания.

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

- Исмагилов К.Р., Шакирзянов А.Х., Каримов И.К., Кадиков Р.К. Экологическая пластичность сортов яровой пшеницы в Предуральской степи Республики Башкортостан. *Вестник КрасГАУ*. 2022; (9): 80–86. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-9-80-86>
- Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агрофитотехники: теория и практика. М.: *Агрорус*. 2004; 1: 688. ISBN 5-9900364-1-8
- Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агрофитотехники: теория и практика. М.: *Агрорус*. 2004; 2: 1153. ISBN 5-9900364-1-8
- Заикина Е.А., Исмагилов К.Р., Кулуев Б.Р. Поиск SNP-маркеров стрессоустойчивости в генах *TaDREB1* и *TaWRKY19* мягкой пшеницы в условиях Предуральской степной зоны. *Экологическая генетика*. 2022; 20(3): 183–192. <https://doi.org/10.17816/ecogen106945>
- Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М.: *Наука*. 1980; 278.
- Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 1984; 19(4): 109–113.
- Литун П.П. Взаимодействие генотипа и среда в генетических и селекционных исследованиях и способы его изучения. *Проблемы отбора и оценки селекционного материала*. Киев: Наукова думка. 1980; 63–92.
- Юсуфов А.Г. Гомеостаз и его значение в онтогенезе растений. *Сельскохозяйственная биология*. 1983; 18(1): 25–34.
- Турбин Н.В., Хотылева Л.В., Каминская Л.Н. Периодический отбор в селекции растений. Минск: *Наука и техника*. 1976; 144. <https://www.elibrary.ru/sksuhj>
- Finlay K.W., Wilkinson G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1963; 14(2): 742–754. <https://doi.org/10.1071/ar9630742>
- Гончаренко А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции. *Зерновое хозяйство России*. 2016; (3): 31–37. <https://www.elibrary.ru/wlasmv>
- Манукян И.Р., Абиева Т.С., Догузова Н.Н. Экологическая пластичность сортов озимой тритикале в условиях предгорной зоны Северного Кавказа. *Аграрная наука*. 2022; (7–8): 152–156. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-152-156>
- Утамбетов Д.У., Аллашов Г. Результаты оценки на продуктивность и устойчивость к факторам среды сортов озимой пшеницы в условиях Республики Каракалпакстан. *Аграрная наука*. 2020; (4): 63–66. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-337-4-63-66>
- Морозов Н.А., Ходжаева Н.А., Хрипунов А.И., Общица Е.Н. Экологическая пластичность урожайности озимой пшеницы при возделывании по различным предшественникам в засушливых условиях Восточного Предкавказья. *Аграрная наука*. 2022; (10): 106–110. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-363-10-106-110>
- Хужахметова А.Ш. Экологическая пластичность орехоплодных культур в условиях интродукции. *Современные тенденции развития науки и производства. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции*. Кемерово: Западно-Сибирский научный центр. 2016; 3: 49–52. <https://www.elibrary.ru/vmsxpx>
- Стрельников И.И. Исследование стратегий адаптивной пластичности растений в ботанических садах. *Донецкие чтения — 2016. Образование, наука и вызовы современности. Материалы I Международной научной конференции*. Донецк: Издательство Южного федерального университета. 2016; 1: 286–287. <https://www.elibrary.ru/ntuobh>
- Туршув М.О. Интродукция и экологическая пластичность горных видов зверобоя (*Hypericum L.*) в Ботаническом саду ННГУ. *Бiosистемы: организация, поведение, управление. Тезисы докладов 69-й Всероссийской школы-конференции молодых ученых*. Нижний Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского. 2016; 157. <https://www.elibrary.ru/ysmorl>
- Исмагилов К.Р. Основные направления эффективного использования природных ресурсов в растениеводстве. *Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы. VI Национальная научно-практическая конференция*. Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия. 2021; 214–218. <https://www.elibrary.ru/dksfnp>
- Жученко А.А. Рожь — важнейшая продовольственная и кормовая культура России. *Агропродовольственная политика России*. 2012; (3): 14–21. <https://www.elibrary.ru/pwyurb>
- Исмагилов Р.Р., Абдуллоев В.Х. Сравнительный анализ формирования урожайности озимых зерновых культур в южной лесостепи Республики Башкортостан. *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2021; (1): 11–16. <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2021-57-1-11-16>

ОБ АВТОРАХ

Камиль Рафаэлевич Исмагилов

кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник
ismagilovkr@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0212-116X>

Роза Рифгатовна Каюмова

научный сотрудник
roza.kr@yandex.ru

Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Уфимского научно-исследовательского центра Российской академии наук, ул. им. Рихарда Зорге, 19, Уфа, 450059, Россия

REFERENCES

- Ismagilov K.R., Shakirzyanov A.Kh., Karimov I.K., Kadikov R.K. Spring wheat varieties ecological plasticity in the Republic of Bashkortostan cis-Ural steppe. *Bulletin of KrasGAU*. 2022; (9): 80–86 (in Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-9-80-86>
- Zhuchenko A.A. Ecological genetics of cultivated plants and problems of agricultural sphere. Moscow: *Agrorus*. 2004; 1: 688 (in Russian). ISBN 5-9900364-1-8
- Zhuchenko A.A. Ecological genetics of cultivated plants and problems of agricultural sphere. Moscow: *Agrorus*. 2004; 2: 1153 (in Russian). ISBN 5-9900364-1-8
- Zaikina E.A., Ismagilov K.R., Kuluev B.R. Search for SNP markers of stress tolerance in the *TaDREB1* and *TaWRKY19* genes of bread wheat in the Cis-Ural steppe zone. *Ecological Genetics*. 2022; 20(3): 183–192 (in Russian). <https://doi.org/10.17816/ecogen106945>
- Shvarts S.S. Ecological regularities of evolution. Moscow: *Nauka*. 1980; 278 (in Russian).
- Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Assessment of ecological plasticity and stability of varieties of agricultural crops. *Agricultural Biology*. 1984; 19(4): 109–113 (in Russian).
- Litun P.P. Interaction of genotype and environment in genetic and selection studies and methods of its study. *Problems of selection and evaluation of selection material*. Kyiv: Naukova dumka. 1980; 63–92 (in Russian).
- Yusufov A.G. Homeostasis and its significance in ontogenesis of plants. *Agricultural Biology*. 1983; 18(1): 25–34 (in Russian).
- Turbin N.V., Khotyleva L.V., Kaminskaya L.N. Periodic selection in plant breeding. Minsk: *Nauka i tekhnika*. 1976; 144 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/sksuhj>
- Finlay K.W., Wilkinson G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1963; 14(2): 742–754. <https://doi.org/10.1071/ar9630742>
- Goncharenko A.A. Ecological stability of grain crop varieties and tasks of breeding. *Grain Economy of Russia*. 2016; (3): 31–37 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/wlasmv>
- Manukyan I.R., Abieva T.S., Doguzova N.N. Ecological plasticity of winter triticale varieties in the conditions of the foothill zone of the North Caucasus. *Agrarian science*. 2022; (7–8): 152–156 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-152-156>
- Utambetov D.U., Allashov G. Results of the assessment of the productivity and resistance to environmental factors of winter wheat varieties in the conditions of the Republic of Karakalpakstan. *Agrarian science*. 2020; (4): 63–66 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-337-4-63-66>
- Morozov N.A., Khodzhaeva N.A., Khripunov A.I., Obshchiya E.N. Ecological plasticity of winter wheat yield when cultivating on different predecessors in arid conditions of Eastern Caucasus. *Agrarian science*. 2022; (10): 106–110 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-363-10-106-110>
- Khuzhakhmetova A.Sh. Ecological plasticity of nut-fruit cultures in the conditions of introduction. *Modern trends in the development of science and production. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference*. Kemerovo: West-Siberian Scientific Center. 2016; 3: 49–52 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vmsxpx>
- Strelnikov I.I. Study of Strategies of Adaptive Plasticity of Plants in Botanical Gardens. *Donetsk readings 2016. Education, science and challenges of our time. Proceedings of the I International Scientific Conference*. Donetsk: Southern Federal University. 2016; 1: 286–287 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ntuobh>
- Turushev M.O. Introduction and ecological plasticity of mountain species of *Hypericum L.* in the Botanical Garden of UNN. *Biosystems: organization, behavior, management. Theses of reports of the 69th All-Russian School-Conference of Young Scientists*. Nizhny Novgorod: National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. 2016; 157 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ysmorl>
- Ismagilov K.R. The main directions of effective use of natural resources in plant growing. *Actual scientific and technical means and agricultural problems. VI National Scientific and Practical Conference*. Kemerovo: Kuzbass State Agricultural Academy. 2021; 214–218 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/dksfnp>
- Zhuchenko A.A. Rye — the most important food and fodder culture of Russia. *Agro-food policy in Russia*. 2012; (3): 14–21 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pwyurb>
- Ismagilov R.R., Abdulloev W.H. Comparative analysis of winter crops formation in the southern forest steppe in the Republic of Bashkortostan. *Vestnik Bashkir State Agrarian University*. 2021; (1): 11–16 (in Russian). <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2021-57-1-11-16>

ABOUT THE AUTHORS

Kamil Rafaelevich Ismagilov

Candidate of Economic Sciences, Leading Researcher
ismagilovkr@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0212-116X>

Roza Rifgatovna Kayumova

Researcher
roza.kr@yandex.ru

Bashkir Research Institute of Agriculture, a separate structural unit of the Ufa Research Center of the Russian Academy of Sciences, 19 Richard Sorge Str., Ufa, 450059, Russia

УДК 632.4.01/.08

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-119-123

М.Н. Кинчарова ✉
А.И. Кинчаров
М.Р. Абдраев

Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Самара, Россия

✉ potatolab@mail.ru

Поступила в редакцию:
31.08.2023

Одобрена после рецензирования:
13.02.2024

Принята к публикации:
29.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-119-123

Marina N. Kincharova ✉
Aleksander I. Kincharov
Miansur R. Abdryaev

Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P.N. Konstantinov — Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Samara, Russia

✉ potatolab@mail.ru

Received by the editorial office:
31.08.2023

Accepted in revised:
13.02.2024

Accepted for publication:
29.02.2024

Источники заражения зерна озимой пшеницы грибной инфекцией в лесостепи Самарской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Среди патогенной микрофлоры зерновых семенная инфекция занимает наиболее важное место, в связи с этим поиски любых способов ее снижения являются весьма актуальными.

Методы. Исследования проводили в Поволжском НИИСС — филиале СамНЦ РАН на семенах трех сортов озимой мягкой пшеницы урожая 2020 года, отобранных на разных этапах уборки и послеуборочной обработки зерна: из колосьев перед уборкой, из убранных урожая из-под комбайна и после подработки зерна на сеяноочистительной машине Petkus K-531. Зараженность семян устанавливали по ГОСТ 12044-93. После идентификации фитопатогенных грибов рассчитывали их процентную частоту появления и относительную распространенность

Результаты. Зараженность семян после комбайновой уборки увеличивалась по всем сортам в среднем на 9,2%, а после подработки зерна на Petkus — на 6,2% по сравнению с семенами, отобранными с колосьев. Насыщение севооборотов зерновыми культурами от 30 до 50% приводит к снижению количества здоровых семян в образцах на 8,7% (с 37,0 до 28,3%). Семена чаще всего были инфицированы грибами, вызывающими плесневение с частотой встречаемости от 32,9 до 39,1% и относительной распространенностью от 40,8 до 55,2% в зависимости от стадии уборки. Причем содержание этой группы грибов снижалось в процессе уборки урожая (по сравнению с зерном с колосьев) на 6,2% после уборки комбайном и на 3,4% после подработки зерна. При комбайновой уборке частота встречаемости грибов *Fusarium sp.* и *Alternaria sp.* на семенах увеличивалась на 4,7–4,8%, а после очистки снова снижалась, но всё же была на 1,5–2,4% выше, чем на семенах с колосьев.

Ключевые слова: озимая пшеница, семена, сорт, грибная инфекция, колосья, частота встречаемости, относительная распространенность

Для цитирования: Кинчарова М.Н., Кинчаров А.И., Абдраев М.Р. Источники заражения зерна озимой пшеницы грибной инфекцией в лесостепи Самарской области. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 119–123.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-119-123>

© Кинчарова М.Н., Кинчаров А.И., Абдраев М.Р.

Sources of fungal infection of winter wheat grain in the forest-steppe of Samara region

ABSTRACT

Relevance. Among the pathogenic microflora of cereals, seed infection occupies the most important place, in this regard, the search for any ways to reduce it is very relevant.

Methods. The research was conducted at the VSRISSG — Branch of SamSC RAS on seeds of 3 varieties of winter soft wheat of 2020 harvest, selected at different stages of harvesting and post-harvest grain processing: from ears before harvesting, from the harvested crop from under the combine and after grain processing on the seed cleaning machine Petkus K-531. Seed infestation was determined according to GOST 12044-93. After identification of phytopathogenic fungi, their percentage frequency of occurrence and relative abundance were calculated.

Results. Seed infestation after combine harvesting increased for all varieties on average by 9.2%, and after grain treatment on Petkus — by 6.2% compared to seeds sampled from ears. The saturation of crop rotations with cereals from 30 to 50% lead to an 8.7% decrease in the number of healthy seeds in the samples (from 37.0 to 28.3%). Seeds were most often infected by fungi causing moulds with the frequency of occurrence from 32.9 to 39.1% and relative prevalence from 40.8 to 55.2% depending on the stage of harvesting. Moreover, the content of this group of mushrooms decreased during harvesting (compared with grain from ears) by 6.2% after harvesting by a combine harvester and by 3.4% after grain processing. During combine harvesting, the frequency of occurrence of fungi *Fusarium sp.* and *Alternaria sp.* it increased by 4.7–4.8% on seeds, and after cleaning it decreased again, but it was still 1.5–2.4% higher than on seeds from ears.

Key words: winter wheat, seeds, variety, fungal infection, ears, frequency of occurrence, relative prevalence

For citation: Kincharova M.N., Kincharov A.I., Abdryaev M.R. Sources of fungal infection of winter wheat grain in the forest-steppe of Samara region. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 119–123 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-119-123>

© Kincharova M.N., Kincharov A.I., Abdryaev M.R.

Введение/Introduction

Пшеница — культура исторического значения, поскольку начало ее возделывания 10 тыс. лет назад стало поворотным пунктом в развитии человеческой цивилизации. Дальнейшее окультуривание пшеницы послужило одним из факторов возможности стабильного увеличения численности людей на планете. В современном мире (в связи с быстрым ростом населения) производство пшеницы к 2050 году должно увеличиться на 50%, и из-за сильной конкуренции за продуктивные пахотные земли со стороны других отраслей в основном это будет достигнуто за счет повышения урожайности.

Удовлетворить растущий спрос в зерне можно с помощью системных подходов, включающих комплексную борьбу с вредными организмами, адаптацию к более теплomu климату, сокращение водопотребления и повышение устойчивости сортов к абиотическим стрессам. Из 200 выявленных болезней пшеницы только четвертая часть широко распространены в производственных условиях и наносят экономический ущерб. При этом из-за болезней ежегодно теряется около 20% пшеницы [1]. В то же время необходимо отметить, что среди всех болезней наиболее актуальными для России и других стран являются грибные болезни зерновых культур [2]. Среди патогенной микрофлоры зерновых культур, как в условиях места проведения исследований, так и в большинстве стран мира, особое место занимает семенная инфекция. Известно, что более половины всех патогенов, поражающих зерновые культуры (возбудителей головни, фузариоза, альтернариоза, гельминтоспориоза и др.), передаются посредством семян, а болезни вызывают потери урожая зерна в среднем на 15–20% [3].

Согласно наблюдениям и литературным данным, различные виды грибов могут развиваться и заражать зерно в любых условиях и на любой стадии производства — будь то зерно в колосе и валках, на току, при уборке и обмолоте, транспортировке и хранении зерна при высокой влажности (более 15%) или переработке и производстве продукции [2].

Необходимо отметить, что микобиота зерна пшеницы представлена целым рядом различных таксономических групп грибов. К наиболее часто встречающимся в нашей зоне относятся виды родов *Alternaria* Nees, *Fusarium* Link, *Microdochium* Syd. & P. Syd. и другие, отличающиеся по своим физиологическим и биохимическим свойствам. Они способны оказывать различное влияние на состояние семян и развивающихся из них растений, а именно: одни из них могут подавлять прорастание семян и провоцировать корневые гнили, а другие, наоборот, стимулировать развитие растений [4].

Заражение семян грибной инфекцией в годы с повышенной влажностью в предуборочный или уборочный период представляет значительный риск для аграрного производства. Поэтому, кроме традиционной проверки семян, необходимо проводить фитопатологическую экспертизу для определения видового состава патогенов, заселяющих семена и степени их зараженности. Это обусловлено тем, что фитопатогенные организмы в семенном материале могут сохраняться и передаваться как внутри самого семени, так и на его поверхности в виде мицелия или спор, а также в виде примесей — контаминантов. Выявление скрытой инфекции и идентификация патогенов возможны при фитопатологическом исследовании семенного материала [5].

Важное значение наряду с определением посевных качеств среднего образца имеет фитопатологическая экспертиза семян. Визуальный осмотр средней пробы зерна позволяет оценить содержание примесей, больных и поврежденных зерен. Получив сведения о степени зараженности семян, составе патогенов — возбудителей, можно научно обоснованно подобрать фунгициды для каждой отдельной партии семян, что будет оправдано как с экономической, так и с экологической точки зрения. Таким образом, молодые растения могут быть защищены от инфекции на ранних этапах развития, что позволит сформировать определенный продуктивный стеблестой растений. Посев зараженными семенами неизбежно приведет к передаче болезни вегетирующим растениям, созданию, сохранению и постоянному поддержанию очагов инфекции на поле.

Заражение семян может происходить на разных этапах возделывания культур: во время вегетации, при уборке, особенно в условиях повышенной влажности, при обмолоте и послеуборочной очистке зерна, при хранении в неправильных условиях [6]. Поэтому необходима интегрированная стратегия управления, включающая генетическую устойчивость, химический контроль, биологические и культурные методы [7].

Широко применяемые сегодня фермерами стратегии управления при выращивании культур включают в основном использование устойчивых сортов и правильное применение фунгицидов [8]. Первая линия защиты — генетическая устойчивость — является наиболее устойчивой, экономически эффективной и экологически оправданной. Однако растения и патогены находятся в постоянной эволюционной гонке друг с другом. Патогены продолжают эволюционировать, создавая новые и более агрессивные штаммы, преодолевая прежние источники устойчивости [9]. Это требует от селекционеров и патологов по всему миру продолжения поиска новых источников устойчивости [10].

Цель исследования — установить источники заражения семенного материала в период уборки и послеуборочной очистки зерна озимой пшеницы.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследование источников заражения зерна озимой пшеницы на стадиях проведения уборочной компании проводили в лаборатории инновационных технологий Поволжского НИИСС — филиала СамНЦ РАН¹. В качестве объекта исследования использовали семенной материал пшеницы озимой мягкой трех сортов (Поволжская Нива, Кинельская 4, Поволжская надежда урожая 2020 г.), полученный при возделывании на естественном инфекционном фоне на разных полях (семеноводческий севооборот — насыщенность зерновыми 30%, 3-й селекционный севооборот — 50%, 1-й селекционный севооборот — более 55%), без предпосевного протравливания.

Отбор семян проводили на разных этапах прохождения послеуборочной обработки семян, а именно: из колосьев, отобранных в поле непосредственно перед уборкой; из убранного урожая после комбайновой уборки (из-под комбайна); после подработки зерна на семяочистительной машине Petkus K-531 (Technologie GmbH, Германия) с триерным блоком.

Зараженность семян устанавливали методом рулонов по ГОСТ 12044-93². Пробы семян раскладывали

¹ <http://www.pniiss.ru/>

² ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями.

зародышами вниз на увлажненной фильтровальной бумаге. Сверху семена накрывали узкой полоской бумаги, сворачивали в рулон и помещали в вертикальном положении в сосуд. После инкубации в течение 7 дней при $24 \pm 2^\circ\text{C}$ определяли зараженность семенного материала микроскопическим методом на основе типичных характеристик колоний и конидиальной морфологии по методикам Пидопличко³ и Билай⁴ при прямом просмотре под стереомикроскопом Olympus SZ51 (диапазон увеличений 8–40X) (Olympus, Япония) и микроскопом отраженного света Nikon Eclipse E200 (диапазон увеличений 40–1500X) (Nikon, Япония).

После идентификации фитопатогенных грибов с поверхности семян рассчитывали их процентную частоту появления (PF) и относительную распространенность (RA) по формулам Naqvi *et al.* [11] и Adhikari *et al.* [12]:

PF (количество семян, на которых появился грибок (общее число семян) $\times 100$,

RA (количество семян, пораженных конкретным грибом (общее число семян, пораженных грибами) $\times 100$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты исследований показали, что все отобранные образцы зерна озимой пшеницы, взятые с колосьев, из-под комбайна или после очистки на семяочистительной машине, в различной степени были заражены патогенным комплексом, включающим как сапрофитные, так и паразитные патогены.

Согласно полученным данным, зараженность семян значительно варьирует в зависимости от сорта,

места произрастания (севооборота) и стадии отбора проб. Лучшим состоянием здоровья и, соответственно, меньшей зараженностью отличались семена сорта Поволжская Нива независимо от места выращивания, где зараженность семян, собранных с колосьев, была от 63,0 до 71,7%, а после послеуборочной очистки — 72,3–75,5% (табл. 1).

Следует отметить, что наиболее «чистое» зерно было получено в севообороте с насыщением зерновых до 30%. Увеличение доли зерновых в севообороте до 50% привело к повышению количества зараженных семян (на 8,7%) в образцах, взятых перед уборкой с колосьев.

Наибольшей зараженностью отличались семена сорта Поволжская надежда (76,7% и 84,8% соответственно). Отмечено, что зараженность семян после комбайновой уборки увеличивалась по всем сортам в среднем на 9,2% (от 8,3 до 18,2%), а после подработки зерна на Petkus — на 6,2% (от 0,6 до 12,5%) по сравнению с семенами, отобранными в поле с колосьев. Причем отмечено, что зараженность семян, как правило, возрастала при комбайновой уборке на 9,2%, а затем снижалась после очистки зерна на 3,0% в среднем по всем сортам, но всё же она была выше (на 6,2%) по сравнению с зерном, полученным при ручном обмолоте с колосьев в поле.

Было выявлено, что количество проростков с признаками корневой гнили снижалось в образцах семян в процессе уборочных работ — от колосьев до очистки семян. Скорее всего, это можно объяснить тем, что в процессе обмолота комбайном и очистки зерна на семяочистительной машине воздушными потоками из зерновой массы были удалены неполноценные, шуплые и физиологически нездоровые зерна, которые могут давать проростки с признаками корневой гнили.

Замечено, что уровень зараженности зерна связан с особенностями строения колоса, колосковых чешуй и зерна, а именно у сорта Поволжская Нива (разновидность *velutinum*) колосковые чешуи имеют сильное опушение, волоски которого могут существенно больше задерживать на себе споры грибов, но при этом сорт имеет более гладкое зерно с мелкой бороздкой. У сортов Кинельская 4 (*albidum*) и Поволжская надежда (*erythrosporum*) колосковые чешуи гладкие, без опушения, но сорта отличаются слегка шероховатым зерном, а сорт Поволжская надежда и несколько более глубокой бороздкой по сравнению с двумя предыдущими сортами. Данные сортовые отличия приводят к тому, что последний сорт имеет более высокие показатели семян, зараженных патогенами на всех этапах отбора и экспертизы семян.

Фитосанитарная экспертиза зерна озимой пшеницы различных вариантов, полученных в условиях Поволжского НИИСС — филиала СамНЦ РАН на разных стадиях уборки семенного материала, определила комплекс преобладающих на семенах фитопатогенов, который был представлен в данных исследованиях грибами родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia* и *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) *Shoemaker* (табл. 2).

Таблица 1. Фитопатологическая оценка зараженности (%) семян озимой пшеницы в зависимости от стадии уборки урожая, 2020 г.

Table 1. Phytopathological assessment of infestation (%) of winter wheat seeds depending on harvesting stage, 2020

Сорт	Здоровые семена	Здоровые не проросшие	Семена, зараженные патогенами	Проростки с признаками корневой гнили
Перед уборкой (колосья)				
Поволжская Нива, семеноводческий севооборот	37,0	3,5	63,0	4,8
Поволжская Нива, 3-й селекционный севооборот	28,3	3,8	71,7	3,3
Кинельская 4, 1-й селекционный севооборот	27,3	0,3	72,7	21,0
Поволжская надежда, 1-й селекционный севооборот	23,3	0,5	76,7	22,3
Среднее	29,9	2,0	71,0	12,9
После комбайна				
Поволжская Нива, семеноводческий севооборот	18,8	0,5	81,2	11,3
Поволжская Нива, 3-й селекционный севооборот	16,0	0	84,0	9,3
Кинельская 4, 1-й селекционный севооборот	27,0	0,3	73,0	14,0
Поволжская надежда, 1-й селекционный севооборот	15,0	0	85,0	16,5
Среднее	19,8	0,2	80,8	12,8
После подработки зерна				
Поволжская Нива, семеноводческий севооборот	24,5	1,0	75,5	10,8
Поволжская Нива, 3-й селекционный севооборот	27,7	1,0	72,3	3,3
Кинельская 4, 1-й селекционный севооборот	23,7	0,3	76,3	9,8
Поволжская надежда, 1-й селекционный севооборот	15,2	0,3	84,8	14,3
Среднее	22,8	0,7	77,2	9,6

³ Пидопличко Н.М. Грибы — паразиты культурных растений. Определитель. Грибы несовершенные. Киев: Наукова думка. 1977; 2: 300.

⁴ Билай В.И. Фузариоз. Киев: Наукова думка. 1977; 443.

Таблица 2. Частота встречаемости (%) и относительная распространенность (%) патогенных грибов на семенах озимой пшеницы в зависимости от стадии уборки урожая, 2020 г.

Table 2. Frequency of occurrence (%) and relative prevalence (%) of pathogenic fungi on winter wheat seeds depending on harvest stage, 2020

Сорт, место произрастания	Процентная частота встречаемости (PF)						Относительная распространенность (RA)					
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Rhizoctonia spp.</i>	<i>Nigrospora spp.</i>	* Другие плесневые грибы	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Rhizoctonia spp.</i>	<i>Nigrospora spp.</i>	* Другие плесневые грибы
Перед уборкой (колосья)												
Поволжская Нива, семеноводческий севооборот	0	10,7	7,3	7,0	3,0	35,0	0	17,0	11,6	11,1	4,8	55,6
Поволжская Нива, 3-й селекционный севооборот	0	7,5	8,7	7,0	3,3	45,2	0	10,5	12,1	9,8	4,6	63,0
Кинельская 4, 1-й селекционный севооборот	0	14,7	6,7	9,7	0,3	41,0	0	20,2	9,2	13,3	0,4	56,4
Поволжская надежда, 1-й селекционный севооборот	0	19,2	9,5	3,0	10,0	35,0	0	25,1	12,4	3,9	13,0	45,6
Среднее	0	13,0	8,1	6,7	4,2	39,1	0	18,2	11,3	9,5	5,7	55,2
После комбайна												
Поволжская Нива, семеноводческий севооборот	0	20,0	16,2	8,7	7,3	29,0	0	24,6	20,0	10,7	9,0	35,7
Поволжская Нива, 3-й селекционный севооборот	0	16,0	19,8	8,7	9,5	30,0	0	19,1	23,6	10,4	11,3	35,7
Кинельская 4, 1-й селекционный севооборот	0	16,8	9,5	8,3	4,7	33,7	0	23,1	13,0	11,4	6,4	46,2
Поволжская надежда, 1-й селекционный севооборот	0,5	17,8	6,2	7,8	14,0	38,7	0,6	20,9	7,3	9,2	16,5	45,5
Среднее	0,1	17,7	12,9	8,4	8,9	32,9	0,2	21,9	16,0	10,4	10,8	40,8
После подработки зерна												
Поволжская Нива, семеноводческий севооборот	0,3	13,8	18,2	10,5	6,2	26,5	0,4	18,3	24,1	13,9	8,2	35,1
Поволжская Нива, 3-й селекционный севооборот	0	14,0	9,3	11,5	2,3	35,2	0	19,4	12,9	15,9	3,2	48,7
Кинельская 4, 1-й селекционный севооборот	0	12,0	10,3	11,7	2,3	40,0	0	15,7	13,5	15,3	3,0	52,4
Поволжская надежда, 1-й селекционный севооборот	0	18,3	4,0	6,0	15,5	41,0	0	21,6	4,7	7,1	18,3	48,3
Среднее	0,1	14,5	10,5	9,9	6,6	35,7	0,1	18,8	13,8	13,1	8,2	46,1

Примечание: * плесневые грибы *Mucor spp.*, *Rhizopus spp.*, *Aspergillus spp.* и др.

В основном на зерне преобладали грибы *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.* и грибы, вызывающие плесневение семян, среди которых чаще всего выявлялись представители рода *Cladosporium spp.* и порядка *Mucorales* (*Mucor* и *Rhizopus*), гораздо реже встречались *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, и *Trichothecium roseum*. Заселение зерна озимой пшеницы *Bipolaris sorokiniana* в исследованиях было очень незначительным — встречаемость данного гриба составляла 0–0,1%.

Необходимо отметить, что в условиях места проведения исследований и за его пределами за последнее десятилетие произошло изменение в соотношении микробного сообщества на семенах. Так, среди наиболее вредоносных патогенов ведущее место заняли грибы рода *Fusarium spp.*, сместив *Bipolaris sorokiniana* на второй план. Этому способствовали изменение климата, переход к минимизации обработки почвы и увеличение доли зерновых культур в севооборотах [5, 13]. Это также явилось причиной того, что в данных исследованиях семена чаще всего были инфицированы возбудителями плесневения семян с частотой встречаемости от 32,9 до 39,1% и относительной распространенностью от 40,8 до 55,2% в зависимости от стадии уборки.

Отмечено, что количество только этой группы грибов снижалось в процессе уборки урожая по сравнению с анализом зерна с колосьев (39,1%) на 6,2%, после уборки комбайном (32,9%) на 3,4% и после очистки зерна на Petkus (35,7%). Относительная распространенность данной группы грибов по этим этапам составила, соответственно, 55,2%, 40,8% и 46,1%.

Грибы родов *Fusarium spp.* и *Alternaria spp.* отмечались, соответственно, на 13,0–17,7% и 8,1–12,9% семян (с относительной распространенностью 18,3–21,9% и

11,3–16,0%), но были менее распространены, чем грибы, вызывающие плесневение. По этим патогенам отмечено, что при комбайновой уборке частота их встречаемости на семенах увеличивалась на 4,7–4,8%, а после очистки снова снижалась, но всё же была на 1,5–2,4% выше, чем на семенах, собранных с колосьев.

В связи с существенными изменениями климата патогенный комплекс на озимой пшенице, по наблюдениям авторов и данным других исследователей, меняется и в ближайшее годы и десятилетия дополнится новыми видами. В частности, вызывает озабоченность факт проявления патогенности грибов *Nigrospora* [5, 13].

В условиях места проведения исследований выявлено, что встречаемость грибов *Nigrospora spp.* была от 0,3 до 15,5% по всем вариантам и сортам. На сорте Поволжская надежда она была довольно существенной, где в зависимости от стадии уборки постепенно возрастала с 10,0% на семенах с колосьев до 14,0% после комбайновой уборки, до 15,5% после очистки зерна.

При этом относительная распространенность болезни увеличивалась — с 13,0% на зернах с колоса до 18,3% на зернах после очистки. Данный факт свидетельствует о том, что воздушная сепарация семян во время уборки и очистки семенного материала существенно не снижает присутствия данного патогена.

Однако исследования показывают существенные различия сортов по зараженности зерна данным патогеном, и наиболее устойчивым к нему является старый белозерный сорт Кинельская 4, районированный по Самарской области еще с 1984 года, что предполагает, скорее всего, и возможность поиска генетических источников устойчивости и (или) толерантности к данному патогену.

Выводы/Conclusion

Насыщение севооборотов зерновыми культурами от 30 до 50% приводит к снижению количества здоровых (незаспоренных) семян в образцах почти на 9% — с 37,0 до 28,3%.

Исследования свидетельствуют об увеличении в среднем на 9,2% количества пораженных зерен, в том числе заселенных грибной инфекцией, при обмоло- те комбайном. Очистка зерна на семяочистительной

машине Petkus K-531 с триерным блоком снижает в среднем на 3,0% количество пораженных семян.

С учетом изменения климатических условий и вме- сте с этим патогенного комплекса зерна пшеницы, в том числе *Nigrospora spp.*, необходимо расширить ис- следования и выявить источники устойчивости сор- тов к ним, что перспективно для создания новых форм для набирающего площади в стране органического земледелия.

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

- Singh J., Chhabra B., Raza A., Yang S.H., Sandhu K.S. Important wheat diseases in the US and their management in the 21st century. *Frontiers in Plant Science*. 2023; 13: 1010191. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1010191>
- Грушко Г.В., Линченко С.Н., Хан В.В. Характеристика и условия распро- странения фузариоза колоса на посевах озимой пшеницы южных регионов России. *Современные проблемы науки и образования*. 2005; (2): 46. <https://elibrary.ru/ijfzqv>
- Хилевский В.А. Фитопатологическая экспертиза семян и защита ярового ячменя в Ростовской области. *Символ науки*. 2016; (6–2): 35–37. <https://elibrary.ru/wdfuyf>
- Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П., Орина А.С., Аблова И.Б., Беспалова Л.А. Маркерные метаболиты грибов *Alternaria*, *Fusarium* и *Microdochium* как инструмент оценки их взаимоотношений в микобиоте зерна пшеницы. *Биотехнология и селекция растений*. 2018; 1(1): 7–15. <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2018-1-7-15>
- Заргарян Н.Ю., Кекало А.Ю., Немченко В.В. Зараженность семян и рас- тений пшеницы фитопатогенами рода *Fusarium*, методы оздоровления. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022; (4): 96–101. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-4-96-101>
- Павлюшин В.А. и др. Интегрированная защита озимой пшеницы. *Защита и карантин растений*. 2015; (5): 38–72. <https://elibrary.ru/uynuzr>
- Simón M.R. et al. Integrated Foliar Disease Management to Prevent Yield Loss in Argentinian Wheat Production. *Agronomy Journal*. 2011; 103(5): 1441–1451. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0513>
- Mesterházy Á. et al. Role of Fungicides, Application of Nozzle Types, and the Resistance Level of Wheat Varieties in the Control of *Fusarium* Head Blight and Deoxynivalenol. *Toxins*. 2011; 3(11): 1453–1483. <https://doi.org/10.3390/toxins3111453>
- Kaur B. et al. Omics for the Improvement of Abiotic, Biotic, and Agronomic Traits in Major Cereal Crops: Applications, Challenges, and Prospects. *Plants*. 2021; 10(10): 1989. <https://doi.org/10.3390/plants10101989>
- Momeni H. et al. Race identification of *Pyrenophora tritici-repentis* in Iran. *Journal of Plant Pathology*. 2014; 96(2): 287–294.
- Naqvi S.D.Y., Shiden T., Merhawi W., Mehret S. Identification of seed borne fungi on farmer saved sorghum (*Sorghum bicolor* L.). pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) and groundnut (*Arachis hypogaea* L.) seeds. *Agricultural Science Research Journals*. 2013; 3(4): 107–114.
- Adhikari P., Khatri-Chhetri G.B., Shrestha S.M., Marahatta S. Study on Prevalence of Mycoflora in Wheat Seeds. *Turkish Journal of Agriculture — Food Science and Technology*. 2016; 4(1): 31–35. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i1.31-35.509>
- Kincharova M.N., Kincharov A.I., Abdryaev M.R. Распространенность грибной инфекции на семенах озимой пшеницы в условиях Среднего Поволжья. *Аграрный вестник Урала*. 2022; (12): 11–22. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-227-12-11-22>

ОБ АВТОРАХ

Марина Николаевна Кинчарова

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник
potatolab@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1987-8708>

Александр Иванович Кинчаров

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы
kincharov_ai@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5492-8582>

Мянсур Равилович Абдраев

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции и семеноводства озимой пшеницы
alcasar@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3795-5869>

Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Студенческий пер., 3А, Самара, 443001, Россия

REFERENCES

- Singh J., Chhabra B., Raza A., Yang S.H., Sandhu K.S. Important wheat diseases in the US and their management in the 21st century. *Frontiers in Plant Science*. 2023; 13: 1010191. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1010191>
- Grushko G.V., Linchenko S.N., Khan V.V. Characteristics and conditions of distribution of the head blight of winter wheat in the southern regions of Russia. *Modern problems of science and education*. 2005; (2): 46 (in Russian). <https://elibrary.ru/ijfzqv>
- Khilevsky V.A. Phytopathological examination of seeds and protection of spring barley in Rostov region. *Symbol of Science*. 2016; (6–2): 35–37 (in Russian). <https://elibrary.ru/wdfuyf>
- Gagkaeva T.Yu., Gavrilova O.P., Orina A.S., Ablova I.B., Bespalova L.A. Distinctive metabolites of *Alternaria*, *Fusarium* and *Microdochium* fungi as a tool for assessing their relationship in micobiota of wheat grain. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2018; 1(1): 7–15 (in Russian). <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2018-1-7-15>
- Zargaryan N.Yu., Kekalo A.Yu., Nemchenko V.V. Contamination of seeds and plants of wheat with phytopathogenes of *Fusarium* genus, methods of recovery. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2022; (4): 96–101 (in Russian). <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-4-96-101>
- Pavlyushin V.A. et al. Integrated protection of winter wheat. *Plant protection and quarantine*. 2015; (5): 38–72 (in Russian). <https://elibrary.ru/uynuzr>
- Simón M.R. et al. Integrated Foliar Disease Management to Prevent Yield Loss in Argentinian Wheat Production. *Agronomy Journal*. 2011; 103(5): 1441–1451. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0513>
- Mesterházy Á. et al. Role of Fungicides, Application of Nozzle Types, and the Resistance Level of Wheat Varieties in the Control of *Fusarium* Head Blight and Deoxynivalenol. *Toxins*. 2011; 3(11): 1453–1483. <https://doi.org/10.3390/toxins3111453>
- Kaur B. et al. Omics for the Improvement of Abiotic, Biotic, and Agronomic Traits in Major Cereal Crops: Applications, Challenges, and Prospects. *Plants*. 2021; 10(10): 1989. <https://doi.org/10.3390/plants10101989>
- Momeni H. et al. Race identification of *Pyrenophora tritici-repentis* in Iran. *Journal of Plant Pathology*. 2014; 96(2): 287–294.
- Naqvi S.D.Y., Shiden T., Merhawi W., Mehret S. Identification of seed borne fungi on farmer saved sorghum (*Sorghum bicolor* L.). pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) and groundnut (*Arachis hypogaea* L.) seeds. *Agricultural Science Research Journals*. 2013; 3(4): 107–114.
- Adhikari P., Khatri-Chhetri G.B., Shrestha S.M., Marahatta S. Study on Prevalence of Mycoflora in Wheat Seeds. *Turkish Journal of Agriculture — Food Science and Technology*. 2016; 4(1): 31–35. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i1.31-35.509>
- Kincharova M.N., Kincharov A.I., Abdryaev M.R. Prevalence of fungal infection on winter wheat seeds under conditions of the Middle Volga region. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; (12): 11–22 (in Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-227-12-11-22>

ABOUT THE AUTHORS

Marina Nikolaevna Kincharova

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Researcher
potatolab@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1987-8708>

Aleksandr Ivanovich Kincharov

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Spring Wheat Breeding and Seed Production
kincharov_ai@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5492-8582>

Miansur Ravilovich Abdryaev

Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Winter Wheat Breeding and Seed Production
alcasar@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3795-5869>

Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P.N. Konstantinov — Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences
3A Studentskiy pereulok, Samara, 443001, Russia

В.А. Свирина ✉
В.Г. Черногаев

Институт семеноводства и
агротехнологий — филиал ФГБНУ
«Федеральный научный агроинженерный
центр ВИМ», Подвьежье, Рязанская обл.,
Россия

✉ svirina-vera@mail.ru

Поступила в редакцию:
20.12.2023

Одобрена после рецензирования:
13.02.2024

Принята к публикации:
29.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-124-128

Vera A. Svirina ✉
Vitaly G. Chernogaev

Institute of Seed Production and
Agrotechnologies — branch of the Federal
Scientific Agroengineering Center VIM,
Podvyezhe, Ryazan region, Russia

✉ svirina-vera@mail.ru

Received by the editorial office:
20.12.2023

Accepted in revised:
13.02.2024

Accepted for publication:
29.02.2024

Влияние минерального питания и предшественников на урожайность и качество семян сои в звене севооборота

РЕЗЮМЕ

Исследования, проведенные в Рязанской области, показали, что на урожай сои чрезвычайно важное значение оказывает как наличие минерального питания, так и характер предшественников в севообороте. Опыт проводился на шестипольных севооборотах с двумя фонами удобрений — без удобрений и с внесением (NPK)₉₀. В качестве объекта исследования использовали сою сорта Георгия, которая является пятым звеном в севооборотах. В каждом из севооборотов присутствовали ячмень, озимая пшеница, различные многолетние травы. Для пополнения органического вещества в почве органическая масса растений в виде пожнивных остатков после уборки основной части урожая и многолетних трав, включенных в севооборот, измельчалась и заделывалась в почву. В каждом севообороте на момент выращивания сои исследовались почвенное плодородие, урожайность и качества семян сои с целью выявления наилучших предшественников. Выявлено, что наибольшая урожайность достигается в севообороте с бобово-злаковыми травами с применением (NPK)₉₀ — наибольшая прибавка по отношению к неудобренным вариантам составила 14%, 11% и 22,8%. Варианты с удобрениями демонстрируют лучшие показатели качества семян сои по содержанию белка и масла, где наибольших значений достигают севообороты с бобово-злаковыми травами. Выявлено, что все удобренные варианты характеризовались лучшими показателями почвенного плодородия по сравнению с неудобренными. Делается вывод, что наличие многолетних сидеральных трав положительно сказывается на плодородии почв и способствует повышению урожайности сои.

Ключевые слова: соя, севооборот, предшественник, минеральные удобрения, урожайность, качество семян, плодородие, бобово-злаковые травы

Для цитирования: Свирина В.А., Черногаев В.Г. Влияние минерального питания и предшественников на урожайность и качество семян сои в звене севооборота. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 124–128.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-124-128>

© Свирина В.А., Черногаев В.Г.

Influence of mineral nutrition and predecessors on the yield and quality of soybean seed in the crop rotation link

ABSTRACT

Studies conducted in the Ryazan region have shown that both the presence of mineral nutrition and the nature of the predecessors in the crop rotation are extremely important for the soybean yield. The experiment was carried out on six-field crop rotations with two backgrounds of fertilizers — without fertilizers and with the application of (NPK)₉₀. The soybean of the Georgiy variety, which is the fifth link in crop rotations, was used as an object of study. Barley, winter wheat, and various perennial grasses were present in each of the crop rotations. To replenish organic matter in the soil, the organic mass of plants in the form of crop residues after harvesting the main part of the crop and perennial grasses included in the crop rotation was crushed and incorporated into the soil. In each crop rotation at the time of soybean cultivation, soil fertility, yield and quality of soybean seed were studied in order to identify the best predecessors. It was revealed that the highest yield is achieved in a crop rotation with legume-grass grasses using (NPK)₉₀ — the largest increase in relation to unfertilized options was 14%, 11% and 22.8%. Variants with fertilizers also demonstrate the best indicators of soybean seed quality in terms of protein and oil content, where crop rotations with legumes and grasses also reach the highest values. It was revealed that all fertilized variants with were characterized by better indicators of soil fertility compared to unfertilized ones. It is concluded that the presence of perennial sideral grasses has a positive effect on soil fertility and contributes to an increase in soybean yields.

Key words: soybean, crop rotation, predecessor, mineral fertilizers, productivity, seed quality, fertility, legume-cereal grasses

For citation: Svirina V.A., Chernogaev V.G. Influence of mineral nutrition and predecessors on the yield and quality of soybean seed in the crop rotation link. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 124–128 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-124-128>

© Svirina V.A., Chernogaev V.G.

Введение/Introduction

Соя — одна из ценнейших сельскохозяйственных культур, имеющая важное продовольственное (в том числе диетическое), кормовое и техническое значение [1–3]. При возделывании сои особое внимание уделяют сбалансированному минеральному питанию [4–6] и севооборотам [7]. Необходимость исследований по влиянию минеральных удобрений и регуляторов роста растений на продуктивность сельскохозяйственных культур, в частности сои, вызвана, с одной стороны, слабой изученностью данного вопроса в условиях Рязанской области, с другой — ростом площадей посевов сои в последнее время.

Несмотря на значительные успехи в исследованиях по рассматриваемой проблеме, повышать урожайность культуры можно путем научно обоснованного применения пестицидов, внедрять в сельскохозяйственное производство биологические препараты.

Для условий Центрального региона России это особенно актуально, так как своеобразие климатических условий, управление ростом и развитием растений при помощи регуляторов роста приобретает актуальное значение, в связи с тем что они повышают устойчивость растений к неблагоприятным условиям и позволяют существенно увеличить урожайность при минимальных затратах.

Интенсификация процесса симбиотической азотфиксации является актуальной проблемой при создании новых и перспективных сортов сои.

Для сои характерны неравномерное накопление надземной массы и потребление элементов питания в зависимости от фаз развития. В период «всходы — ветвление» накопление идет достаточно медленно, а в период цветения оно усиливается. Большое влияние на развитие надземной массы сои оказывает внесение минеральных удобрений.

Как показывают проведенные исследования, удобренные варианты имеют существенное преимущество перед неудобренными в урожайности [8–11]. Немаловажное значение на рост и урожайность сои оказывают климатические условия [3].

Следует отметить значение севооборота и роль предшественников по отношению к изучаемой культуре. Исследования показали, что эта роль чрезвычайно важна, так как в зависимости от предшественников наблюдается повышение урожайности культур, особенно в случае наличия многолетних, злаковых и бобовых трав в севообороте [11]. Известно, что севооборот увеличивает урожайность сои на 16% по сравнению с монокультурой сои [12]. Соя, выращенная в трехлетних севооборотах

с кукурузой и озимой пшеницей, дает самые большие урожаи [13].

Цели исследований — изучение влияния длительного применения минеральных удобрений и различных предшественников в севооборотах на урожайность сои и содержание белка и масла в семенах.

Полученные экспериментальные данные позволяют разработать сортовые технологии возделывания высокопродуктивной сои в условиях Центрального Нечерноземья России.

Впервые в условиях Южной части Нечерноземной зоны РФ на темно-серой лесной почве выявлена отзывчивость сои на последствие предшественников в севооборотах, а также проанализировано их влияние на урожайность и качество сои.

Материалы и методы исследования /

Materials and methods

В условиях южной части Нечерноземья России был развернут долгосрочный стационарный опыт, где изучали влияние различных севооборотов и минеральных удобрений на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве, который входит в систему Географической сети опытов с удобрениями. Опыт был включен в «Реестр аттестатов длительных опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами Российской Федерации»¹.

Исследования проводили в институте семеноводства и агротехнологий на территории семеноводства и агротехнологий — филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» на территории Рязанского района Рязанской области. Для выявления влияния предшественников на урожайность сои были проанализированы данные за 2021–2022 гг.

Пространственная реализация опыта (табл. 1) была осуществлена методом расщепленных делянок² на шестипольных севооборотах с двумя фонами удобрений — без удобрений и с внесением (NPK)₉₀. Учетная площадь делянок — 156 м², повторность в опыте — четырехкратная, площадь — 1,5 га.

В качестве объекта исследования использовали раннеспелый сорт сои Георгия, которая является пятым звеном в севооборотах. В каждом из севооборотов присутствовали ячмень, озимая пшеница, различные многолетние травы. За контроль был принят севооборот № 1.

Агротехника возделывания сои и других культур — общепринятая для Центрально-Черноземного региона³. Посев проводился сеялкой СЗ-5,4А-06 с транспортным устройством и системой контроля высева (Россия).

Таблица 1. Схема опыта

Table 1. Experience scheme

Сев. № 1	Сев. № 2	Сев. № 3	Сев. № 4	Сев. № 5	Сев. № 6
Ячмень	Ячмень + клевер	Ячмень + клевер	Ячмень + злаковые травы	Ячмень + пожнивная культура (горчица белая на сидерат)	Ячмень + бобово-злаковые травы
Овес	Клевер 1-го года пользования	Клевер 1-го года пользования	Злаковые травы 1-го года пользования	Ячмень + клевер	Бобово-злаковые травы 1-го года пользования
Черный пар	Ячмень	Клевер 2-го года пользования	Злаковые травы 2-го года пользования	Клевер 1-го года пользования	Бобово-злаковые травы 2-го года пользования
Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница
Соя (вместо кукурузы)	Соя (вместо кукурузы)	Соя (вместо кукурузы)	Соя (вместо кукурузы)	Соя (вместо кукурузы)	Соя (вместо кукурузы)
Яровая пшеница	Яровая пшеница	Яровая пшеница	Яровая пшеница	Яровая пшеница	Яровая пшеница

¹ Реестр аттестатов длительных опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами Российской Федерации / В.А. Романенков, Л.К. Шевцова, Л.В. Никитина, Л.Ю. Бурлакова; Всероссийский научно-исследовательский институт удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова. М.: Агроконсалт. 2002; 240. EDN VUGQFV

² Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1985; 385.

³ Инновационная технология возделывания сои в хозяйствах Центрального района Нечерноземной зоны / Е.В. Гуреева, Т.А. Фомина, В.З. Веневцев, М.П. Гуреева. Москва. 2008; 34. EDN UAGBPR

Норма высева семян — 600 тыс. шт/га. Для пополнения органического вещества в почве органическая масса растений в виде пожнивных остатков после уборки основной части урожая и многолетних трав после второго укоса измельчалась и заделывалась в почву.

На момент выращивания сои (2021–2022 гг.) были проведены комплексные исследования плодородия почвы в слое 0–30 см, в ходе которых были выявлены следующие агрохимические показатели: содержание общего гумуса (по Тюрину⁴) — 2,89–3,05%, содержание подвижного фосфора (по Кирсанову⁵) — 123–167 мг/кг, содержание обменного калия (по Кирсанову⁵) — 112–147 мг/кг, гидролитическая кислотность (по Каппену⁶) — 3,12–4,11 мг-экв. / 100 г почвы, pH солевой вытяжки⁷ — 4,5–4,9 ед.

Уборку урожая проводили прямым методом прямого комбайнирования (комбайн «Сампо-130» (Финляндия). Зерно с каждой делянки взвешивали. Урожайность пересчитывали на 100%-ную чистоту и стандартную влажность. В зерне определяли содержание жира и сырого протеина в семенах на анализаторе цельного зерна InfratecTM 1241 (Дания) методом инфракрасной спектроскопии⁸.

Статистическую обработку полученных результатов, включающую сравнение выборок при помощи критерия Стьюдента и нахождение наименьшей существенной разности, проводили с использованием программ Microsoft Office Excel (США).

Климатические условия в период исследований характеризовались в целом как неблагоприятные (табл. 2) — в течение вегетационного периода наблюдались дефицит влаги и превышение среднесуточных температур.

Вегетационный период 2021 года был весьма засушливым (ГТК = 0,3–0,83) — особенный недостаток влаги отмечался во второй его половине. Минимум выпавших осадков (24,8 мм) отмечался в августе (ГТК = 0,3), в то время как июнь был влажным (ГТК = 0,83) с наибольшим количеством выпавших осадков — 72,3 мм.

Май характеризовался как засушливый (ГТК = 0,83), июль — очень засушливый (ГТК = 0,53). Средняя суточная температура за вегетационный период составила +21,1 °С, что превышает среднесуточный показатель на 6,1 °С.

Засушливым был вегетационный период 2022 года, его ГТК колебался от 0,16 до 1,24. Если май был влажным (ГТК = 1,24), то к августу недостаток влаги усилился, достигнув критического значения (ГТК = 0,16). Средняя суточная температура (+22,5 °С) за вегетационный период превысила среднесуточное значение на 4,7 °С.

Таблица 2. Метеорологические условия в период исследований (2021–2022 гг.)

Table 2. Meteorological conditions during the research period (2021–2022)

Месяц	Сумма выпавших осадков, мм			Среднесуточная температура воздуха, °С			ГТК	
	2021 г.	2022 г.	Среднесуточные данные	2021 г.	2022 г.	Среднесуточные данные	2021 г.	2022 г.
Май	42,5	49,6	40,0	+17,1	+13,4	+12,7	0,83	1,24
Июнь	72,3	40,7	55,0	+23,2	+21,5	+17,0	1,04	0,83
Июль	41,1	16,0	64,0	+25,9	+24,0	+18,8	0,53	0,22
Август	24,8	12,8	55,0	+23,7	+25,5	+17,1	0,30	0,16
Итого за вегетационный период	Σ = 180,7	Σ = 119,1	Σ = 214,0	m = +22,5	m = +21,1	m = +16,4	m = 0,68	m = 0,61

⁴ ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.

⁵ ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.

⁶ ГОСТ 26212-91 Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО.

⁷ ГОСТ 26483-85 Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО.

⁸ ГОСТ 32749-2014 Межгосударственный стандарт. Семена масличных, жмыхи и шроты. Определение влаги, жира, протеина и клетчатки методом спектроскопии в ближней инфракрасной области.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Систематическое внесение минеральных удобрений привело в период развития сои, в звене севооборота привело к увеличению содержания питательных веществ в почве (табл. 3).

Во всех севооборотах содержание гумуса, подвижного фосфора и подвижного калия выше на вариантах с удобрением фоном в севооборотах с клевером и бобово-злаковыми травами. Максимальное содержание гумуса в среднем за два года отмечено в севооборотах № 3 — 3,62%, что превосходило контроль на 0,54%, № 4 и № 5 — 3,54%.

На всех вариантах опыта содержание подвижного фосфора в почве было больше, чем на контроле, но наибольшее его количество (246 мг/кг почвы) в варианте № 6, севообороте № 2 — 230,0 мг/кг. Увеличение содержания обменного калия отмечено в вариантах № 5 и № 6 — 151,7 мг/кг и 156,1 мг/кг соответственно. Минеральные удобрения оказали дополнительное положительное действие (табл. 3).

В целом по опыту соя положительно отзывалась на внесение минеральных удобрений и различных предшественников. Наибольшая урожайность сои в среднем за два года была получена при внесении удобрений в севообороте № 6 с бобово-злаковыми травами — 1,89 т/га, в севообороте № 3 с клевером — 1,75 т/га. Прибавка была существенной к контролю (севооборот № 1) и составила 0,48–0,34 т/га).

В вариантах без удобрений урожайность сои варьировала от 1,34 до 1,56 т/га.

В среднем за два года исследований самым низким урожай был на неудобренном контроле (вариант 1), который составил 1,26 т/га (табл. 4).

Таблица 3. Основные показатели почвенного плодородия в слое почвы 0–30 см (в среднем за 2021–2022 гг.)

Table 3. Main indicators of soil fertility in the soil layer 0–30 cm (average for 2021–2022)

№ севооборота	Минеральный фон	Гумус, %	pH сол. ед.	Hг, мг-экв./100 г почвы	Подвижный фосфор, мг/кг	Подвижный калий, мг/кг
1	–	2,95	5,15	2,71	115,9	116,0
	(NPK) ₉₀	3,28	5,10	3,43	189,0	150,0
2	–	3,15	4,92	3,56	121,0	121,0
	(NPK) ₉₀	3,23	4,84	4,21	230,0	139,5
3	–	3,16	5,23	2,66	136,5	104,5
	(NPK) ₉₀	3,62	5,10	3,46	197,5	130,0
4	–	3,27	5,29	2,46	121,5	103,0
	(NPK) ₉₀	3,54	5,07	3,82	203,0	149,0
5	–	3,34	5,28	2,82	124,3	121,6
	(NPK) ₉₀	3,54	5,10	3,58	214,5	151,7
6	–	3,37	4,85	3,09	139,6	135,5
	(NPK) ₉₀	3,49	4,70	3,65	246,0	156,1

Анализ биометрических показателей растений сои свидетельствует, что внесение минеральных удобрений влияли на развитие сои (табл. 5).

Анализ структуры урожая сои за 2022–2023 гг. позволяет отметить положительный характер влияния вносимых минеральных удобрений.

В результате исследований установлено, что число растений сои на 1 м² увеличивается от 60 до 72 растений в вариантах с минеральными удобрениями, при этом наименьшие значения (58–66 шт.) наблюдались в вариантах, где не применялись удобрения (табл. 5).

Число бобов и семян в одном бобе — показатели, в большей степени обусловленные биологическими особенностями культуры, однако под действием погоды и условий выращивания способны значительно варьировать. По всем показателям структуры прослеживается положительная тенденция. Число бобов на одно растение сформировалось больше в вариантах с минеральными удобрениями — от 12,8 до 18,3 шт.

Максимальное число бобов сформировалось по предшественнику № 6 с бобово-злаковыми травами на фоне с минеральными удобрениями — 18,3 шт/растение, на 5,5 шт. больше, чем в контроле.

В среднем за годы исследований число семян сои в одном бобе достоверно увеличивалось до 1,48 шт. (с удобрениями) в сравнении с вариантом без удобрений (1,21 шт.).

Масса 1000 семян сои в большей степени зависела от уровня минерального питания, существенно повышаясь со 116,2 до 126,9 г. Самые крупные семена сои на варианте № 6 с удобрениями — 126,9 г, что больше на 10,0 г в сравнении с контролем (без удобрений). Близкие значения наблюдались в севооборотах со злаковыми травами и клевером (варианты № 4 и 5).

В севообороте № 4 семян в одном бобе 1,32 шт. (без удобрений) и 1,46 шт. (с удобрениями), масса 1000 семян — 118,3 г (без удобрений) и 121,2 г (с удобрениями). В севообороте № 5 число семян в одном бобе 1,38 (без удобрений) и 1,44 (с удобрениями), масса 1000 семян — 119,5 г (без удобрений) и 122,7 г (с удобрениями).

Очевидно, что наличие клевера и бобово-злаковых трав в севооборотах на фоне с минеральными удобрениями способствует как увеличению урожайности, качества зерна сои, так и улучшению структуры урожая (табл. 6).

Совместное применение минеральных удобрений оказывало усиливающий эффект на качество продукции сои по севооборотам. По такому предшественнику

Таблица 4. Урожайность сои сорта Георгия под влиянием удобрений и севооборотов, т/га

Table 4. Yield of soybean variety Georgia under the influence of fertilizers and crop rotations, t/ha

№ сево-оборота	Минеральный фон	2021 г.	2022 г.	Среднее за 2021–2022 гг.	Прибавка к контролю (сев. № 1)		Прибавка удобренного варианта к неудобренному	
					т/га	%	т/га	%
1	–	1,34	1,17	1,26	–	–	0,09	6,9
	(NPK) ₉₀	1,50	1,32	1,41	–	–		
2	–	1,52	1,48	1,50	0,24	13,1	0,10	6,8
	(NPK) ₉₀	1,62	1,52	1,57	0,16	12,9		
3	–	1,50	1,61	1,56	0,30	16,1	0,22	14,0
	(NPK) ₉₀	1,75	1,74	1,75	0,34	24,5		
4	–	1,43	1,51	1,47	0,21	15,9	0,16	11,0
	(NPK) ₉₀	1,68	1,59	1,64	0,23	16,5		
5	–	1,41	1,43	1,42	0,16	11,5	0,18	11,0
	(NPK) ₉₀	1,67	1,59	1,63	0,22	17,3		
6	–	1,49	1,19	1,34	0,08	14,6	0,31	22,8
	(NPK) ₉₀	2,05	1,72	1,89	0,48	32,0		
HCP ₀₅ A		0,5	0,5	–	–	–	–	–
HCP ₀₅ B		0,3	0,5	–	–	–	–	–

Таблица 5. Структура урожая сои в зависимости от минерального питания и севооборотов в среднем за 2021–2022 гг.

Table 5. Structure of soybean yield depending on mineral nutrition and crop rotation on average for 2021–2022

№ сево-оборота	Минеральный фон	Число растений на 1 м ² , шт.	Число бобов на одно растение, шт.	Число семян в одном бобе, шт.	Масса 1000 семян, г
1	–	59	12,9	1,21	116,2
	(NPK) ₉₀	60	12,8	1,31	116,9
2	0-й	58	13,1	1,29	117,4
	(NPK) ₉₀	63	13,7	1,32	120,7
3	–	63	14,9	1,32	117,0
	(NPK) ₉₀	67	15,8	1,36	123,1
4	–	65	14,6	1,32	118,3
	(NPK) ₉₀	68	16,8	1,46	121,2
5	–	62	15,3	1,38	119,5
	(NPK) ₉₀	68	16,6	1,44	122,7
6	–	66	17,0	1,45	121,3
	(NPK) ₉₀	72	18,3	1,48	126,9
HCP ₀₅ A		0,5	0,6	0,02	1,6
HCP ₀₅ B		0,3	0,5	0,03	1,8

сои, как озимая пшеница, наблюдалось улучшение качества семян сои.

Максимальное и одинаковое содержание сырого протеина отмечается в севооборотах № 3 и 6 — 34,4%, № 5 — 34,0%, где отмечена прибавка к контролю на удобренном варианте в 3,6–3,2% соответственно (табл. 6).

Показатель качества зерна по маслу в опыте на удобренном варианте составил от 24,0 до 25,3%. Сбор сырого протеина и масла (т/га) максимальный в варианте N₉₀P₉₀K₉₀ и составляет по севообороту № 6 с бобово-злаковыми травами, соответственно, 0,56–0,40 т/га.

Выводы/Conclusion

Проведенные исследования показали, что наличие в севооборотах бобовых и бобово-злаковых трав способствует не только увеличению урожайности, но и повышению показателей качества семян сои — сырого протеина и жира.

Максимальная урожайность сои получена в севообороте № 6 с бобово-злаковыми травами на удобренном фоне — 1,89 т/га (прибавка 22,8% к фону без удобрений).

Таблица 6. Влияние севооборотов на содержание белка и жира в семенах сои (2021–2022 гг.)

Table 6. The influence of crop rotations on the protein and oil content of soybean seeds (2021–2022)

№ сево-оборота	Минеральный фон	Сырой протеин, %			Масло, %			Сбор белка, т/га	Сбор масла, т/га
		2021 г.	2022 г.	Среднее	2021 г.	2022 г.	Среднее		
1	–	31,9	30,0	30,8	23,2	21,4	22,3	0,34	0,23
	(NPK) ₉₀	32,0	33,6	32,8	25,7	22,7	24,2	0,39	0,29
2	–	31,3	32,8	32,0	25,3	22,3	23,8	0,48	0,31
	(NPK) ₉₀	32,9	33,2	33,0	25,6	22,6	24,1	0,52	0,33
3	–	32,4	34,1	33,3	25,8	21,8	23,8	0,52	0,32
	(NPK) ₉₀	33,9	34,7	34,3	24,9	23,9	24,4	0,59	0,37
4	–	32,6	32,9	33,1	24,9	22,0	23,4	0,48	0,30
	(NPK) ₉₀	32,5	33,6	33,0	25,7	23,1	24,0	0,45	0,33
5	–	32,8	34,1	33,5	24,0	22,7	23,3	0,42	0,29
	(NPK) ₉₀	33,3	34,7	34,0	25,8	23,8	24,8	0,40	0,35
6	–	31,6	33,2	32,4	24,0	23,2	23,6	0,40	0,29
	(NPK) ₉₀	33,9	34,8	34,4	25,9	25,7	25,3	0,56	0,40
HCP ₀₅ A		0,8	0,3	–	0,15	0,17	–	–	–
HCP ₀₅ B		0,9	0,6	–	0,22	0,19	–	–	–

В севообороте с бобово-злаковыми травами № 6 при улучшении условий минерального питания за счет внесения в севообороте минеральных удобрений улучшается качество с зерна сои. Содержание сырого протеина на минеральном фоне — 34,4%, масла — 25,3%.

В условиях опыта без внесения удобрений (вариант № 1) отмечается самая низкая урожайность сои — 1,26 т/га.

Исследования показали, что в севообороте № 6 с бобово-злаковыми травами при длительном

систематическом применении минеральных удобрений пахотный слой почвы (0–30 см) обогащается органическим веществом и подвижными соединениями фосфора, калия. Без применения удобрений почва ежегодно истощается по основным элементам питания. Это приводит к уменьшению сборов урожая сои.

Впервые на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве в опыте дано обоснование использования минеральных удобрений для создания высокопродуктивных посевов сои.

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 длительного стационарного опыта по Геосети № 139 «Разработать севообороты, отвечающие требованиям земледелия при разных уровнях интенсификации с/х производства с подбором, соответствующим принципам ландшафтного земледелия».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аканова Н.И., Козлова А.В., Фокин С.А., Солнцев П.И. Эффективность применения магниевых удобрений при возделывании сои на различных типах почв. *Плодородие*. 2022; (5): 55–60. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.128.14>
2. Митрофанов Д.В. Зависимость урожайности зерна мягкой пшеницы от неустойчивого увлажнения почвы. *Аграрный научный журнал*. 2023; (1): 28–33. <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i1pp28-33>
3. Гладышева О.В., Свирина В.А., Артюхова О.А. Влияние севооборотов и минеральных удобрений на гумусное состояние почвы в длительном стационарном опыте. *Аграрная наука*. 2020; (10): 83–87. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-83-87>
4. Рулева О.В., Семинченко Е.В. Влияние предшественников на формирование элементов продуктивности озимой пшеницы в условиях Нижнего Поволжья. *Аграрная наука*. 2019; (4): 68–72. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-324-4-68-72>
5. Афонин Н.М., Сысоев Р.Г., Черемисин Д.В. Эффективность применения азотных удобрений на посевах сои при выращивании на черноземах Тамбовской области. *Наука и образование*. 2020; 3(3): 227. <https://elibrary.ru/qrsyoa>
6. Гладышева О.В., Свирина В.А. Элементы технологии воспроизводства почвенного плодородия. *Аграрная наука*. 2019; (7–8): 43–46. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-330-7-43-46>
7. Морозов Н.А., Ходжаева Н.А., Прохорова И.В., Хрипунов А.И., Община Е.Н. Влияние севооборотов и минеральных удобрений на плодородие каштановой почвы. *Аграрная наука*. 2023; (7): 69–73. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-69-73>
8. Левкина О.В., Таранухо В.Г. Урожайность и экономическая эффективность выращивания сортов и селекционных образцов сои в условиях Северо-Восточной зоны Беларуси. *Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. Сборник статей по материалам XVIII Международной научно-практической конференции*. Горки: Белорусская ГСХА. 2021; 82–85. <https://elibrary.ru/wcaqvq>
9. Мамин В.Ф., Мелихова Н.П., Кривцов И.В., Зинченко Е.В. Научно обоснованные севообороты — основа эффективного использования орошаемой пашни и воспроизводства плодородия почвы в Нижнем Поволжье. *Плодородие*. 2010; (2): 55–56. <https://elibrary.ru/lmbufz>
10. Моисеев А.А., Пронина Л.Н. Влияние известкования и длительного применения минеральных удобрений в севооборотах на продуктивность сои в условиях лесостепи. *Бюллетень ВИАУ*. 2003; 7: 109–110.
11. Лукин С.М., Золкина Е.И., Марчук Е.В. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность севооборота, содержание и качественный состав органического вещества почвы. *Плодородие*. 2021; (3): 93–98. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.120.18>
12. Kelley K.W., Long J.H.Jr., Todd T.C. Long-term crop rotations affect soybean yield, seed weight, and soil chemical properties. *Field Crops Research*. 2003; 83(1): 41–50. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00055-8](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00055-8)
13. Agomoh I.V., Drury C.F., Yang X., Phillips L.A., Reynolds W.D. Crop rotation enhances soybean yields and soil health indicators. *Soil Science Society of America Journal*. 2021; 85(4): 1185–1195. <https://doi.org/10.1002/saj2.20241>

ОБ АВТОРАХ

Вера Алексеевна Свирина
старший научный сотрудник
svirina-vera@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0007-7250-4143>

Виталий Геннадьевич Черногаев
младший научный сотрудник
tchernogaev@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0006-0195-3462>

Институт семеноводства и агротехнологий — филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»,
ул. Парковая, 1, с. Подвьязе, Рязанская обл., 390502, 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 study was carried out as part of a long-term stationary experiment on Geonet № 139 “To develop crop rotations that meet the requirements of farming at different levels of intensification of agricultural production with selection corresponding to the principles of landscape farming”.

REFERENCES

1. Akanova N.I., Kozlova A.V., Fokin S.A., Solntsev P.I. The effectiveness of the use of magnesium fertilizers in the cultivation of soybean on various types of soils. *Plodородie*. 2022; (5): 55–60 (in Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.128.14>
2. Mitrofanov D.V. Dependence of soft wheat grain yield on unstable soil moisture. *Agrarian Scientific Journal*. 2023; (1): 28–33 (in Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i1pp28-33>
3. Gladysheva O.V., Svirina V.A., Artyukhova O.A. Influence of crop rotations and mineral fertilizers on the humus state of the soil in a long-term stationary experiment. *Agrarian science*. 2020; (10): 83–87 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-83-87>
4. Ruleva O.V., Seminchenko E.V. Influence of predecessors on the formation of elements of winter wheat productivity in the Lower Volga region. *Agrarian science*. 2019; (4): 68–72 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-324-4-68-72>
5. Afonin N.M., Sysoev R.G., Cheremisin D.V. Efficiency of application of nitrogen fertilizers on soybean crops when grown in the black soil of Tambov region. *Science and Education*. 2020; 3(3): 227 (in Russian). <https://elibrary.ru/qrsyoa>
6. Gladysheva O.V., Svirina V.A. Elements of technology of reproduction of soil fertility. *Agrarian science*. 2019; (7–8): 43–46 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-330-7-43-46>
7. Morozov N.A., Khodzhaeva N.A., Prokhorova I.V., Khripunov A.I., Obshchiya E.N. The effect of crop rotations and mineral fertilizers on the fertility of chestnut soil. *Agrarian science*. 2023; (7): 69–73 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-69-73>
8. Levkina O.V., Taranukho V.G. Productivity and economic efficiency of growing soybean varieties and breeding samples in the conditions of the North-Eastern zone of Belarus. *Technological aspects of the cultivation of agricultural crops. Collection of articles based on the proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference*. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy. 2021; 82–85 (in Russian). <https://elibrary.ru/wcaqvq>
9. Mamin V.F., Melikhova N.P., Krivtsov I.V., Zinchenko E.V. Science-based crop rotations as the basis for the effective use of irrigated plowland and the reproduction of soil fertility in the Lower Volga region. *Plodородie*. 2010; (2): 55–56 (in Russian). <https://elibrary.ru/lmbufz>
10. Moiseev A.A., Pronina L.N. The influence of liming and long-term use of mineral fertilizers in crop rotations on soybean productivity in forest-steppe conditions. *VIUA Bulletin*. 2003; 7: 109–110 (in Russian).
11. Lukin S.M., Zolkina YE.I., Marchuk E.V. Influence of long-term fertilizers application on the crop rotation productivity, content and composition of soil organic matter. *Plodородie*. 2021; (3): 93–98 (in Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.120.18>
12. Kelley K.W., Long J.H.Jr., Todd T.C. Long-term crop rotations affect soybean yield, seed weight, and soil chemical properties. *Field Crops Research*. 2003; 83(1): 41–50. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00055-8](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00055-8)
13. Agomoh I.V., Drury C.F., Yang X., Phillips L.A., Reynolds W.D. Crop rotation enhances soybean yields and soil health indicators. *Soil Science Society of America Journal*. 2021; 85(4): 1185–1195. <https://doi.org/10.1002/saj2.20241>

ABOUT THE AUTHORS

Vera Alekseevna Svirina
Senior Researcher
svirina-vera@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0007-7250-4143>

Vitaly Gennadievich Chernogaev
Junior Researcher
tchernogaev@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0006-0195-3462>

Institute of Seed Production and Agrotechnologies — branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
1 Parkovaya Str., Podvyezze, Ryazan region, 390502, Russia

УДК 633.854.434

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-129-133

Г.Г. Бикбаева
Д.Р. Исламгулов ✉*Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия*

✉ damir.islamgulov@mail.ru

Поступила в редакцию:
25.09.2023Одобрена после рецензирования:
13.02.2024Принята к публикации:
29.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-129-133

Gulnur G. Bikbaeva
Damir R. Islamgulov ✉*Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia*

✉ damir.islamgulov@mail.ru

Received by the editorial office:
25.09.2023Accepted in revised:
13.02.2024Accepted for publication:
29.02.2024

Результаты сортоиспытания конопли посевной в условиях Республики Башкортостан

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В последние годы эта культура, которая возделывается в целях получения масла и волокна, постепенно набирает свои обороты, увеличивая посевные площади. Во многих агропромышленных предприятиях конопля посевная внедряется в севообороты, строятся заводы по ее переработке. Данная культура играет огромное народно-хозяйственное значение и находит свое применение в различных отраслях промышленности. Одним из основных элементов технологии возделывания конопли является использование высокопродуктивных сортов.

Методика. Закладку полевых опытов, сопутствующие наблюдения и учеты проводили в соответствии с существующими методическими указаниями по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей.

Результаты. Наиболее оптимальным для условий Южной лесостепной зоны Республики Башкортостан является сорт Надежда. Данный сорт превосходит остальные (Вера и Омегадар-1) по качественным и количественным показателям. Так, например, из исследований 2021–2022 гг. по биоморфометрическим показателям следует, что у Надежды были достигнуты наилучшие показатели по: высоте растения (194,50 см и 194,33 см), технической длине стебля (160,60 см и 162,45 см), длине соцветия (33,90 см и 31,88 см), диаметру стебля (0,8–0,9 см), количеству междоузлий (8–9 шт.), средней длине междоузлий (12,5 см и 19,87 см). Масса 1000 семян составила 17,01 г и 18,10 г, масличность — 32,89% и 33,72%, урожайность — 0,88 т/га и 1,71 т/га. Наибольшие результаты в 2022 г. связаны с агрометеорологическими условиями.

Ключевые слова: конопля посевная, урожайность конопли, сорта конопли, биоморфометрические показатели

Для цитирования: Бикбаева Г.Г., Исламгулов Д.Р. Результаты сортоиспытания конопли посевной в условиях Республики Башкортостан. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 129–133.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-129-133>

© Бикбаева Г.Г., Исламгулов Д.Р.

The results of the variety testing of cannabis in the conditions of the Republic of Bashkortostan

ABSTRACT

Relevance. In recent years, this crop, which is cultivated in order to obtain oil and fiber, is gradually gaining its abundance, increasing the acreage. In many agro-industrial enterprises, hemp is being introduced into crop rotations, and plants for its processing are being built. This culture plays a huge national economic importance and finds its application in various industries. One of the main elements of cannabis cultivation technology is the use of highly productive varieties.

Methodology. The laying of field experiments, related observations and records were carried out in accordance with existing methodological guidelines for conducting field and vegetation experiments with cannabis.

Results. The most optimal variety for the conditions of the Southern forest-steppe zone of the Republic of Bashkortostan is the Nadezhda variety. This variety is superior to the others (Vera and Omegadar-1) in terms of quality and quantity. For example, from the 2021–2022 studies on biomorphometric indicators, it follows that Nadezhda achieved the best indicators for: plant height (194.50 cm and 194.33 cm), technical stem length (160.60 cm and 162.45 cm), inflorescence length (33.90 cm and 31.88 cm), stem diameter (0.8–0.9 cm), the number of internodes (8–9 pcs.), the average length of internodes (12.5 cm and 19.87 cm). The weight of 1000 seeds was 17.01 g and 18.10 g, oil content — 32.89% and 33.72%, yield — 0.88 t/ha and 1.71 t/ha. The greatest results in 2022 are associated with agrometeorological conditions.

Key words: hemp seeds, varieties of cannabis, morphometric indicators

For citation: Bikbaeva G.G., Islamgulov D.R. The results of the variety testing of cannabis in the conditions of the Republic of Bashkortostan. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 129–133 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-129-133>

© Bikbaeva G.G., Islamgulov D.R.

Введение/Introduction

Конопля (*Cannabis sativa* L.) — широко распространенное травянистое растение родом из Центральной Азии, относящееся к семейству *Cannabaceae* [1]. Это растение является одной из первых сельскохозяйственных культур, поскольку считается, что оно выращивалось в Китае 8500 лет назад [2]. Конопля традиционно возделывается для промышленных, медицинских и пищевых целей. Волокно получают из стеблей, в частности из луба, оно используется в судостроительной промышленности. Женские цветки конопли посевной полезны из-за своих фармакологических свойств, а семена используются в основном в пищу [1, 3].

В настоящее время увеличивается потребление производных продуктов. Несмотря на то что волокна и семена являются основными продуктами конопли, растет интерес к повышению ценности вторичных метаболитов конопли, включая терпены, терпенофенолы и флавоноиды, которые в основном накапливаются в соцветиях, что может иметь потенциальные фармакологические эффекты [4].

Семена конопли можно употреблять в пищу, а очищенные обычно продаются как функциональные продукты [5]. Они являются источником растительного белка, что делает их подходящей добавкой к любой низкокалорийной диете¹ [6].

При выращивании конопли требует меньше пестицидов и воды по сравнению с хлопком, типичным представителем волокнистых растений, это обуславливает ее экологическую устойчивость. Благодаря своей стабильности она обладает отличительным полезным свойством семян. Конопля имеет многообещающее значение для разработки новых продуктов питания [7]. Во многих странах мира успешно выращиваются технические сорта конопли с улучшенным жирнокислотным составом [8].

Содержание масла в семенах конопли достигает 25–35%. В состав масла входят антиоксиданты, минералы, фосфор, калий, магний, сера и кальций и небольшое количество железа и цинка². Нерафинированное масло из семян конопли, полученное методом холодного отжима, характеризуется грязно-желтой или темно-зеленой окраской, приятным ореховатым вкусом, иногда с легкой горчинкой [9]. Оно имеет большое пищевое значение, относится к числу лучших столовых масел и находит широкое применение в консервной, рыбной промышленности и кондитерском производстве [10, 11].

Основные белки в семенах конопли — эдестин и альбумин. Оба высококачественных соединения легко усваиваются и содержат значительное количество всех незаменимых аминокислот, среди которых исключительно высокий уровень имеет аргинин [12].

Сбор урожая в период зрелости семян может увеличить выход стебля в количественном отношении за счет накопления вторичных волокон и ксилемы, но с последующим снижением качества волокон или даже снижением образования волокон из-за старения стеблей [13].

В России в течение очень долгого времени формировались зоны, в которых создавались особые производственные и социальные условия для выращивания различных прядильных культур. На протяжении многих веков существовали исключительно «конопляные» регионы, где население производило коноплю и конопляное масло [14].

В Государственном реестре селекционных достижений³ на 2023 год внесены 34 сорта и гибрида семенной конопли, разрешенных к использованию на территории Российской Федерации.

Решающим направлением в селекции семенной конопли за последние 25 лет стало выведение новых высокоурожайных форм с низким содержанием каннабиноидов (сортов и гибридов) для растений различного хозяйственного назначения с комплексом необходимых признаков и свойств [15].

Результаты многолетней селекционной работы по выведению сорта Омегадар-1 представлены в трудах Т.И. Сухорады (2009 г.). Исследования показали, что сорт унаследовал лучшие качества родительских форм: скороспелость, низкое содержание тетрагидроканнабинола. Содержание масла в сорте Омегадар-1 было на 1,5% выше, чем у стандартного сорта Зеница [16].

Сорта Диана, Ингрета и Антонио в исследованиях В.Л. Димитриева (2020 г.) показали высокую скороспелость и выравненность по признаку однодомности. Доля однодомных растений в популяции составила 97,6–99,3%, что обеспечило одновременность созревания растений, возможность их механизированной уборки, позволило получить высокий урожай стеблей и волокна высокого качества [17].

В исследованиях И.В. Бакуловой (2021 г.), проведенных в Пензенском НИИСХ, сорт Вера в питомниках размножения 1-го года отличался низким, но стабильным уровнем урожайности (3,90 ц/га), высоким содержанием масла (31,96–35,22%), средний вес 1000 семян — 15,9–16,8 г.

Сорт Надежда хорошо отреагировал на улучшение агротехнических условий выращивания, дал достаточно высокую урожайность — до 10,0 ц/га, высокое содержание масла в семенах составило 31,4–33,83%, а масса 1000 семян — 15,5–17,1 г. Сорт Сурская в значительной степени способен противостоять стрессовым факторам, урожайность семян варьировала в пределах 4,3–10,8 ц/га, масличность семян составляла 31,16–32,7%, масса 1000 семян — 15,8–17,2 г [18].

В исследованиях В.Н. Гореевой (2021 г.) за два года исследований в среднем сорт Вера обеспечил самую высокую урожайность семян — 0,65 т/га, содержание белка — 22,3%, урожайность — 125 кг/га. Несколько более низкое содержание белка (22,0%) было обнаружено у сорта Сурская. Содержание белка в семенах сорта Надежда было на 1% ниже, чем в семенах сорта Вера. Сорта Надежда и Сурская в 2018 и 2020 годах показали средний результат. Снижение урожайности семян составило 0,07 т/га и 0,11 т/га, соответственно, в сравнении с аналогичными показателями сорта Вера [19].

Цель исследования — выявление наиболее продуктивных для Южной лесостепи Республики Башкортостан сортов конопли посевной, имеющих высокое качество семян.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Опыты проводились в 2021–2022 гг. в учебно-научном центре ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет» (Уфимский р-н, Республика Башкортостан).

¹ ACS Laboratory. Hemp & CBD market value: January 2020 price trends for crude, flower biomass, isolate. 2020.

² Sobhy A.L. et al. Nutritional Quality, Chemical, and Functional Characteristics of Hemp (*Cannabis sativa* ssp. *sativa*) Protein Isolate. 2022.

³ Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1 «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2023; 631.

Таблица 1. Характеристика изучаемых сортов конопли посевной
Table 1. Characteristics of the studied varieties of seed hemp

Наименование сорта	Характеристика
Надежда	Сорт среднерусского экотипа, двустороннего (на масло и семена) направления использования, период вегетации — 111–117 суток.
Вера	Сорт среднерусского экотипа, волокнистого направления использования. Вегетационный период сорта — 112–116 дней.
Омегадар-1	Сорт южной однодомной конопли используется в основном для получения масла и волокна. Вегетационный период до конца цветения — 88 дней, до созревания семян — 123 дня.

Для исследований были выбраны следующие сорта конопли посевной: Надежда, Вера, Омегадар-1. Эти сорта получили распространение в хозяйствах Республики Башкортостан, возделывающих ее (табл. 1).

Сорта характеризуются высокой урожайностью семян и стабильно низким содержанием ТГК (0,01–0,04%).

Почва опытного участка была представлена черноземом выщелоченным среднесиловым тучным тяжелосуглинистого гранулометрического состава: содержание гумуса — 9%, подвижного фосфора — 150,0 мг/кг, обменного калия — 200 мг/кг. ГТК 2021 г. — 0,3, ГТК 2022 г. — 0,7.

Общая площадь участка составляет 36 м², учетная площадь — 11 м², опыт повторяется трижды. Предшественник — чистый пар. Закладку полевых опытов, сопутствующие наблюдения и учеты проводили в соответствии с существующими методическими указаниями по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей⁴.

В опытах использовали семена второй репродукции. Посев выполнялся ручной сеялкой. Норма высева составила 80 шт/пгм. Уборку проводили в фазу полной спелости, вручную, сноповым способом.

Биометрический анализ растений включал определение общей и технической длины стебля, его диаметр в средней части и длины соцветия, количество междоузлий, средней длины междоузлия (анализировалось по 25 растений каждого варианта).

Для измерения использовались рулетка и штангенциркуль.

Методопределениямасличности(%)—ГОСТ10857-64⁵. Массу 1000 семян определяли по ГОСТ 12042-80⁶.

Статистическая обработка результатов расчета урожайности проводилась методом дисперсионного анализа⁷.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Тенденция увеличения посевных площадей наблюдается и в Республике Башкортостан (рис. 1). Так, например, если в 2021 г. площадь составила 0,60 тыс. га, то в 2023-м посевная площадь была уже выше на 0,29 тыс. га. Культура постепенно набирает свои обороты в сельском хозяйстве Республики Башкортостан.

Продуктивность и качество конопли оценивались урожайностью, массой 1000 семян, содержанием в них масла, биоморфометрическими показателями (табл. 2).

Таблица 2. Биоморфометрические показатели конопли посевной в 2021 г.

Table 2. Morphometric indicators of seeded cannabis in 2021

Сорт	Высота растения, см	Техническая длина стебля, см	Длина соцветия, см	Диаметр стебля, см	Кол-во междоузлий, шт.	Средняя длина междоузлий, см	Содержание поскони, %
Омегадар-1	175,2	146,8	28,4	0,6	8	10,5	4,7
Вера	175,3	145,5	29,8	0,6	8	10,8	4,3
Надежда	194,5	160,6	33,9	0,8	9	12,5	4,3
НСР ₀₅	4,72	3,81	1,02	0,02	0,23	0,23	0,10

⁴ Методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей / Сост. Г.П. Бедак. М.: ВАСХНИЛ. 1980; 34.

⁵ ГОСТ 10857-64 Семена масличные. Методы определения масличности.

⁶ ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян.

⁷ Доспехов Б.А. Методик полевого опыта. 5-е изд. (перераб. и доп.). М.: Агропромиздат. 1985; 351.

Рис. 1. Посевные площади конопли посевной в Республике Башкортостан в 2021–2023 гг.

Fig. 1. Acreage of cannabis in the Republic of Bashkortostan in 2021–2023

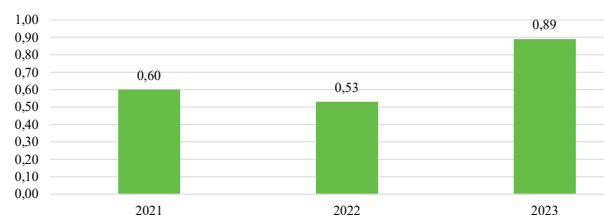


Рис. 2. Полевые опыты с сортами конопли посевной (слева направо) Надежда, Омегадар-1, Вера. Фото автора

Fig. 2. Field experiments with varieties of cannabis (from left to right) Nadezhda, Omegadar-1, Vera. Photo by the author



Согласно данным (табл. 2) видно, что наибольший показатель по высоте растений получили в варианте Надежда (194,5 см), что в свою очередь превышает показатели всех остальных сортов: Вера — на 19,2 см, Омегадар-1 — на 19,3 см. Сорт Надежда показал наилучшее значение и в технической длине стебля, он превышал минимальный показатель (Вера — 145,5 см) на 15,1 см. Значение показателя длины соцветия варьировало от 28,4 см (Омегадар-1) до 33,9 см (Надежда) (рис. 2). В показателях «диаметр стебля», «количество междоузлий» и «средняя длина междоузлия» лучший наблюдается в варианте Надежда — 0,8 см, 9 шт., 12,5 см соответственно. Содержание поскони варьировало от 4,3 до 4,7%.

Исходя из данных 2022 года, видно, что биоморфометрические данные Надежды отличались от других сортов (по максимальным показателям). Если сравнивать сорт Надежда с другими исследуемыми сортами, то в показателе «высота растения» минимальные значения были отмечены в вариантах Омегадар-1 (189,99 см) и Вера (192,39 см) (табл. 3).

Таблица 3. Биоморфометрические показатели конопли посевной в 2022 г.

Table 3. Morphometric indicators of seeded cannabis in 2022

Сорт	Высота растения, см	Техническая длина стебля, см	Длина соцветия, см	Диаметр стебля, см	Кол-во междоузлий, шт.	Средняя длина междоузлий, см	Содержание пскони, %
Омегадар-1	189,99	160,40	29,59	0,6	7	17,31	4,5
Вера	192,39	162,43	29,96	0,6	8	17,60	4,3
Надежда	194,33	162,45	31,88	0,9	8	19,87	4,6
НСР05	5,50	4,69	0,45	0,01	0,20	0,52	0,10

Длина соцветия у сорта конопли посевной Надежда выше остальных на 1,92 см (сорт Вера) и на 2,29 см (сорт Омегадар-1). Высокий показатель по средней длине междоузлия и диаметру стебля был отмечен в варианте Надежда — 19,87 см и 0,9 см соответственно. Содержание пскони по сортам варьировало от 4,3 до 4,6%. Наибольшие значения по биоморфометрическим показателям в 2022 г. по сравнению с 2021-м объясняются наиболее благоприятными погодными условиями. Анализируя данные (табл. 2, 3), можно сказать, что сорт Надежда показал себя более технологичным по сравнению с другими изучаемыми сортами конопли посевной.

Сравнивая данные (табл. 4), можно отметить, что сорт Надежда показал наилучшие результаты по сравнению с другими исследуемыми сортами по массе 1000 семян

Таблица 4. Урожайность и характеристика семян конопли посевной в условиях Республики Башкортостан

Table 4. The yield and quality of cannabis seeds in the conditions of the Republic of Bashkortostan

Сорт	2021 г.	2022 г.	Среднее
Масса 1000 семян, г			
Омегадар-1	15,59	17,60	16,59
Вера	16,08	17,80	16,94
Надежда	17,01	18,10	17,55
НСР ₀₅	0,47	0,49	0,44
Масличность семян конопли посевной, %			
Омегадар-1	20,49	24,05	22,27
Вера	28,16	29,98	29,07
Надежда	32,89	33,72	33,30
НСР ₀₅	0,81	0,79	0,73
Урожайность семян, т/га			
Омегадар-1	0,42	0,95	0,68
Вера	0,56	1,06	0,81
Надежда	0,88	1,71	1,29
НСР ₀₅	0,17	0,36	0,27

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

- Small E. Evolution and Classification of *Cannabis sativa* (Marijuana, Hemp) in Relation to Human Utilization. *The Botanical Review*. 2015; 81(3): 189–294. <https://doi.org/10.1007/s12229-015-9157-3>
- Schultes R.E., Hofmann A. The Botany and Chemistry of Hallucinogens. Springfield, IL: Charles C. Thomas. 1980; 437.
- Small E., Naraine S.G.U. Size matters: evolution of large drug-secreting resin glands in elite pharmaceutical strains of *Cannabis sativa* (marijuana). *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2016; 63(2): 349–359. <https://doi.org/10.1007/s10722-015-0254-2>
- di Giacomo V., Ferrante C., Menghini L., Orlando G. Nutraceutical potential of industrial hemp. Pojić M., Tiwari B.K. (eds.). Industrial Hemp. *Academic Press*. 2022; 173–190. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90910-5.00006-3>
- Alonso-Esteban J.I. et al. Chemical composition and biological activities of whole and dehulled hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds. *Food Chemistry*. 2022; 374: 131754. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131754>

(17,01 г и 18,10 г соответственно). Максимальное значение отмечено в расчете среднего показателя, где сорт Надежда превышает остальные сорта по массе 1000 семян на 0,96 г (Омегадар-1) и на 0,61 г (Вера).

Минимальные показатели масличности семян в 2021 г. наблюдались у сорта Омегадар-1

(20,49%) и Вера (28,16%), максимальное значение отмечено у сорта Надежда (32,89%). Из данных 2022 г. видно, что максимальное значение отмечено у сорта Надежда (33,72%). Разница с остальными вариантами составила 9,67% (Омегадар-1) и 3,74% (Вера). Среднее значение масличности сорта Надежда было выше остальных на 4,23–11,03%.

По данным расчета, урожайность конопли посевной в исследуемые годы была наилучшей у сорта Надежда 0,88 т/га и 1,71 т/га, далее (по мере убывания) расположились Вера (0,56 т/га и 1,06 т/га) и Омегадар-1 (0,42 т/га и 0,95 т/га). Как видно по урожайности из расчета средних значений за два года исследования, наилучшим показал себя сорт Надежда (1,29 т/га), что превышает показатели сорта Вера (на 0,48 т/га) и Омегадар-1 (на 0,61 т/га). Разница в урожайности между 2021 г. и 2022-м объясняется влиянием агрометеорологических условий. НСР₀₅ в годы исследования составил 0,17 и 0,36, это говорит о том, что между вариантами присутствует существенная разность.

Выводы/Conclusion

Результаты исследований, проведенных в 2021–2022 гг., показали, что наиболее продуктивным и технологичным сортом конопли посевной для южной лесостепи Республики Башкортостан является Надежда. Он был лучшим по биоморфометрическим показателям по сравнению с другими сортами по массе 1000 семян, содержанию масла в семенах. Урожайность данного сорта изменялась от 0,88 до 1,71 т/га, что было максимальным значением среди всех сортов.

Сорт конопли посевной Надежда (по результатам двухлетних исследований) может быть рекомендован для сельскохозяйственных товаропроизводителей как наиболее перспективный для возделывания.

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

- Small E. Evolution and Classification of *Cannabis sativa* (Marijuana, Hemp) in Relation to Human Utilization. *The Botanical Review*. 2015; 81(3): 189–294. <https://doi.org/10.1007/s12229-015-9157-3>
- Schultes R.E., Hofmann A. The Botany and Chemistry of Hallucinogens. Springfield, IL: Charles C. Thomas. 1980; 437.
- Small E., Naraine S.G.U. Size matters: evolution of large drug-secreting resin glands in elite pharmaceutical strains of *Cannabis sativa* (marijuana). *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2016; 63(2): 349–359. <https://doi.org/10.1007/s10722-015-0254-2>
- di Giacomo V., Ferrante C., Menghini L., Orlando G. Nutraceutical potential of industrial hemp. Pojić M., Tiwari B.K. (eds.). Industrial Hemp. *Academic Press*. 2022; 173–190. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90910-5.00006-3>
- Alonso-Esteban J.I. et al. Chemical composition and biological activities of whole and dehulled hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds. *Food Chemistry*. 2022; 374: 131754. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131754>

6. Farinon B., Molinari R., Costantini L., Merendino N. The Seed of Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.): Nutritional Quality and Potential Functionality for Human Health and Nutrition. *Nutrients*. 2020; 12(7): 1935. <https://doi.org/10.3390/nu12071935>
7. Yano H., Fu W. Hemp: A Sustainable Plant with High Industrial Value in Food Processing. *Foods*. 2023; 12(3): 651. <https://doi.org/10.3390/foods12030651>
8. Илларионова К.В., Григорьев С.В. Изменчивость свойств конопляного масла различного происхождения. *Международный технико-экономический журнал*. 2014; (6): 80–83. <https://elibrary.ru/tmhgsr>
9. Deferne J.-L., Pate D.W. Hemp seed oil: A source of valuable essential fatty acids. *Journal of the International Hemp Association*. 1996; 3(1): 4–7.
10. Romero-Aguilera F., Alonso-Esteban J.I., Torija-Isasa M.E., Cámara M., Sánchez-Mata M.C. Improvement and validation of phytate determination in edible seeds and derived products, as mineral complexing activity. *Food Analytical Methods*. 2017; 10(10): 3285–3291. <https://doi.org/10.1007/s12161-017-0890-6>
11. Степанов Г.С., Фадеев А.П., Романова И.В. Масличная конопля и ее энергетическая эффективность. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2007; (9): 39–42. <https://elibrary.ru/kwbril>
12. Callaway J.C. Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*. 2004; 140(1–2): 65–72. <https://doi.org/10.1007/s10681-004-4811-6>
13. Amaducci S., Colauzzi M., Bellocchi G., Venturi G. Modelling post-emergent hemp phenology (*Cannabis sativa* L.): Theory and evaluation. *European Journal of Agronomy*. 2008; 28(2): 90–102. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2007.05.006>
14. Романенко А.А., Скрипников С.Г., Сухорада Т.И. Конопля. Прошлое. Настоящее. Будущее?. *Достижения науки и техники АПК*. 2016; 30(3): 39–41. <https://elibrary.ru/vuzzrl>
15. Серков В.А., Белоусов Р.О., Александрова М.Р., Давыдова О.К. Актуальные направления селекции конопли посевой для решения современных проблем отечественной экономики и импортозамещения (обзор). *Нива Поволжья*. 2019; (3): 38–47. <https://elibrary.ru/shgnom>
16. Сухорада Т.И., Пройдак М.Н., Герасимова А.С., Семинин С.А., Шабельный М.М. Новый сорт конопли масличного направления Омегадар-1. *Масличные культуры*. 2009; (1): 147–150. <https://elibrary.ru/knosqn>
17. Димитриев В.Л., Шашкарлов Л.Г., Ложкин А.Г. Сравнительная оценка безгашишных сортов среднеуровневой конопли. *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020; (4): 17–21. <https://elibrary.ru/qhgsaf>
18. Бакулова И.В. Первичное семеноводство безнаркотических сортов конопли посевой в условиях Среднего Поволжья. *Аграрный научный журнал*. 2021; (5): 4–8. <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i5pp4-8>
19. Гореева В.Н., Корепанова Е.В., Фатыхов И.Ш., Исламова Ч.М., Галиева Г.Р. Качество семян лубяных и масличных культур. *Пермский аграрный вестник*. 2021; (4): 30–37. https://doi.org/10.47737/2307-2873_2021_36_30
6. Farinon B., Molinari R., Costantini L., Merendino N. The Seed of Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.): Nutritional Quality and Potential Functionality for Human Health and Nutrition. *Nutrients*. 2020; 12(7): 1935. <https://doi.org/10.3390/nu12071935>
7. Yano H., Fu W. Hemp: A Sustainable Plant with High Industrial Value in Food Processing. *Foods*. 2023; 12(3): 651. <https://doi.org/10.3390/foods12030651>
8. Илларионова К.В., Григорьев С.В. The diversity of properties of hemp oil of various origins. *International Technical Journal*. 2014; (6): 80–83 (in Russian). <https://elibrary.ru/tmhgsr>
9. Deferne J.-L., Pate D.W. Hemp seed oil: A source of valuable essential fatty acids. *Journal of the International Hemp Association*. 1996; 3(1): 4–7.
10. Romero-Aguilera F., Alonso-Esteban J.I., Torija-Isasa M.E., Cámara M., Sánchez-Mata M.C. Improvement and validation of phytate determination in edible seeds and derived products, as mineral complexing activity. *Food Analytical Methods*. 2017; 10(10): 3285–3291. <https://doi.org/10.1007/s12161-017-0890-6>
11. Stepanov G.S., Fadeev A.P., Romanova I.V. Oilseed hemp and its energy efficiency. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2007; (9): 39–42 (in Russian). <https://elibrary.ru/kwbril>
12. Callaway J.C. Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*. 2004; 140(1–2): 65–72. <https://doi.org/10.1007/s10681-004-4811-6>
13. Amaducci S., Colauzzi M., Bellocchi G., Venturi G. Modelling post-emergent hemp phenology (*Cannabis sativa* L.): Theory and evaluation. *European Journal of Agronomy*. 2008; 28(2): 90–102. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2007.05.006>
14. Romanenko A.A., Skripnikov S.G., Sukhorada T.I. Hemp. Past. Present. Future?. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016; 30(3): 39–41 (in Russian). <https://elibrary.ru/vuzzrl>
15. Serkov V.A., Belousov R.O., Alexandrova M.R., Davydova O.K. Latest directions of common hemp selection for solving modern problems of domestic economy and import substitution. *Volga Region Farmland*. 2019; (3): 24–30. <https://doi.org/10.26177/VRF.2019.3.3.005>
16. Sukhorada T.I., Proydak M.N., Gerasimova A.S., Semynin S.A., Shabelny M.M. New oil hemp variety Omegadar-1. *Maslichnye kul'tury*. 2009; (1): 147–150 (in Russian). <https://elibrary.ru/knosqn>
17. Dimitriev V.L., Shashkarov L.G., Lozhkin A.G. Comparative evaluation of hashish-free varieties of the Middle Russian hemp. *Vestnik Chuvash State Agricultural Academy*. 2020; (4): 17–21 (in Russian). <https://elibrary.ru/qhgsaf>
18. Bakulova I.V. Primary seed production of drug-free varieties of cannabis in the Middle Volga region. *Agricultural Scientific Journal*. 2021; (5): 4–8 (in Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i5pp4-8>
19. Goreeva V.N., Korepanova E.V., Fatykhov I.Sh., Islamova Ch.M., Galieva G.R. Quality of fiber and oil crops seeds. *Perm Agrarian Journal*. 2021; (4): 30–37 (in Russian). https://doi.org/10.47737/2307-2873_2021_36_30

ОБ АВТОРАХ

Гульнур Гатиатовна Бикбаева

ассистент кафедры почвоведения, агрохимии и точного земледелия
gulnur.bikbaeva@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8925-4730>

Дамир Рафаэлович Исламгулов

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения, агрохимии и точного земледелия
damir_islamgulov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0346-8990>

Башкирский государственный аграрный университет,
ул. 50-летия Октября, 34, 450001, Уфа, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Gulnur Gatiatovna Bikbaeva

Assistant of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Precision Agriculture
gulnur.bikbaeva@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8925-4730>

Damir Rafaelovich Islamgulov

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Precision Agriculture
damir_islamgulov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0346-8990>

Bashkir State Agrarian University,
34 50-letiya Oktyabrya Str., 450001, Ufa, Russia

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-134-140

А.Д. Прудников
А.Г. Прудникова
М.И. Перепичай ✉
Ю.В. Козлов
О.А. Лякина
О.И. Солнцева
К.В. Мартынова

Смоленская государственная
сельскохозяйственная академия,
Смоленск, Россия

✉ bibikova.m@yandex.ru

Поступила в редакцию:
16.12.2023

Одобрена после рецензирования:
13.02.2024

Принята к публикации:
29.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-134-140

Anatoly D. Prudnikov
Anna G. Prudnikova
Marina I. Perepichay ✉
Yuri V. Kozlov
Olga A. Lyakina
Olga I. Solntseva
Ksenia V. Martynova

Smolensk State Agricultural Academy,
Smolensk, Russia

✉ bibikova.m@yandex.ru

Received by the editorial office:
16.12.2023

Accepted in revised:
13.02.2024

Accepted for publication:
29.02.2024

Клевер луговой — важнейшая кормовая
культура в западной части Нечерноземной
зоны

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Задачей современного кормопроизводства является увеличение производства кормов, а также улучшение их качества и энергонасыщенности. Особое место в решении поставленной задачи принадлежит многолетним бобовым и злаковым травам. При этом важно использовать именно те культуры и сорта, которые обладают наибольшим биологическим потенциалом.

Методы. Объектами исследований были клевер луговой (сорт Починковец и сорт Топаз), тимopheevka луговая (сорт ВИК 911), райграс пастбищный (сорт Карат и сорт Экспресс), для реализации биологического потенциала которых применяли твердые минеральные удобрения (аммиачную селитру, суперфосфат двойной, хлористый калий), а также концентрированное жидкое комплексное удобрение серии «Ультрамаг».

Результаты. Среди изучаемых видов многолетних трав клевер луговой обладает наибольшей урожайностью. Так, среди сортов клевера наибольший потенциал был у сорта Починковец. Сорта клевера лугового увеличивали сбор сухого вещества при внесении твердых фосфорно-калийных удобрений и жидкого комплексного удобрения «Ультрамаг Комби». Наибольшая урожайность была получена в вариантах с совместным использованием корневой подкормки твердыми удобрениями из расчета P80K120 и внекорневой подкормки жидким комплексным удобрением «Ультрамаг Комби». Урожайность клевера лугового при этом в зависимости от сорта составила от 12,05 до 12,46 т/га. Сорта клевера лугового Починковец и Топаз в условиях Смоленской области формируют высокорослый монодоминантный травостой, способный к интенсивному отрастанию в течение сезона и дающий не менее двух полноценных укосов при оптимальных условиях возделывания.

Ключевые слова: клевер луговой, тимopheevka луговая, райграс пастбищный, урожайность сухого вещества, удобрения

Для цитирования: Прудников А.Д. и др. Клевер луговой — важнейшая кормовая культура в западной части Нечерноземной зоны. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 134–140.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-134-140>

© Прудников А.Д., Прудникова А.Г., Перепичай М.И., Козлов Ю.В., Лякина О.А., Солнцева О.И., Мартынова К.В.

Meadow clover is the most important forage
crop in the western part of the Non-chernozem
zone

ABSTRACT

Relevance. The task of modern feed production is to increase feed production, as well as improve their quality and energy saturation. A special place in solving this problem belongs to perennial legumes and grasses. At the same time, it is important to use precisely those crops and varieties that have the greatest biological potential.

Methods. The objects of research were meadow clover (Pochinkovets variety and Topaz variety), timopheevka meadow (VIC 911 variety), ryegrass pasture (Karat variety and Express variety), for the realization of the biological potential of which solid mineral fertilizers (ammonium nitrate, double superphosphate, potassium chloride) are needed, as well as concentrated liquid complex fertilizers of the series “Ultramag.”

Results. Among the studied species of perennial grasses, meadow clover has the highest yield, so among the clover varieties, the Pochinkovets variety had the greatest potential. Varieties of meadow clover increased the collection of dry matter when applying solid phosphorus-potassium fertilizers and liquid complex fertilizer “Ultramag Combi”. The highest yield was obtained in variants with the combined use of root fertilization with solid fertilizers at the rate of P80K120 and foliar fertilization with liquid complex fertilizer “Ultramag Combi”. The yield of meadow clover, depending on the variety, ranged from 12.05 to 12.46 t/ha. Varieties of meadow clover Pochinkovets and Topaz in the conditions of the Smolensk region form a tall monodominant herbage capable of intensive regrowth during the season and yielding at least two full-fledged mowing under optimal cultivation conditions.

Key words: meadow clover, timopheevka meadow, grassland ryegrass, dry matter yield, fertilizers

For citation: Prudnikov A.D. *et al.* Meadow clover is the most important forage crop in the western part of the Non-chernozem zone. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 134–140 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-134-140>

© Prudnikov A.D., Prudnikova A.G., Perepichay M.I., Kozlov Yu.V., Lyakina O.A., Solntseva O.I., Martynova K.V.

Введение/Introduction

Актуальной задачей современного кормопроизводства является увеличение производства кормов, а также улучшение их качества и энергонасыщенности. Особое место в решении поставленной задачи принадлежит многолетним бобовым травам. При этом важно использовать именно те культуры, которые обладают наибольшим биологическим потенциалом.

Одной из важнейших кормовых культур Нечерноземной зоны России по праву считается клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), широко выращиваемый в полевых и луговых севооборотах Смоленской области [1–4]. Благодаря уникальной способности фиксировать атмосферный азот рассматриваемая культура способна превосходить по величине урожая другие виды многолетних трав [5–8].

Клевер луговой характеризуется способностью сформировать урожайность сухого вещества без внесения минерального азота на уровне 10 т/га и более. Полученный из него корм отличается повышенным содержанием белка и других питательных веществ, что дает возможность сельскохозяйственным предприятиям решить проблему обеспеченности летних и зимних рационов переваримым протеином и сократить применение комбикормов в 1,5–2 раза. Во многих хозяйствах уже отработана технология приготовления сенажа из клевера лугового и травосмесей с его участием [9, 10].

Вместе с тем повышение продуктивности многолетних трав невозможно без рационального использования минеральных макро- и микроудобрений, которое должно учитывать не только потребность в питательных элементах возделываемых растений, но и агрохимические свойства почвы. При одинаковой системе удобрений клевер луговой по урожайности сухого вещества превосходит другие виды трав на 10–50% [11, 12].

Большой удельный вес в структуре посевных площадей, занятых многолетними злаковыми травами, занимают тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.) и райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.). Из-за отсутствия способности к симбиотической азотфиксации продуктивность злаковых трав без применения минеральных удобрений в 2–3 раза ниже, чем бобовых. При этом повышение урожайности злаковых трав за счет применения азотных удобрений связано с негативным воздействием их на окружающую среду и может приводить к значительному удорожанию продукции [12–14].

Цель исследований — оценка потенциальной продуктивности сортов клевера лугового и наиболее распространенных видов многолетних злаковых трав в условиях Смоленской области в зависимости от минерального питания.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в 2022–2023 гг. на опытном поле Смоленской государственной сельскохозяйственной академии, расположенном в дер. Михновке Смоленского района Смоленской области Российской Федерации.

Почва опытного участка — дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая с кислой реакцией среды

(pH_{KCl} 4,63), содержанием гумуса 1,72%, подвижного фосфора 123 и обменного калия 96 мг/кг почвы. Повторность опыта — четырехкратная.

Делянки в опыте размещали методом рендомизированных блоков. Учетная площадь опытной делянки — 18 м².

Для проведения исследований приобретались районированные сорта многолетних трав (для Центрального региона) в семеноводческом хозяйстве ООО «Извеково» (Смоленская обл., Россия).

Схема опыта включала следующие сорта и виды многолетних трав: клевер луговой сорта Починковец, клевер луговой сорта Топаз, тимофеевка луговая сорта ВИК 911, райграс пастбищный сорта Карат, райграс пастбищный сорта Экспресс.

Посев трав провели 5 мая 2022 года беспосевным способом. В год посева удобрения не вносили.

В 2023 году применяли твердые минеральные удобрения, концентрированное жидкое комплексное удобрение серии «Ультрамаг» компании АО «Щёлково Агрохим» (Россия) («Ультрамаг Комби» 2 л/га — в вариантах с клевером луговым, «Ультрамаг Калий» 4 л/га — в вариантах с многолетними злаковыми травами) по следующей схеме: 1 — контроль (без удобрений); 2 — «Ультрамаг»; 3 — Р40К60 в вариантах с клевером или N60P40K60 в вариантах со злаковыми травами; 4 — Р40К60 в вариантах с клевером или N60P40K60 в вариантах со злаковыми травами + «Ультрамаг»; 5 — Р80К120 в вариантах с клевером или N120P80K120 в вариантах со злаковыми травами; 6 — Р80К120 в вариантах с клевером или N120P80K120 в вариантах со злаковыми травами + «Ультрамаг».

Учеты и наблюдения проведены согласно методике Госсортокмиссии (1989 г.)¹. Качественные показатели зеленой массы многолетних трав определены в агрохимической лаборатории ФГБУ ГСАС «Смоленская» согласно ГОСТ 31640-2012², ГОСТ 13496.4-2019³. Математическая обработка данных проведена по Б.А. Доспехову⁴ в приложении MS Excel (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Условия 2022 года отличались холодной и дождливой погодой, существенно сказавшейся на скорости роста и развития высеванных трав. Всходы клевера лугового появились на 11-й день, злаковых трав — на 18–20-й. При этом холодная погода в мае не повлияла на рост сорных растений, поэтому 20 июня для борьбы с ними было проведено подкашивание.

Холодный май и жаркая засушливая погода в июне замедлили рост многолетних трав в год посева. Ливневые дожди, выпавшие в июле, не смогли компенсировать недостаток влаги, наблюдавшийся в июне. Наступившие с 3 по 5 сентября первые заморозки вновь замедлили процесс образования надземной массы многолетних трав.

Укос трав в первый год вегетации был проведен 19 сентября 2022 года, что соответствовало фазе цветения клевера лугового. Высота растений сорта Починковец достигала 28,4 см. Урожайность сухой массы составила 2,36 т/га, а сбор сырого протеина — 422,4 кг/га. При этом на долю соцветий приходилось 8,1% массы урожая, причем по массе соцветий клевер луговой сорта

¹ Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / М.А. Федин и др. Москва. 1989; 194.

² ГОСТ Р 31640-2012 [Текст] Корма. Методы определения содержания сухого вещества. М.: Стандартинформ. 2020; 8.

³ ГОСТ 13496.4-2019 [Текст] Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. М.: Стандартинформ. 2019; 16.

⁴ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б.А. Доспехов. М.: Колос. 1965; 423.

Починковец почти в 2 раза превосходил клевер луговой Топаз.

Высота растений клевера лугового Топаз составила 26,5 см. Урожайность сухого вещества рассматриваемого сорта была на уровне 1,98 т/га, а сбор сырого протеина — 344,5 кг/га. По этим показателям клевер луговой Топаз существенно уступал сорту Починковец (табл. 1).

Многолетние злаковые травы в первый год вегетации не сформировали полноценный укос. Сбор сухого вещества составил: у тимофеевки луговой сорта ВИК 911 — 1,02 т/га, у райграса пастбищного сорта Карат — 0,87 т/га, у райграса пастбищного сорта Экспресс — всего 0,82 т/га.

Интенсивные дожди второй половины вегетации вымывали из почвы доступные для растений питательные вещества, в особенности соединения азота. При промывном типе водного режима нитратная форма азота плохо удерживается дерново-подзолистыми почвами и вымывается за пределы почвенного профиля. О формировании азотного голодания злаковых трав в 2022 году сигнализировала светло-зеленая окраска листьев.

Недостаток азота негативно сказался не только на урожайности сухого вещества злаковых трав, но и на высоте растений, которая не превышала у тимофеевки луговой сорта ВИК 911 23,7 см, у райграсов пастбищных сорта Карат и Экспресс 19,7 см и 19,2 см соответственно. К моменту укоса тимофеевка луговая сформировала султаны. Райграсы пастбищные соцветий не образовали.

Погодные условия зимнего периода 2022/23 г. были благоприятны для перезимовки многолетних трав. Так, изреживание злаковых трав практически не наблюдалось, а многолетним бобовым удалось сформировать избыточно плотный травостой.

Весна и начало лета 2023 года характеризовались засушливой жаркой погодой, которая привела к ускоренному развитию злаковых трав. Перед первым укосом клевер луговой испытывал недостаток влаги, что проявлялось в частичном увядании верхних листьев (во второй половине дня).

Первый укос в 2023 году был проведен 16 июня в фазу «бутионизация — начало цветения» у клевера, «колошение — начало цветения» у злаковых трав. Интенсивные дожди, прошедшие после первого укоса, частично ликвидировали острый недостаток влаги. Тем не менее злаковые травы не смогли вовремя и полноценно сформировать второй укос, поэтому у них он был проведен лишь 29 августа.

Второй укос клевера лугового провели 5 августа в начале фазы «цветение». В последующем погода характеризовалась повышенной температурой и умеренным увлажнением. Длительный вегетационный период 2023 года способствовал дальнейшему росту клевера лугового и позволил ему сформировать три укоса за сезон. Третий укос растительной массы клевера был проведен 20 сентября.

Таблица 1. Показатели развития многолетних трав в год посева, 2022

Table 1. Indicators of the development of perennial grasses in the year of sowing, 2022

Показатели	Вид и сорт многолетних трав					НСР ₀₅
	Клевер луговой		Тимофеевка ВИК 911	Райграс пастбищный		
	Починковец	Топаз		Карат	Экспресс	
Высота растений, см	28,4	26,5	23,7	19,7	19,2	2,1
Доля участия сеяного вида, %	90,3	82,1	64,5	70,8	63,2	–
Доля соцветий в массе травостоя, %	8,1	4,8	5,2	–	–	–
Урожайность сухого вещества, т/га	2,36	1,98	1,02	0,87	0,82	0,32
Содержание сырого протеина, %	17,9	17,4	9,7	8,7	8,6	–
Сбор сырого протеина, кг/га	422,4	344,5	98,9	78,5	70,5	40,2

Таблица 2. Высота многолетних перед укосом в 2023 году, см

Table 2. Height of meadow clover before mowing in 2023, cm

Культура и сорт	Вариант удобрения	1-й укос	2-й укос	3-й укос
Клевер луговой Починковец	Контроль	73,8	38,6	17,3
	«Ультрамаг Комби»	74,0	39,2	18,2
	P40K60	78,1	41,4	21,1
	P40K60 + «Ультрамаг Комби»	79,3	42,2	20,9
	P80K120	84,5	43,2	22,4
	P80K120 + «Ультрамаг Комби»	88,2	43,6	21,8
Клевер луговой Топаз	Контроль	72,9	42,7	19,0
	«Ультрамаг Комби»	72,5	46,1	21,3
	P40K60	77,1	43,8	23,2
	P40K60 + «Ультрамаг Комби»	81,9	44,7	22,8
	P80K120	76,4	45,8	24,3
	P80K120 + «Ультрамаг Комби»	88,3	46,7	23,9
Тимофеевка луговая ВИК 911	Контроль	74,8	39,6	–
	«Ультрамаг Калий»	85,1	41,2	–
	N60P40K60	100,2	50,3	–
	N60P40K60 + «Ультрамаг Калий»	105,6	50,8	–
	N120P80K120	101,8	55,7	–
	N120P80K120 + «Ультрамаг Калий»	105,9	56,3	–
Райграс пастбищный Карат	Контроль	54,6	32,1	–
	«Ультрамаг Калий»	60,1	33,0	–
	N60P40K60	80,3	37,6	–
	N60P40K60 + «Ультрамаг Калий»	80,9	37,4	–
	N120P80K120	79,2	41,5	–
	N120P80K120 + «Ультрамаг Калий»	80,5	42,2	–
Райграс пастбищный Экспресс	Контроль	54,6	31,0	–
	«Ультрамаг Калий»	55,7	33,6	–
	N60P40K60	65,4	36,5	–
	N60P40K60 + «Ультрамаг Калий»	65,9	37,0	–
	N120P80K120	84,6	40,9	–
	N120P80K120 + «Ультрамаг Калий»	85,4	42,2	–
НСП ₀₅		3,6	2,3	1,6

Подкормка минеральными удобрениями повлияла на высоту растений (табл. 2) и урожайность сухого вещества многолетних трав (табл. 3).

Клевер луговой имеет глубоко расположенную стержневую корневую систему. Она способствовала хорошему росту и формированию мощной биомассы даже в условиях недостаточного увлажнения, которые сложились в 2023 году перед первым укосом.

Высота клевера лугового сорта Починковец перед первым укосом в зависимости от фона минерального питания колебалась от 73,8 до 88,2 см, сорта Топаз — от 72,9 до 88,3 см. Существенной разницы между рассматриваемыми сортами по этому показателю в большинстве вариантов опыта не зафиксировано. Подкормка твердыми минеральными удобрениями существенно увеличила высоту растений. Внесение

Таблица 3. Урожайность сухого вещества многолетних бобовых и злаковых трав в 2023 году, т/га

Table 3. Dry matter yield of perennial legumes and cereals in 2023, t/ha

Культура и сорт	Вариант удобрения	1-й укос	2-й укос	3-й укос	Итого
Клевер луговой Починковец	Контроль	6,18	3,27	0,32	9,77
	«Ультрамаг Комби»	7,31	3,44	0,35	11,10
	P40K60	7,15	3,48	0,64	11,27
	P40K60 + «Ультрамаг Комби»	5,80	3,60	0,65	10,05
	P80K120	6,79	3,64	0,67	11,10
Клевер луговой Топаз	P80K120 + «Ультрамаг Комби»	7,90	3,80	0,76	12,46
	Контроль	6,11	3,06	0,32	9,49
	«Ультрамаг Калий»	7,03	3,13	0,56	10,72
	P40K60	6,15	3,29	0,65	10,09
	P40K60 + «Ультрамаг Калий»	6,61	3,10	0,68	10,39
Тимофеевка луговая ВИК 911	P80K120	6,64	3,56	0,74	10,94
	P80K120 + «Ультрамаг Калий»	7,54	3,70	0,81	12,05
	Контроль	2,26	1,22	–	3,48
	«Ультрамаг Калий»	2,26	1,24	–	3,50
	N60P40K60	2,90	1,41	–	4,31
Райграс пастбищный Карат	N60P40K60 + «Ультрамаг Калий»	2,99	1,47	–	4,46
	N120P80K120	4,68	1,65	–	6,33
	N120P80K120 + «Ультрамаг Калий»	4,75	1,59	–	6,34
	Контроль	1,59	1,37	–	2,96
	«Ультрамаг Калий»	3,39	1,33	–	4,72
Райграс пастбищный Экспресс	N60P40K60	2,58	1,42	–	4,00
	N60P40K60 + «Ультрамаг Калий»	4,11	1,67	–	5,78
	N120P80K120	3,99	1,87	–	5,86
	N120P80K120 + «Ультрамаг Калий»	4,12	1,72	–	5,84
	Контроль	1,48	1,30	–	2,78
НСР ₀₅ ч. р.	«Ультрамаг Калий»	2,68	1,45	–	4,13
	N60P40K60	2,01	1,31	–	3,32
	N60P40K60 + «Ультрамаг Калий»	1,93	1,38	–	3,31
	N120P80K120	3,21	1,67	–	4,88
	N120P80K120 + «Ультрамаг Калий»	3,19	1,60	–	4,79
НСР ₀₅ культуры и сорта		0,71	0,34	0,08	0,83
НСР ₀₅ варианта удобрений		0,38	0,19	0,05	0,45
		0,34	0,16	0,04	0,41

концентрированного жидкого комплексного удобрения «Ультрамаг Комби» без фоновой подкормки достоверной прибавки по этому показателю не дало. При этом наибольшая высота растений клевера лугового сортов Починковец и Топаз перед первым укосом была отмечена в варианте с сочетанием твердых фосфорно-калийных удобрений в дозе P60K120 и жидкого комплексного удобрения.

Высота клевера лугового перед вторым укосом изменялась: у сорта Починковец — от 38,6 см до 43,6 см, у сорта Топаз — от 42,7 до 46,7 см. При этом наиболее сильное проявление действия фосфорно-калийных удобрений было отмечено у сорта Починковец, который без их внесения на контроле во втором укосе существенно уступал Топазу по рассматриваемому показателю. Действие удобрения «Ультрамаг Комби» на высоту растений клевера во втором укосе по всем вариантам, за исключением его отдельного внесения без применения твердых минеральных фосфорно-калийных удобрений на сорте Топаз, находилось в пределах ошибки опыта.

Высота растений клевера лугового перед третьим укосом уступала аналогичному показателю по предыдущим укосам и составила: у сорта Починковец — 17,3–22,4 см, у сорта Топаз — 19,0–24,3 см. Клевер Топаз

превосходил сорт Починковец по этому показателю. В третьем укосе было выявлено увеличение высоты бобовых трав под влиянием фосфорно-калийных удобрений. «Ультрамаг Комби» давал прибавку только в варианте с самостоятельным внесением его без применения твердых минеральных фосфорно-калийных удобрений на сорте Топаз, в остальных вариантах опыта разница с соответствующими фоновыми вариантами была незначительной.

В вариантах с многолетними злаковыми травами были получены иные результаты (табл. 2). Тимофеевка луговая и райграс пастбищный, в отличие от клевера лугового, имеют мочковатую корневую систему. Около 80–84% корней у этих культур сосредоточены в слое почвы 0–20 см, поэтому сильное подсыхание верхнего корнеобитаемого слоя почвы, наблюдавшееся в начале лета 2023 года, привело к дефициту влаги в надземной части растений и способствовало более быстрому переходу злаковых трав в генеративную фазу развития.

Корневая подкормка минеральными макроудобрениями и внекорневое внесение жидкого комплексного удобрения «Ультрамаг Калий» привели к увеличению высоты растений тимофеевки луговой сорта ВИК 911 перед первым укосом. Внесение фоновой дозы NPK обеспечило увеличение рассматриваемого показателя на 25,4 см. Удвоение фоновой дозы NPK к дальнейшему росту высоты растений в данном случае не привело. Внекорневая подкормка жидким комплексным удобрением приводила к достоверному увеличению высоты растений тимофеевки: на 10,3 см — при отсутствии корневой подкормки твердыми минеральными удобрениями, на 5,4 см и 4,1 см — при совместном использовании удобрения «Ультрамаг Калий» с одинарной и двойной дозой NPK, соответственно, по сравнению с аналогичными вариантами без его применения.

Райграс пастбищный сорта Карат при внесении одинарной и двойной дозы NPK вел себя аналогично тимофеевке луговой: достоверного различия между указанными вариантами по рассматриваемому показателю не наблюдалось. Иначе отреагировал на удвоение дозы твердых минеральных удобрений райграс Экспресс. Высота растений в варианте с внесением N120P80K120 превысила аналогичный показатель фонового варианта на 29%. Совместное применение твердых минеральных удобрений и удобрения «Ультрамаг Калий» к достоверному увеличению высоты райграсов перед первым укосом не привело.

Высота злаковых трав перед вторым укосом, помимо погодных условий, определялась минеральным питанием и видовыми особенностями растений. У тимофеевки луговой рассматриваемый показатель варьировал от 39,6 до 56,3 см, у райграса пастбищного — от 31,0 до 42,2 см. При этом существенных различий между сортами райграса Карат и Экспресс по высоте растений перед вторым укосом не выявлено. Наилучшие результаты по всем трем сортам злаковых трав были получены в вариантах с применением двойной дозы NPK. Внекорневая подкормка удобрением «Ультрамаг Калий» в

большинстве случаев не приводила к достоверному увеличению высоты злаковых трав перед вторым укосом. Исключение составил вариант с применением жидкого комплексного удобрения без корневой подкормки твердыми минеральными удобрениями под райграс сорта Экспресс, прибавка в котором составила 2,6 см по отношению к контролю.

Урожайность клеверов в первом укосе определялась влиянием погодных условий, корневой подкормкой твердыми фосфорно-калийными удобрениями и внекорневой подкормкой удобрения «Ультрамаг Комби», самостоятельное внесение которого без фосфорно-калийных удобрений привело к повышению урожайности клевера лугового сорта Починковец на 18% относительно контроля (табл. 3).

Твердые фосфорно-калийные удобрения в дозе P40K60 при возделывании того же сорта действовали аналогично: урожайность от их применения возросла на 16%. Увеличение дозы минеральных удобрений до P80K120 привело к существенному снижению их эффективности: прибавка урожая в этом варианте составила лишь 10% по сравнению с контролем.

По величине урожайности в первом укосе клевер луговой Топаз в контрольном варианте не отличался от сорта Починковец. Применение жидкого комплексного удобрения «Ультрамаг Комби» привело к повышению его урожайности по сравнению с контролем на 15%. Внесение твердых фосфорно-калийных удобрений из расчета P40K60 не дало достоверной прибавки урожая, а удвоение их дозы повысило урожайность сухого вещества на 9%.

Наибольшая урожайность клевера лугового в первом укосе у обоих сортов была отмечена в варианте с совместным применением двойной дозы фосфорно-калийных удобрений (P80K120) и некорневой подкормки жидким комплексным удобрением «Ультрамаг Комби». Урожайность сухого вещества сорта Починковец составила 7,90 т/га, сорта Топаз — 7,54 т/га.

Ко времени второго укоса клевер луговой сформировал вегетативную массу, обеспечившую сбор сухого вещества в количестве: 3,27–3,80 т/га — у сорта Починковец; 3,06–3,70 т/га — у сорта Топаз. По большинству вариантов клевер луговой Топаз существенно уступал по этому показателю сорту Починковец. Исключение составили варианты с применением двойной дозы фосфорно-калийных удобрений, в которых различия между изучаемыми сортами не превысили ошибки опыта.

Клевер луговой сорта Починковец реагировал на раздельное применение твердых фосфорно-калийных удобрений и внекорневой подкормки «Ультрамаг Комби». Прибавка урожая сорта Починковец по отношению к контрольному варианту составила: при внесении жидкого комплексного удобрения — 5%, при внесении одинарной дозы фосфорно-калийных удобрений — 6%, при внесении двойной дозы фосфорно-калийных удобрений — 11%. Совместное применение внекорневой подкормки и прикорневого внесения фосфорно-калийных удобрений не привело к достоверному увеличению урожайности второго укоса клевера сорта Починковец.

Клевер луговой Топаз хорошо отзывался на корневую подкормку фосфорно-калийными удобрениями. Их внесение в одинарной и двойной дозе позволило увеличить урожайность сухого вещества этого сорта во втором укосе на 8% и 16% соответственно. Применение жидкого комплексного удобрения «Ультрамаг Комби», как отдельно, так и в дополнение к твердым

фосфорно-калийным удобрениям, не дало существенной прибавки урожая клевера Топаз во втором укосе.

Урожайность клеверов в третьем укосе находилась в диапазоне от 0,32 до 0,81 т/га. При этом различия между вариантами с неодинаковым фоном минерального питания были выражены сильнее, чем различия между изучаемыми сортами. Урожайность сухого вещества клевера лугового сорта Починковец возрастала под влиянием фосфорно-калийных удобрений. При весеннем внесении их в виде корневой подкормки урожайность рассматриваемого сорта в третьем укосе увеличивалась в 2 раза и более. Величина прибавки урожая от внекорневой подкормки «Ультрамаг Комби», за исключением его совместного применения с двойной дозой фосфорно-калийных удобрений, оказалась недостоверной (табл. 3).

Сорт Топаз, напротив, хорошо отзывался на применение комплексного удобрения «Ультрамаг Комби». Урожайность рассматриваемого сорта в третьем укосе увеличилась: на 75% — при отдельном применении жидкого комплексного удобрения, на 9% — при его совместном использовании с двойной дозой фосфорно-калийных удобрений по отношению к соответствующим вариантам без его применения.

В целом за 2023 год наибольшая урожайность клевера лугового была получена в вариантах с совместным использованием корневой подкормки фосфорно-калийными удобрениями, внесенными из расчета P80K120, и внекорневой подкормки жидким комплексным удобрением «Ультрамаг Комби». Урожайность клевера лугового сорта Починковец составила 12,46 т/га, сорта Топаз — 12,05 т/га. Различия между изучаемыми сортами по этому показателю не превысили НСР₀₅.

Урожайность сухого вещества тимopheевки луговой сорта ВИК 911 в основном определялась дозами твердых минеральных удобрений. При внесении азотно-фосфорно-калийных удобрений из расчета N60P40K60 суммарная урожайность тимopheевки луговой за два укоса увеличилась на 24%, при удвоении этой дозы — на 82% по отношению к контролю. «Ультрамаг Калий» существенного влияния на урожайность этой культуры не оказал (табл. 3).

Райграс пастбищный заметно реагировал на раздельное применение твердых минеральных удобрений и жидкого комплексного удобрения «Ультрамаг Калий». При этом действие удобрения «Ультрамаг Калий» на итоговую урожайность сорта райграса пастбищного Карат за 2023 год оказалось даже более выраженным, чем действие одинарной дозы NPK. Совместное применение одинарной дозы NPK и внекорневой подкормки жидким комплексным удобрением обеспечило итоговую урожайность рассматриваемого сорта на уровне двойной дозы твердых минеральных удобрений. Совместное применение N120P80K120 с удобрением «Ультрамаг Калий» к дальнейшему росту урожайности райграса не привело.

Применение удобрения «Ультрамаг Калий» для внекорневой подкормки райграса пастбищного Экспресс было оправдано только в варианте без использования твердых минеральных удобрений. Прибавка итогового урожая за 2023 год по отношению к контролю в этом случае составила 49%. Совместное использование NPK с удобрением «Ультрамаг Калий» к росту урожайности райграса Экспресс по сравнению с соответствующими фоновыми вариантами не привело. Наибольший урожай сухого вещества этого сорта был получен при внесении двойной дозы твердых минеральных удобрений из расчета N120P80K120.

Выводы/Conclusion

Среди изучаемых видов многолетних трав клевер луговой обладает наибольшей продуктивностью. Наибольшая урожайность была получена в вариантах с совместным использованием корневой подкормки твердыми удобрениями из расчета Р80К120 и внекорневой подкормки жидким комплексным удобрением «Ультрамаг Комби», она составила более 12 т/га сухого вещества.

Сорта клевера лугового Починковец и Топаз в условиях Смоленской области формируют высокорослый

монодоминантный травостой, способный к интенсивному отращиванию в течение сезона и дающий не менее двух полноценных укосов при оптимальных условиях возделывания.

Многолетние злаковые травы тимopheевка луговая ВИК 911 и райграс пастбищный на кислых дерново-подзолистых почвах уступали по урожайности сухого вещества клеверу луговому в 2–3 раза.

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 выполнена в рамках государственного задания Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (регистрационный № 122041500092-2).

FUNDING

The research was carried out in accordance with the requirements of the State Assignment of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (registration No. 122041500092-2).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лазарев Н.Н., Кухаренкова О.В., Авдеев С.М., Куренкова Е.М., Дикарева С.А. Симбиотическая фиксация азота многолетними бобовыми травами в луговых агрофитоценозах. *Кормопроизводство*. 2022; (2): 20–28. <https://doi.org/10.25685/krm.2022.2.2022.002>
2. Малков Н.Г., Перекопский А.Н., Чухина О.В., Демидова А.И., Михайлюк А.И. Эффективность агротехнологических приемов возделывания многолетних бобово-злаковых трав. *АгроЭкоИнженерия*. 2023; (1): 103–115. <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2023-1114-103-114>
3. Тюлин В.А., Сутягин В.П. Видовое разнообразие луговых травостоев. *Успехи современного естествознания*. 2016; (11–2): 318–323. <https://www.elibrary.ru/xcgut>
4. Цыбулько Н.Н., Евсеев Е.Б., Жукова И.И. Эффективность применения минеральных удобрений под многолетние злаковые травы на торфянисто-глеевой почве. *Мелиорация*. 2020; (3): 65–70. <https://www.elibrary.ru/awxpcp>
5. Тиранов А.Б., Григорьев А.В. Влияние микробиологических и минеральных удобрений на продуктивность кормового севооборота и плодородие дерново-подзолистой почвы. *Аграрная наука*. 2023; (9): 69–73. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-69-73>
6. Конова А.М., Гаврилова А.Ю. Урожайность и качество многолетних трав двух годов пользования в зависимости от применения возрастающих доз минеральных удобрений, внесенных под покровную культуру. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2018; (4): 53–57. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.70.013>
7. Чеботарев Н.Т. Эффективность комплексного применения удобрений в кормовом севообороте на дерновоподзолистой почве в условиях среднетаежной зоны Евро-Северо-Востока. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2017; (4): 33–38. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2017.59.4.33-38>
8. Елькина Г.Я. Продуктивность кормовых трав и их качество в зависимости от сбалансированности минерального питания. *Кормопроизводство*. 2011; (3): 19–20. <https://www.elibrary.ru/gvlbyl>
9. Самутенко Л.В. Продуктивность многолетних трав в зависимости от сроков пользования и последовательности разных систем удобрения и известкования. *Научное обеспечение развития сельского хозяйства Дальневосточного региона. Сборник научных трудов по материалам региональной научно-практической конференции*. Южно-Сахалинск: Кано. 2019; 122–136. <https://www.elibrary.ru/oguwtm>
10. Иконников А.Н. Влияние азотных удобрений и микроэлементов на урожайность многолетних трав. *Аграрная наука*. 2007; (3): 16–18. <https://www.elibrary.ru/hzqzmj>
11. Конова А.М., Гаврилова А.Ю. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество сена многолетних трав. *Новости науки в АПК*. 2019; (3): 373–376. <https://doi.org/10.25930/2218-855X/094.3.12.2019>
12. Писковацкая Р.Г., Макаева А.М., Рекашус Э.С. Тетраплоидный селекционный материал в создании нового сорта клевера гибридного. *Адаптивное кормопроизводство*. 2020; (4): 21–29. <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2020-4-21-29>
13. Прудников А.Д. Проблемы и перспективы развития кормопроизводства Нечерноземья России. *Доклады ТСХА. Сборник статей*. М.: Издательство РГАУ-МСХА. 2019; 291(3): 425–429. <https://www.elibrary.ru/ztkdop>
14. Гольдварг Б.А., Цаган-Манджиев Н.Л. Кормовая база — основа развития мясного скотоводства в Республике Калмыкия. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2024; (1): 119. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.17>

REFERENCES

1. Lazarev N.N., Kukharencova O.V., Avdeev S.M., Kurenkova E.M., Dikareva S.A. Symbiotic nitrogen fixation by perennial legumes in meadow ecosystems. *Fodder Journal*. 2022; (2): 20–28 (in Russian). <https://doi.org/10.25685/krm.2022.2.2022.002>
2. Malkov N.G., Perekopsky A.N., Chukhina O.V., Demidova A.I., Mikhailyuk A.I. Efficiency of agrotechnological methods of perennial cereal and leguminous grasses cultivation. *AgroEcoEngineering*. 2023; (1): 103–115 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2023-1114-103-114>
3. Tyulin V.A., Sutyagin V.P. Diversity meadow herbage. *Advances in current natural sciences*. 2016; (11–2): 318–323 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xcgut>
4. Tsybulko N.N., Evseev E.B., Zhukova I.I. Efficiency of application of mineral fertilizers for perennial grasses on peaty-gley soil. *Land Reclamation*. 2020; (3): 65–70 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/awxpcp>
5. Tiranov A.B., Grigoriev A.V. The effect of microbiological and mineral fertilizers on the productivity of fodder crop rotation and the fertility of sod-podzolic soil. *Agrarian science*. 2023; (9): 69–73 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-69-73>
6. Konova A.M., Gavrilova A.Yu. Yield and quality of permanent grasses of two years of application depending on application of rising doses of mineral fertilizers applied by cover crops. *International Research Journal*. 2018; (4): 53–57 (in Russian). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.70.013>
7. Chebotarev N.T. Efficiency of complex application of fertilizers in fodder crop rotation on sod-podzolic soil in the conditions of middle taiga zone of the Euro-North-East. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2017; (4): 33–38 (in Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2017.59.4.33-38>
8. Elkina G.Ya. Productivity of forage grasses and their quality depending on mineral nutrition balance. *Fodder Journal*. 2011; (3): 19–20 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/gvlbyl>
9. Samutenko L.V. Productivity of perennial grasses depending on the terms of use and aftereffect of different fertilization and liming systems. *Scientific support for the development of agriculture in the Far Eastern region. Collection of scientific papers based on the proceedings of the regional scientific and practical conference*. Yuzhno-Sakhalinsk: Kano. 2019; 122–136 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/oguwtm>
10. Iconnikov A.N. Influence a nitric fertilizers and microelements on yield of perennial herbs. *Agrarian science*. 2007; (3): 16–18 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/hzqzmj>
11. Konova A.M., Gavrilova A.Yu. The influence of mineral fertilizers on yield and quality of perennial grasses hay. *Novosti nauki v APK*. 2019; (3): 373–376 (in Russian). <https://doi.org/10.25930/2218-855X/094.3.12.2019>
12. Piskovatskaya R.G., Makaeva A.M., Rekashev E.S. Tetraploid breeding population in the creation of a new alsike clover variety. *Adaptive Fodder Production*. 2020; (4): 21–29 (in Russian). <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2020-4-21-29>
13. Prudnikov A.D. Problems and prospects of development of feed production in the Non-Chernozem region of Russia. *TAA reports. Collection of articles*. Moscow: Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy. 2019; 291(3): 425–429 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ztkdop>
14. Goldvarg B.A., Tsagan-Mandzhiev N.L. Fodder base — the basis for the development of beef cattle breeding in the Republic of Kalmykia. *International Research Journal*. 2024; (1): 119 (in Russian). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.17>

ОБ АВТОРАХ

Анатолий Дмитриевич Прудников

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
prudnikov_47@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9088-2099>

Анна Григорьевна Прудникова

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
anna.selhoz@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8613-316X>

Марина Игоревна Перепичай

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
bibikova.m@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9381-2195>

Юрий Владимирович Козлов

кандидат биологических наук, доцент
kozlov.sm@internet.ru

Ольга Александровна Лякина

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
lyakinaolga@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9074-4035>

Ольга Ивановна Солнцева

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
olga.olga.93.00@mail.ru

Ксения Викторовна Мартынова

кандидат сельскохозяйственных наук
hariton_93@mail.ru

Смоленская государственная сельскохозяйственная академия,
ул. Большая Советская, 10/2, Смоленск, 214000, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Anatoly Dmitrievich Prudnikov

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
prudnikov_47@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9088-2099>

Anna Grigoryevna Prudnikova

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
anna.selhoz@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8613-316X>

Marina Igorevna Perepichay

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
bibikova.m@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9381-2195>

Yuri Vladimirovich Kozlov

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
kozlov.sm@internet.ru

Olga Alexandrovna Lyakina

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
lyakinaolga@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9074-4035>

Olga Ivanovna Solntseva

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
olga.olga.93.00@mail.ru

Ksenia Viktorovna Martynova

Candidate of Agricultural Sciences
hariton_93@mail.ru

Smolensk State Agricultural Academy,
10/2 Bolshaya Sovetskaya Str., Smolensk, 214000, Russia

УДК 637.334.34

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-141-148

Г.А. Ларионов ✉
О.В. Каюкова
Е.С. Ятрушева

Чувашский государственный аграрный
университет, Чебоксары, Россия

✉ larionovga@mail.ru

Поступила в редакцию:

21.07.2023

Одобрена после рецензирования:

09.02.2024

Принята к публикации:

26.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-141-148

Gennady A. Larionov ✉
Olga V. Kayukova
Elena S. Yatrusheva

Chuvash State Agrarian University,
Cheboksary, Russia

✉ larionovga@mail.ru

Received by the editorial office:

21.07.2023

Accepted in revised:

26.02.2024

Accepted for publication:

26.02.2024

Воспроизведение технологии производства сыра «Российский» в лабораторных условиях в зависимости от качества молока

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Молокоперерабатывающие предприятия расширяют ассортимент молочной продукции, внедряя в производство сыры. В производстве сыров активизировались и небольшие производители. В 2023 г. снижение цены и спроса на сырое молоко особенно сильно отразилось на коллективных (фермерских) и личных подсобных хозяйствах. Это вызвало необходимость переработки молока в сельских условиях. Данные исследования направлены на разработку технологии производства сыра «Российский» для крестьянских и фермерских хозяйств.

Методы. Методом Кьельдаля определили массовую долю белка, кислотным методом — массовую долю жира, расчетным — массовую долю сухого вещества и сухого обезжиренного молочного остатка, ультразвуковым — массовые доли молочного жира, белка, лактозы, сухого молочного остатка, сухого обезжиренного молочного остатка, количество добавленной воды, минеральных солей, плотность, точку замерзания, температуру, экспресс-методом — активную кислотность.

Результаты. Химический состав и физико-химические свойства сырого молока исследовали зимой и весной. Установили, что массовая доля жира в молоке достигает 4,31–4,65%, массовая доля белка — 2,92–3,02%. Соотношение молочного жира и белка 1,48–1,54 при рекомендуемой норме 1,1–1,25. В технологическую схему для производства сыра «Российский» внесли изменения с учетом особенностей качества молока и используемого оборудования в условиях крестьянских и фермерских хозяйств. Для получения молока с необходимым соотношением белка к жиру провели нормализацию смеси. Из нормализованного молока выработали сыр «Российский». Качество сыра по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям соответствует требованиям нормативных документов.

Ключевые слова: молоко, качество, переработка, технология, фермер, сыр «Российский»

Для цитирования: Ларионов Г.А., Каюкова О.В., Ятрушева Е.С. Воспроизведение технологии производства сыра «Российский» в лабораторных условиях в зависимости от качества молока. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 141–148.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-141-148>

© Ларионов Г.А., Каюкова О.В., Ятрушева Е.С.

Reproduction of the technology for the production of “Rossiysky” cheese in laboratory conditions, depending on the quality of milk

ABSTRACT

Relevance. Dairy processing enterprises are expanding the range of dairy products with the introduction of production of various cheeses. Small producers have also become active in cheese production. In 2023, the decrease in the price and demand for raw milk had a particularly strong impact on collective (farmer) and personal subsidiary farms. This caused the need for milk processing in rural conditions. Our research is aimed at developing technology for the production of “Rossiysky” cheese for peasants and farms.

Methods. The Kjeldahl method determined the mass fraction of protein, acid method — the mass fraction of fat, calculated — the mass fraction of dry matter and skimmed milk residue, ultrasonic — the mass fractions of milk fat, protein, lactose, milk powder, skimmed milk residue, the amount of added water, mineral salts, density, freezing point, temperature, by the express method — active acidity.

Results. The chemical composition and physico-chemical properties of raw milk were studied in winter and spring. It was found that the mass fraction of fat in milk reaches 4.31–4.65%. Mass fraction of protein is 2.92–3.02%. The ratio of milk fat to protein is 1.48–1.54, with the recommended norm being 1.1–1.25. Changes were made to the technological scheme for the production of “Rossiysky” cheese, taking into account the characteristics of the quality of milk and the equipment used in the conditions of peasants and farms. To obtain milk with the required protein to fat ratio, the mixture was normalized. “Rossiysky” cheese was produced from normalized milk. The quality of cheese in terms of organoleptic, physico-chemical and microbiological indicators meets the requirements of regulatory documents.

Key words: milk, quality, processing, technology, farmer, cheese “Rossiysky”

For citation: Larionov G.A., Kayukova O.V., Yatrusheva E.S. Reproduction of the technology for the production of “Rossiysky” cheese in laboratory conditions, depending on the quality of milk. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 141–148 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-141-148>

© Larionov G.A., Kayukova O.V., Yatrusheva E.S.

Введение/Introduction

Пищевая ценность и товарное качество молока зависят от его химического состава и свойств, которые находятся под влиянием многочисленных факторов, наиболее важным из которых является кормление животных [1–3]. Сезонным климатическим изменениям более всего подвержен состав белков молока [4]. А.С. Горелик с соавторами при выборе молока для сыроделия установил, что по соотношению составных частей лучшим было молоко, полученное в осенне-зимний период [5]. Они выявили особенности изготовления мягких сыров из молока коров-дочерей разных быков-производителей [6].

Технологии производства сыров постоянно совершенствуются. В разработке технологии производства новых видов сыров и оптимизации существующих технологий для определенных условий производства участвуют ученые и практики [7–11]. Исследователи отмечают, что сыроделие имеет региональные особенности [12–14]. Небольшие сыроварни для производства сыров используют молоко, заготавливаемое в крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйствах. Технология производства сыров в условиях небольшой сыроварни имеет свои особенности [15, 16]. Производство сыров зависит от качества молока [17–19], выполнения требований технологических операций [20–24], условий созревания и химического состава сыра [25, 26].

В Чувашской Республике более 50% молока заготавливается в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ). Увеличивается производство молока в крестьянских (фермерских) хозяйствах (КФХ). Использование молока этих хозяйств в сыроделии имеет не только экономическую, но и большую социальную значимость. Создаются рабочие места, увеличивается уровень жизни, растет престиж села, возрастает интерес людей к сельской жизни. Сыродельи КФХ и ЛПХ, как правило, являются и производителями, и переработчиками молока [27, 28].

В 2023 году цены на сырое молоко снизились, что особенно сильно отразилось на молоке КФХ и ЛПХ. Мелкие производители вынуждены были сдавать молоко в убыток или оставлять в хозяйстве, так как переработчики сырье закупали на крупных фермах¹.

На взгляд автора, КФХ и ЛПХ без создания собственной переработки заниматься производством молока недостаточно рентабельно. Снижение спроса и цены на сырье способствовало увеличению количества перерабатываемого молока на селе. Молоко используется для производства мягких и рассольных сыров. Однако эти сыры с коротким сроком хранения. Растет спрос населения к полутвердым и твердым сырам [29]. Всё это приводит к росту интереса фермеров к сырам длительного созревания. Одним из известных и популярных в нашей стране является сыр полутвердый «Российский».

Цель работы — выработать сыр «Российский» в лабораторных условиях и рекомендовать технологию для производства в условиях крестьянских и фермерских хозяйств с учетом качества молока.

Новизна работы — в производстве сыра «Российский». Для того чтобы затормозить кислотообразование в

процессе варки сыра, предусмотрена промывка сырного зерна. В предлагаемой технологической схеме операцию промывки сырного зерна исключили, однако активная кислотность (рН) сыра соответствовала требованиям.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

В научно-исследовательской лаборатории по технологии молока и молочных продуктов Чувашского государственного аграрного университета (Чувашского ГАУ) экспресс-методом в зимний и весенний периоды 2023 г исследовали химический состав и физико-химические свойства молока, а также в условиях этой лаборатории провели выработку пяти партий сыра полутвердого «Российский».

Ультразвуковым методом на анализаторе «Клевер-2М» (производитель ООО НПП «Биомер», Россия) определили массовые доли молочного жира, белка, лактозы, сухого молочного остатка, сухого обезжиренного молочного остатка, минеральных солей, количество добавленной воды, плотность, точку замерзания, температуру молока. Экспресс-методом на анализаторе рН-150МИ (производитель НПО «Измерительная техника», Россия) определили активную кислотность (рН).

Выработку сыра проводили в условиях, приближенных к сыроварне крестьянских и фермерских хозяйств.

Приняли пять партий молока коров черно-пестрой голштинизированной породы от 50 до 65 л из молочно-товарной фермы Чувашского ГАУ.

В январе 2023 г. приняли первую и вторую партии, в феврале — третью, в марте — четвертую, в апреле — пятую. Из каждой партии молока выработали по одной голове сыра «Российский» массой от 5880 до 6980 г.

В испытательном лабораторном центре Чувашского ГАУ определили органолептические, физико-химические и микробиологические показатели произведенного полутвердого сыра «Российский». Массовую долю белка определили методом Кьельдаля по ГОСТ 34454-2018², массовую долю жира — кислотным методом Гербера по ГОСТ 5867-90³, массовую долю сухого вещества и сухого обезжиренного молочного остатка — расчетным методом по ГОСТ Р 54668-2011⁴, массовую долю хлористого натрия — по ГОСТ 33569-2015⁵.

Органолептические показатели сыра (внешний вид, вкус и запах, консистенцию, рисунок и цвет) определили по ГОСТ 33630-2015⁶, микробиологические показатели сыра — в соответствии с требованиями ТР ТС 033/2013⁷.

По требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 32901-2014⁸ определили количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) и бактерии группы кишечных палочек (БГКП). КМАФАнМ определили методом подсчета колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, БГКП — по росту на жидкой среде Кесслер.

Патогенные микроорганизмы, в том числе

¹ Минсельхоз сообщил о снижении цен на молоко у производителей. РИА «Новости». 26.11.2023. — URL: <https://ria.ru/20231126/moloko-1911989379.html>; Малышев А. Производители молока из ПФО обеспокоены падением закупочных цен. «Российская газета». 04.04.2023. — URL: <https://rg.ru/2023/04/04/reg-pfo/proizvoditeli-moloka-iz-pfo-obespoeno-padeniem-zakupochnyh-cen.html>; Причины снижения закупочных цен на сырое молоко от населения и варианты выхода из ситуации обсудили в Чувашии. Министерство сельского хозяйства Чувашской Республики. Официальный сайт. 30.03.2023. — URL: <https://agro.cap.ru/news/2023/03/30/prichiny-snizheniya-zakupochnyh-cen-na-siroe-molok>

² ГОСТ 34454-2018 Продукция молочная. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля.

³ ГОСТ 5867-90 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира.

⁴ ГОСТ Р 54668-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества.

⁵ ГОСТ 33569-2015 Молочная продукция. Кондуктометрический метод определения массовой доли хлористого натрия.

⁶ ГОСТ 33630-2015 Сыры и сыры плавленые. Методы контроля органолептических показателей.

⁷ ТР ТС 033/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции».

⁸ ГОСТ 32901-2014 Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа.

сальмонеллы, определяли по требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002)⁹ методом выявления бактерий рода *Salmonella* в определенной массе или объеме продукта, содержание стафилококков *Staphylococcus aureus* — по требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 30347-2016¹⁰ методом определения *Staphylococcus aureus* в определенном объеме или навеске продукта, содержание *Listeria monocytogenes* — по требованиям ГОСТ 30347-2016¹¹.

Результаты исследований были обработаны при помощи компьютера (программа Microsoft Office Excel, США) с применением критерия достоверности по

Студенту с использованием приложения Excel из программного пакета Office XP и Statistica (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

На начальном этапе исследований определили количество и качество молока, провели подготовку сырья для производства сыра.

Химический состав и физико-химические свойства сырого и нормализованного молока определили в зимний и весенний периоды (рис. 1–9; сокращения, обозначенные в рисунках: см — в сыром молоке, нм — в нормализованном).

В сыром молоке массовая доля жира (МДЖсм)

Рис. 1. Массовая доля жира в сыром и нормализованном молоке, %
Fig. 1. Mass fraction of fat of raw and normalized milk, %

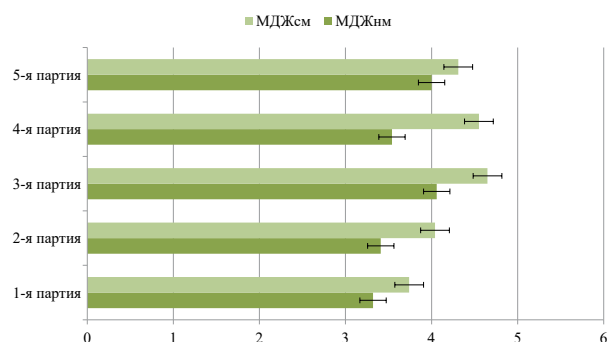


Рис. 2. Массовая доля белка в сыром и нормализованном молоке, %
Fig. 2. Mass fraction of protein of raw and normalized milk, %

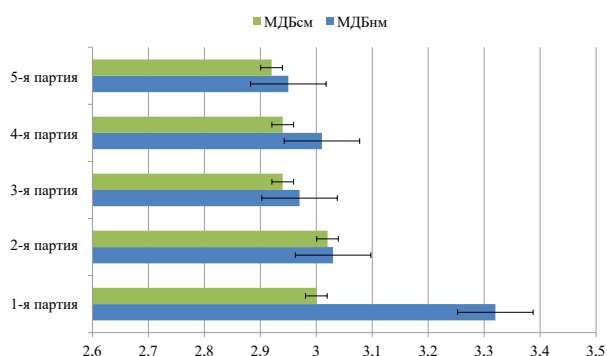


Рис. 3. Массовая доля лактозы в сыром и нормализованном молоке, %

Fig. 3. Mass fraction of lactose of raw and normalized milk, %

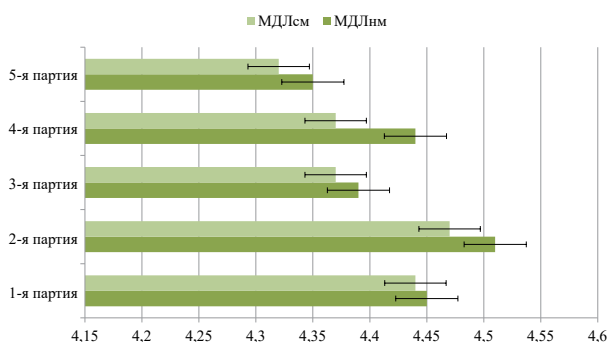


Рис. 4. Содержание минеральных солей в сыром и нормализованном молоке, %
Fig. 4. Content of mineral salts of raw and normalized milk, %

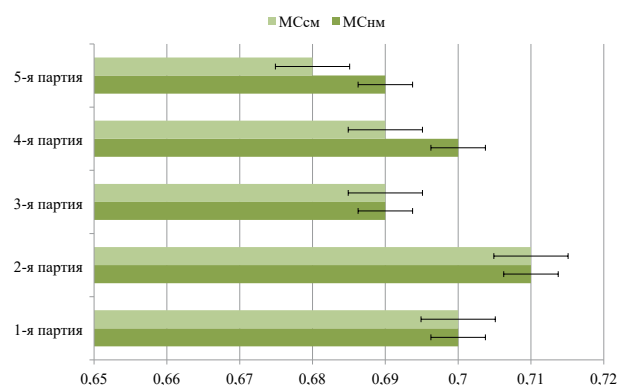


Рис. 5. Содержание СОМО в сыром и нормализованном молоке, %
Fig. 5. Content of DMR of raw and normalized milk, %

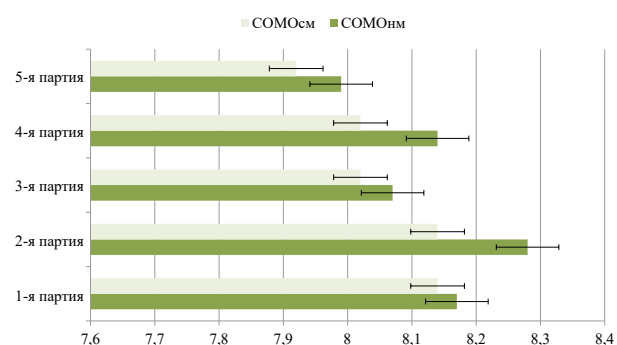
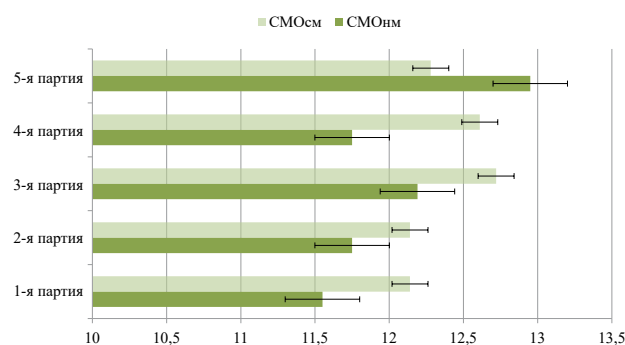


Рис. 6. Содержание СМО в сыром и нормализованном молоке, %

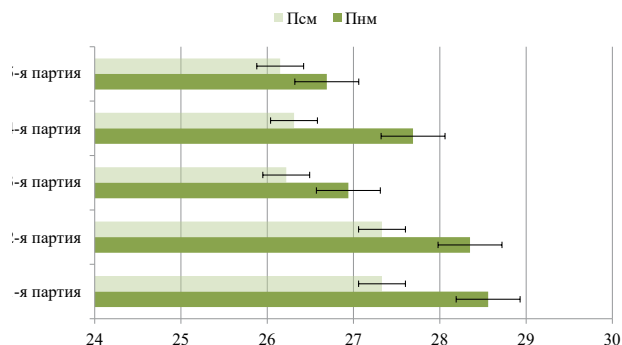
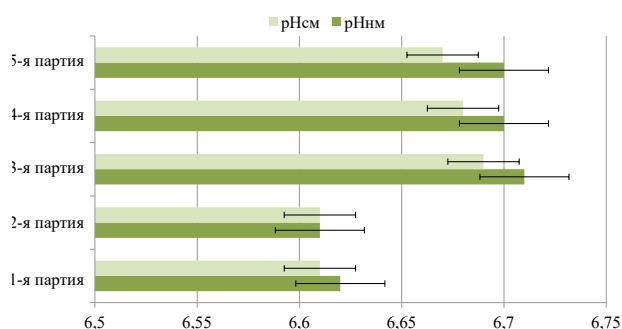
Fig. 6. DMR content of raw and normalized milk, %



⁹ ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002) Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*.

¹⁰ ГОСТ 30347-2016 Молоко и молочная продукция. Методы определения *Staphylococcus aureus*.

¹¹ ГОСТ 32031-2012 Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes*.

Рис. 7. Плотность сырого и нормализованного молока, °А**Fig. 7.** Density of raw and normalized milk, °A**Рис. 9.** Активная кислотность (pH) сырого и нормализованного молока, ед.**Fig. 9.** Active acidity (pH) of raw and normalized milk, units

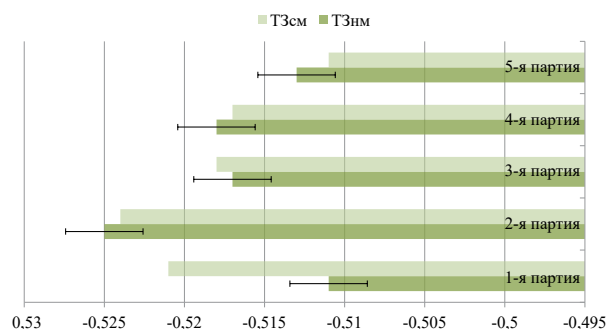
составляет $4,31 \pm 0,04$ — $4,65 \pm 0,05\%$, массовая доля белка (МДБсм) — $2,92 \pm 0,01$ — $3,02 \pm 0,02\%$, массовая доля лактозы (МДЛсм) — $4,32 \pm 0,06$ — $4,47 \pm 0,08\%$, минеральных солей (МСсм) — $0,68 \pm 0,02$ — $0,71 \pm 0,01\%$, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМОсм) — $7,92 \pm 0,11$ — $8,14 \pm 0,09\%$, сухого молочного остатка (СМОсм) — $12,14 \pm 0,16$ — $12,72 \pm 0,12\%$. Содержание добавленной воды (ДВсм) в исследованных пробах молока не установили.

Таким образом, соотношение молочного жира и белка в молоке составляет 1,48–1,54 при рекомендуемой норме для сыроделия 1,1–1,25. Для достижения необходимого соотношения белка к жиру в технологии производства сыра предусмотрели сепарирование молока и его нормализацию.

Плотность сырого молока (Псм) составила $26,15 \pm 0,13$ — $27,33 \pm 0,12$ °А при требованиях ГОСТ Р 52054-2003¹² не менее 27,0 °А. Температура замерзания (ТЗсм) — от минус $0,511 \pm 0,001$ до минус $0,524 \pm 0,001$ °С при норме не выше минус 0,520 °С. Активная кислотность сырого молока (рНсм) соответствовала свежему молоку и составила $6,61 \pm 0,07$ — $6,71 \pm 0,03$ ед.

Следовательно, молоко имеет низкую плотность. Основные причины этого — высокое содержание жира и низкое содержание белка. По остальным показателям молоко соответствует требованиям для сыроделия.

Результаты исследований химического состава вызвали необходимость проведения нормализации молока для производства сыра. Для этого молоко сепарировали при температуре 35–40 °С и получили сливки и обезжиренное молоко. Сливки пастеризовали и выдержали для созревания, зрелые сливки направили для производства сливочного масла. Обезжиренное молоко использовали для нормализации смеси по массовой доле жира и белка, так как увеличение или уменьшение

Рис. 8. Температура замерзания сырого и нормализованного молока, °С**Fig. 8.** Freezing point of raw and normalized milk, °C

жирности смеси влияет на пластичность сыра и его качество.

В нормализованном молоке МДЖнм составила $3,32 \pm 0,06$ — $4,06 \pm 0,04\%$, МДБнм — $2,95 \pm 0,03$ — $3,03 \pm 0,02\%$, МДЛнм — $4,35 \pm 0,05$ — $4,51 \pm 0,04\%$, МСнм — $0,69 \pm 0,02$ — $0,71 \pm 0,02\%$, СОМонм — $7,99 \pm 0,09$ — $8,28 \pm 0,08\%$, СМОнм — $11,55 \pm 0,12$ — $12,95 \pm 0,11\%$.

Плотность нормализованного молока (Пнм) составила $26,69 \pm 0,08$ — $28,56 \pm 0,09$ °А, температура замерзания (ТЗнм) — от минус $0,511 \pm 0,01$ до минус $0,525 \pm 0,01$ °С, активная кислотность (рНнм) — $6,61 \pm 0,02$ — $6,72 \pm 0,01$ ед.

В нормализованной смеси соотношение белка к жиру составило 1,13–1,34. Следовательно, нормализация улучшила сыропригодные свойства молока по химическому составу.

После нормализации производство полутвердого сыра «Российский» в условиях научно-исследовательской лаборатории по технологии молока и молочных продуктов Чувашского ГАУ осуществили по схеме (рис. 10).

В технологическую схему производства сыра «Российский» в лабораторных условиях внесли изменения, вызванные особенностями оснащения оборудованием и качества заготавливаемого молока.

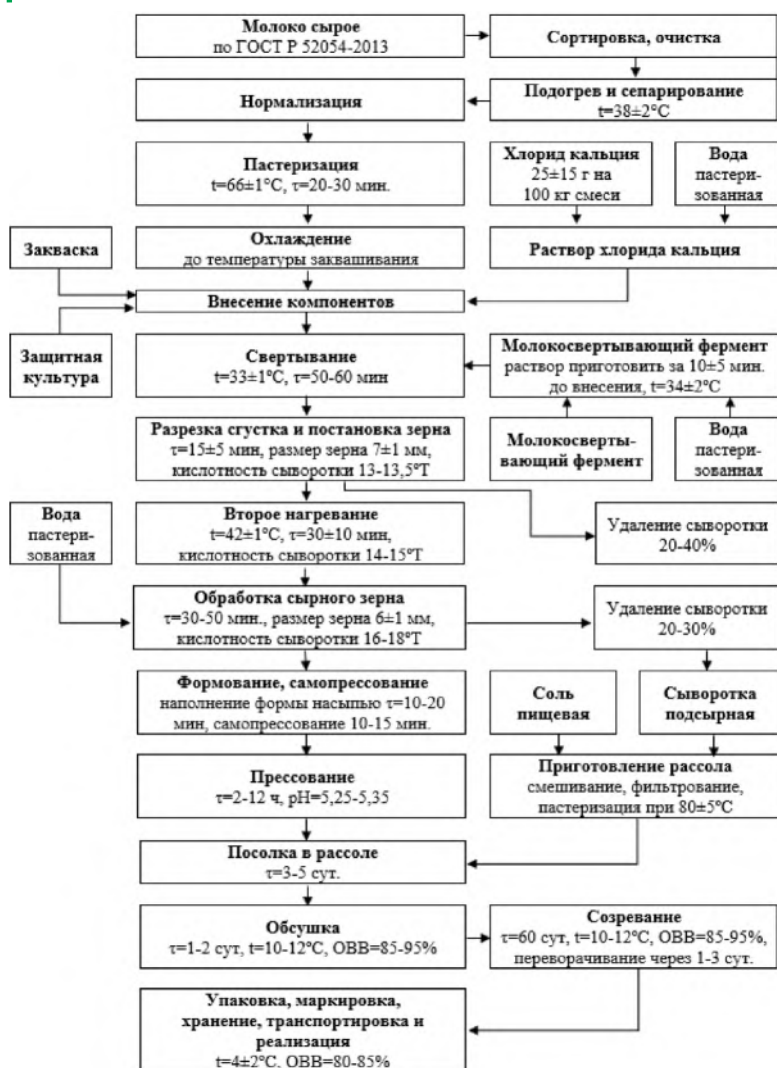
Фермеры, как правило, основные технологические операции производства сыра проводят в одной емкости. В данной экспериментальной работе термизацию, нормализацию, пастеризацию, охлаждение до температуры заквашивания, внесение хлорида кальция, заквашивание и сквашивание, свертывание смеси, обработку сгустка, сушку сырного зерна проводили в ванне длительной пастеризации.

В общепринятой технологии производства сыра пастеризацию молока проводят при температуре 72 °С продолжительностью 15–20 сек. В условиях фермерских хозяйств технологическое оборудование не позволяет нормализованную смесь нагреть и быстро охладить, поэтому рекомендуется постепенно нагреть молоко до температуры 65–67 °С и выдержать при этой температуре 20–30 мин. Затем постепенно охладить до температуры заквашивания (32–34 °С).

Заквашивание смеси проводили с помощью мезофильной закваски Flora Danica (Chr. Hansen, Дания). В качестве защитной культуры использовали Lactoferm-Biochem LPR (Biochem s.r.l., Италия). Необходимое количество закваски и защитной культуры предварительно в 50 мл пастеризованной теплой воды, осторожно перемешали и выдержали 20 мин. Первым в смесь внесли раствор закваски и перемешали, затем

¹² ГОСТ Р 52054-2003 Молоко коровье сырое. Технические условия.

Рис. 10. Блок-схема производства сыра «Российский»
Fig. 10. Block diagram of the production of cheese «Rossiysky»



раствор защитной культуры и продолжили перемешивать, далее раствор хлорида кальция. Общее время перемешивания после внесения закваски составила 50 мин. Для свертывания молока использовали раствор сычужного фермента Naturen Extra 220 (Chr. Hansen, Дания). После внесения фермента смесь перемешали 2 мин., затем выключили мешалку. Вращение молока остановили с помощью лопатки и оставили в покое для свертывания смеси. Образование сгустка происходило в течение 50–60 мин. в зависимости от зрелости молока.

В результате коагуляции белка сгусток формировался крепким, но не слишком твердым. Поверхность сгустка была ровной и гладкой, без расслоений, он легко отходил от стенок ванны, не прилипая к ним. Готовность сгустка определили визуально на излом, затем его разрезали лирой и оставили для выделения сыворотки, далее приступили к постановке зерна.

Важно работать аккуратно и не поломать зерно, так как оно ещё не окрепло. Размеры зерна доводили до 0,5–0,7 см. Продолжительность формирования зерна — 2 ч.

Технологическая схема производства сыра «Российский» предусматривает процедуру промывки сырного зерна. Эта операция нужна для того, чтобы

затормозить кислотообразование в процессе варки сыра. По рекомендуемой автором технологии промывку сырного зерна не проводили.

Сыворотку с зерном через сливной кран слили через дуршлаг в ведро, подсушили зерно в дуршлаге, переложили в форму с горкой, уплотняя руками. Всё это делали быстро, пока зерно было теплое.

Самопрессование проводили до 30 мин. с переворотом через 15 мин. Для прессования сырную голову ставили под пресс (из расчета 2 веса головы сыра на 30 мин.) и переворачивали. Для продолжения прессования сырную голову ставили под пресс (из расчета 4 веса на 30 мин.), из расчета 6 и 8 веса головы по 60 мин., через каждые 30 мин. сырные головы переворачивали. На ночь голову сыра оставляли в комнатных условиях в форме без пресса, утром сырную голову извлекали из формы и солили в 20%-ном рассоле. В течение дня перевернули сыр в рассоле два раза (утром и вечером). Солили из расчета 10–12 час. на 1 кг сыра, то есть от 2,5 до 3,5 суток.

После соления просушили сыр в комнатных условиях на дренажном коврик, при этом перевернули 3–4 раза. Затем сыр положили в камеру для созревания. В процессе формирования корки в течение первых двух недель сыр переворачивали ежедневно, затем через сутки, через двое суток, через каждые трое суток. Таким образом формировали натуральную корку сыра.

Сыр выдержали при температуре 10–12 °C и влажности 85–90%. При образовании на поверхности сыра плесени obtinuli его салфеткой, смоченной в соляном 5%-ном рассоле. Сыр можно покрыть воском или латексом, если влажность в камере для созревания меньше 80%.

Убыль массы сырной головы через 30 суток созревания составила 11,2%, через 45 — 14,8%, через 60 — 20,7%. Сыр достиг своей зрелости через 60 суток. Готовую продукцию до реализации хранили в холодильнике при температуре 4 ± 2 °C.

Таким образом, в предлагаемой схеме технология производства сыра «Российский» состоит из следующих последовательных операций: приемка и подготовка молока к выработке сыра (очистка, хранение, созревание, тепловая обработка, нормализация), подготовка молока и внесение компонентов в смесь для сыра (пастеризация, охлаждение, внесение хлорида кальция), заквашивание и сквашивание, свертывание смеси, обработка сгустка, сушка сырного зерна, формирование сырной головы, самопрессование и прессование, охлаждение, соленье, хранение, транспортирование и реализация продукции.

По результатам исследований пяти партий установили, что сыр «Российский» по внешнему виду, вкусу и запаху, консистенции, рисунку, цвету, массовой доле влаги, жира, белка и соли соответствует требованиям ГОСТ 32260-2013¹³ (табл. 1 и 2).

¹³ ГОСТ 32260-2013 Сыры полутвердые. Технические условия.

Таблица 1. Органолептические свойства сыра «Российский»

Table 1. Organoleptic properties of cheese "Rossiysky"

Показатель	Результаты исследований				
	партия				
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Внешний вид	Корка прочная, ровная, без повреждений и толстого подкоркового слоя				
Вкус и запах	Выраженный сырный, слегка кисловатый				
Консистенция	Умеренно эластичная, однородная во всей массе, слегка плотная				
Рисунок	На разрезе сыр имеет рисунок, состоящий из глазков неправильной и угловатой формы, равномерно расположенных по всей массе				
Цвет	От белого до светло-желтого, равномерный по всей массе				

В сыре не содержатся бактерии группы кишечной палочки, патогенные микроорганизмы и стафилококки. Количество мезофильных аэробных факультативно-анаэробных микроорганизмов в сыре составило от $1,0 \times 10^1$ КОЕ/г до $2,1 \times 10^1$ КОЕ/г (табл. 3).

Выводы/Conclusion

Соотношение белка к жиру в сыром молоке составило 1,48–1,54, что не соответствует рекомендуемым нормам для сыроделия. Сепарирование и нормализация улучшают сыропригодные свойства молока по химическому составу.

Особенности производства сыра в условиях лаборатории — пастеризация смеси путем нагревания до 65–67 °C с выдержкой 20–30 мин. и постепенное охлаждение до температуры заквашивания и сквашивания. В технологической схеме исключили промывку зерна, при этом активная кислотность (рН) сыра составила $5,22 \pm 0,1$ ед., что соответствует требованиям.

Таблица 2. Физико-химические показатели сыра «Российский»

Table 2. Physical and chemical parameters of cheese "Rossiysky"

Показатель	Результаты исследований					ГОСТ 32260-2013
	партия					
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	
Массовая доля влаги, %	40,9±0,2	41,1±0,2	41,4±0,1	41,2±0,1	41,4±0,1	не более 43
Массовая доля жира, %	43,9 ± 0,3	43,9 ± 0,2	44,8 ± 0,2	44,3 ± 0,3	44,6 ± 0,2	50,0 ± 1,6
Массовая доля белка, %	22,9 ± 0,2	22,8 ± 0,2	22,4 ± 0,1	22,6 ± 0,1	22,3 ± 0,1	–
Массовая доля хлорида натрия, %	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,2	1,3–1,8
Активная кислотность, pH	5,22 ± 0,1	5,22 ± 0,1	5,22 ± 0,1	5,21 ± 0,1	5,23 ± 0,1	5,15–5,35

Таблица 3. Микробиологические показатели сыра «Российский»

Table 3. Microbiological parameters of cheese "Rossiysky"

Показатель	Результаты исследований					ТР ТС 033/2013
	партия					
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	
КМАФАМ, КОЕ/г	1,2 × 10 ¹	1,0 × 10 ¹	1,5 × 10 ¹	1,7 × 10 ¹	2,1 × 10 ¹	
БГКП (колиформы) в 0,001 г продукта	не обнаружены					не допускается
Патогенные микроорганизмы, в том числе:						
сальмонеллы в 25 г продукта	не обнаружены					не допускается
стафилококки <i>S. aureus</i> в 0,001 г продукта	не обнаружены					не допускается
листерии <i>L. monocytogenes</i> в 25 г продукта	не обнаружены					не допускается

Изготовленный сыр в лабораторных условиях по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям соответствует требованиям ГОСТ 32260-2013.

Модифицированная технология сыра «Российский» рекомендуется для производства в крестьянских и фермерских хозяйствах.

Перспективные научные направления — дальнейшее изучение особенностей состава и свойств молока коров в личных подсобных, крестьянских и фермерских хозяйствах и усовершенствование технологий производства других видов сыров.

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. Ахметова В.В. и др. Характеристика жирнокислотного состава молока коров при включении в их рацион активированных и обогащенных кремнийсодержащих добавок. *Аграрная наука*. 2023; (1): 39–43. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-39-43>

2. Крупин Е.О., Гайнуллина М.К., Шакиров Ш.К., Хоггуи М. Жирнокислотный состав молока коров при включении в их рацион активированного цеолита и пробиотиков. *Аграрная наука*. 2023; (6): 39–44. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-39-44>

3. Новикова И.А., Долгая М.Н. Биохимический статус коров при терапии субклинического кетоза с использованием природных цеолитов и лецитина. *Аграрная наука*. 2022; (5): 22–26. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-22-26>

4. Воронина О.А., Савина А.А., Колесник Н.С., Рыков Р.А., Зайцев С.Ю. Биохимический состав молока коз в зависимости от сезона года. *Аграрная наука*. 2023; (2): 119–123. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-119-123>

5. Горелик А.С., Ребезов М.Б., Горелик О.В. Оценка технологических свойств молока коров в зависимости от сезона года. *Аграрная наука*. 2023; (6): 34–38. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-34-38>

6. Горелик А.С., Ребезов М.Б., Горелик О.В. Особенности изготовления мягких сыров из молока коров-дочерей разных быков-производителей. *Аграрная наука*. 2023; (1): 90–94. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-90-94>

7. Власова Ж.А., Кочиева А.А., Власов Н.Ю. Технология производства нового вида сыра с пряно-ароматическими растениями. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2014; 51(1): 213–222. <https://www.elibrary.ru/rzdzqd>

REFERENCES

1. Akhmetova V.V. et al. Characteristics of the fatty acid composition of cow's milk when including in their diet activated and enriched silicon-containing additives. *Agrarian science*. 2023; (1): 39–43 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-39-43>

2. Krupin E.O., Gainullina M.K., Shakirov Sh.K., Hoggui M. Fatty acid composition of cow milk when activated zeolite and probiotics are included in their diet. *Agrarian science*. 2023; (6): 39–44 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-39-44>

3. Novikova I.A., Dolgaya M.N. The biochemical status of cows during the therapy of subclinical ketosis using natural zeolites and lecithin. *Agrarian science*. 2022; (5): 22–26 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-22-26>

4. Voronina O.A., Savina A.A., Kolesnik N.S., Rykov R.A., Zaitsev S.Yu. Biochemical composition of goat milk depending on the season of the year. *Agrarian science*. 2023; (2): 119–123 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-119-123>

5. Gorelik A.S., Rebezov M.B., Gorelik O.V. Evaluation of the technological properties of cows' milk depending on the season of the year. *Agrarian science*. 2023; (6): 34–38 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-34-38>

6. Gorelik A.S., Rebezov M.B., Gorelik O.V. Features of making soft cheeses from the milk of cows-daughters of different bulls-producers. *Agrarian science*. 2023; (1): 90–94 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-90-94>

7. Vlasova Zh.A., Kochieva A.A., Vlasov N.Yu. The technology of production of new kinds of cheese with spicy-aromatic plants. *Proceedings of Gorsk State Agrarian University*. 2014; 51(1): 213–222 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rzdzqd>

8. Гаврилова Н.Б., Чернопольская Н.Л. Технология мягкого сыра с использованием козьего молока и функциональных ингредиентов. *Переработка молока*. 2023; (5): 16–18. <https://doi.org/10.33465/2222-5455-2023-5-16-18>
9. Мусина О.Н., Бондаренко Н.И., Усатюк Д.А. Технология полутвердого сыра «Великорусский» из смеси коровьего и козьего молока. *Сыроделие и маслоделие*. 2020; (4): 38–39. <https://doi.org/10.31515/2073-4018-2020-4-38-39>
10. Горелик О.В., Федосеева Н.А., Кныш И.В. Технология производства и качество сычужных сыров из молока коров разных пород. *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2019; 57: 86–92. <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2019-14086>
11. Щетинина Е.М., Гаврилова Н.Б., Чернопольская Н.Л. Технология полутвердого сыра из козьего молока с функциональными свойствами. *Сыроделие и маслоделие*. 2021; (5): 14–17. <https://doi.org/10.31515/2073-4018-2021-5-14-16>
12. Буянова И.В., Алтшулер О.Г., Куулар Ч.Г. Инновационные технологии в производстве национальных тувинских сыров. *Сыроделие и маслоделие*. 2022; (1): 40–41. <https://doi.org/10.31515/2073-4018-2022-1-40-41>
13. Суюнчев О.А., Вобликова Т.В. Разработка технологии мягких сыров из козьего молока. *Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета*. 2007; (4): 136–137. <https://www.elibrary.ru/jvzvej>
14. Бондаренко О.В. Влияние качества молока на технологию выработки и качество сыра «Быштэк». *Научное обеспечение животноводства Сибири. Материалы III Международной научно-практической конференции*. Красноярск: Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук. 2019; 314–317. <https://www.elibrary.ru/bibwds>
15. Lariouov G. *et al.* Determination of cheese suitability of milk and development of production technology of soft cheese "Academicheskii". *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 604: 012032. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/604/1/012032>
16. Lariouov G., Kayukova O., Semenov V. Development of the technology of production of cheese "Suluguni" for farms. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 935: 012047. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/935/1/012047>
17. Ascone P. *et al.* Prevalence and diversity of histamine-forming *Lactobacillus parabuchneri* strains in raw milk and cheese — A case study. *International Dairy Journal*. 2017; 70: 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.11.012>
18. Logan A. *et al.* Milk fat globule size affects Cheddar cheese properties. *International Dairy Journal*. 2017; 70: 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.11.003>
19. Nehme L., Salameh C., Tabet E., Nehme M., Hosri C. Innovative improvement of Shanklish cheese production in Lebanon. *International Dairy Journal*. 2019; 90: 23–27. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.10.005>
20. Hayaloglu A., Guven M., Fox P.F. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese "Beyaz Peynir". *International Dairy Journal*. 2002; 12(8): 635–648. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00055-9](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00055-9)
21. Belkheir K., Zadi-Karam H., Karam N.-E., Carballo J., Centeno J.A. Effects of selected mesophilic *Lactobacillus* strains obtained from camel milk on the volatile and sensory profiles of a model short-ripened pressed cows' milk cheese. *International Dairy Journal*. 2020; 109: 104738. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104738>
22. Skeie S., Kieronczyk A., Eidet S., Reitan M., Olsen K., Østlie H. Interaction between starter bacteria and adjunct *Lactobacillus plantarum* INF15D on the degradation of citrate, asparagine and aspartate in a washed-curd cheese. *International Dairy Journal*. 2008; 18(2): 169–177. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.09.002>
23. Goncu A., Alpken Z. Sensory and chemical properties of white pickled cheese produced using kefir, yoghurt or a commercial cheese culture as a starter. *International Dairy Journal*. 2005; 15(6–9): 771–776. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.10.008>
24. Azarnia S., Ehsani M.R., Mirhadi S.A. Evaluation of the physico-chemical characteristics of the curd during the ripening of Iranian brine cheese. *International Dairy Journal*. 1997; 7(6–7): 473–478. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(97\)00034-4](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(97)00034-4)
25. Fernández-García E., Imhof M., Schlichtherle-Cerny H., Bosset J.O., Nuñez M. Terpenoids and benzenoids in La Serena cheese made at different seasons of the year with a *Cynara cardunculus* extract as coagulant. *International Dairy Journal*. 2008; 18(2): 147–157. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.08.007>
26. Urbach G. Relations between cheese flavour and chemical composition. *International Dairy Journal*. 1993; 3(4–6): 389–422. [https://doi.org/10.1016/0958-6946\(93\)90025-U](https://doi.org/10.1016/0958-6946(93)90025-U)
27. Абросимова М.С., Иванов Е.А., Кочергина С.Г. Состояние и направления развития сельского хозяйства региона. *Российское предпринимательство*. 2018; 19(4): 977–990. <https://doi.org/10.18334/rp.19.4.39006>
28. Сурай Н.М., Таточенко А.Л., Красильникова Е.А., Теплая Н.А., Михалев А.П., Жданова Г.В. Основные факторы успеха молочного производства в Чувашской Республике. *Техника и технология пищевых производств*. 2023; 53(4): 718–730. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-4-2473>
29. Shaposhnikova E.S., Katusov D.N. Technologie et étapes de production du fromage. *Bulletin scientifique Pridneprovsky*. 2024; 1(2): 186–191. <https://www.elibrary.ru/vboljs>
8. Gavrilova N.B., Chernopolskaya N.L. Technology of soft cheese using goat milk and functional ingredients. *Milk Processing*. 2023; (5): 16–18 (in Russian). <https://doi.org/10.33465/2222-5455-2023-5-16-18>
9. Musina O.N., Bondarenko N.I., Usatyuk D.A. Technology of semi-hard cheese "Velikorusskiy" made from a mix of cow milk and goat milk. *Syrodelle i maslodelle*. 2020; (4): 38–39 (in Russian). <https://doi.org/10.31515/2073-4018-2020-4-38-39>
10. Gorelik O.V., Fedoseeva N.A., Knysh I.V. Production technology and quality of rennet cheese from cow milk of different breeds. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2019; 57: 86–92 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2019-14086>
11. Shchetinina E.M., Gavrilova N.B., Chernopolskaya N.L. Semi-hard goat milk cheese technology with functional properties. *Syrodelle i maslodelle*. 2021; (5): 14–17 (in Russian). <https://doi.org/10.31515/2073-4018-2021-5-14-16>
12. Buyanova I.V., Altshuler O.G., Kuular Ch.G. Innovative technologies in the production of national Tuvan cheeses. *Syrodelle i maslodelle*. 2022; (1): 40–41 (in Russian). <https://doi.org/10.31515/2073-4018-2022-1-40-41>
13. Suyunchev O.A., Voblikova T.V. Development of technology of soft cheeses from goat milk. *Vestnik Severo-Kavkazskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta*. 2007; (4): 136–137 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/jvzvej>
14. Bondarenko O.V. The influence of milk quality on the production technology and quality of "Bystak" cheese. *Scientific support for livestock farming in Siberia. Proceedings of III International scientific and practical conference*. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. 2019; 314–317 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/bibwds>
15. Lariouov G. *et al.* Determination of cheese suitability of milk and development of production technology of soft cheese "Academicheskii". *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 604: 012032. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/604/1/012032>
16. Lariouov G., Kayukova O., Semenov V. Development of the technology of production of cheese "Suluguni" for farms. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 935: 012047. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/935/1/012047>
17. Ascone P. *et al.* Prevalence and diversity of histamine-forming *Lactobacillus parabuchneri* strains in raw milk and cheese — A case study. *International Dairy Journal*. 2017; 70: 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.11.012>
18. Logan A. *et al.* Milk fat globule size affects Cheddar cheese properties. *International Dairy Journal*. 2017; 70: 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.11.003>
19. Nehme L., Salameh C., Tabet E., Nehme M., Hosri C. Innovative improvement of Shanklish cheese production in Lebanon. *International Dairy Journal*. 2019; 90: 23–27. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.10.005>
20. Hayaloglu A., Guven M., Fox P.F. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese "Beyaz Peynir". *International Dairy Journal*. 2002; 12(8): 635–648. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00055-9](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00055-9)
21. Belkheir K., Zadi-Karam H., Karam N.-E., Carballo J., Centeno J.A. Effects of selected mesophilic *Lactobacillus* strains obtained from camel milk on the volatile and sensory profiles of a model short-ripened pressed cows' milk cheese. *International Dairy Journal*. 2020; 109: 104738. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104738>
22. Skeie S., Kieronczyk A., Eidet S., Reitan M., Olsen K., Østlie H. Interaction between starter bacteria and adjunct *Lactobacillus plantarum* INF15D on the degradation of citrate, asparagine and aspartate in a washed-curd cheese. *International Dairy Journal*. 2008; 18(2): 169–177. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.09.002>
23. Goncu A., Alpken Z. Sensory and chemical properties of white pickled cheese produced using kefir, yoghurt or a commercial cheese culture as a starter. *International Dairy Journal*. 2005; 15(6–9): 771–776. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.10.008>
24. Azarnia S., Ehsani M.R., Mirhadi S.A. Evaluation of the physico-chemical characteristics of the curd during the ripening of Iranian brine cheese. *International Dairy Journal*. 1997; 7(6–7): 473–478. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(97\)00034-4](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(97)00034-4)
25. Fernández-García E., Imhof M., Schlichtherle-Cerny H., Bosset J.O., Nuñez M. Terpenoids and benzenoids in La Serena cheese made at different seasons of the year with a *Cynara cardunculus* extract as coagulant. *International Dairy Journal*. 2008; 18(2): 147–157. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.08.007>
26. Urbach G. Relations between cheese flavour and chemical composition. *International Dairy Journal*. 1993; 3(4–6): 389–422. [https://doi.org/10.1016/0958-6946\(93\)90025-U](https://doi.org/10.1016/0958-6946(93)90025-U)
27. Abrosimova M.S., Ivanov E.A., Kochergina S.G. State and development trends in the region's agriculture. *Russian Journal of Entrepreneurship*. 2018; 19(4): 977–990 (in Russian). <https://doi.org/10.18334/rp.19.4.39006>
28. Suray N.M., Tatochenko A.L., Krasilnikova E.A., Teplya N.A., Mikhalev A.P., Zhdanova G.V. Dairy Production in the Chuvash Republic: Success Factor Analysis. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2023; 53(4): 718–730 (in Russian). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-4-2473>
29. Shaposhnikova E.S., Katusov D.N. Technology and stages of cheese production. *Pridneprovsky Scientific Bulletin*. 2024; 1(2): 186–191 (in French) <https://www.elibrary.ru/vboljs>

ОБ АВТОРАХ

Геннадий Анатольевич Ларионов

доктор биологических наук, профессор
larionovga@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6414-5995>

Ольга Варсановьевна Каюкова

кандидат химических наук, доцент
olgakajukova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5447-7515>

Елена Сергеевна Ятрушева

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
79370110315@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5318-0143>

Чувашский государственный аграрный университет,
ул. им. Карла Маркса, 29, Чебоксары, 428003, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Gennady Anatolievich Larionov

Doctor of Biological Sciences, Professor
larionovga@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6414-5995>

Olga Varsanofievna Kayukova

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
olgakajukova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5447-7515>

Elena Sergeevna Yatrusheva

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
79370110315@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5318-0143>

Chuvash State Agrarian University,
29 Karl Marx Str., Cheboksary, 428003, Russia

УДК 635.655+637.181

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-149-156

Н.В. Яковченко ✉
М.А. АнцыпероваУниверситет ИТМО, Санкт-Петербург,
Россия✉ nviakovchenko@itmo.ruПоступила в редакцию:
20.11.2023Одобрена после рецензирования:
09.02.2024Принята к публикации:
26.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-149-156

Natalia V. Iakovchenko ✉
Maria A. Antsyperova

ITMO University, Saint- Petersburg, Russia

✉ nviakovchenko@itmo.ruReceived by the editorial office:
20.11.2023Accepted in revised:
26.02.2024Accepted for publication:
26.02.2024

Перспективы применения пробиотических микроорганизмов при производстве ферментированных продуктов на соевой основе

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Осведомленность потребителей об экологической нагрузке, которую несет производство молока, продолжает расти. Потребители ищут альтернативы, которые были бы более эколого-ориентированными и обладали бы высокой питательной ценностью. Спрос на растительные продукты повышается по разным причинам, а именно у 65% мирового населения снижена способность переваривать лактозу и 6% населения страдают аллергией на молочный белок. Согласно статистическим данным, 49% женщин и 36,6% мужчин имеют симптомы желудочно-кишечных расстройств. Соевые бобы являются одними из наиболее широко выращиваемых и потребляемых бобовых культур во всем мире. Таким образом, разработка новых ферментированных продуктов на растительной основе является особенно актуальным вопросом.

Методы. В качестве объекта исследования были выбраны соевая дисперсия и микроорганизмы *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* и *Propionibacterium*. Определены показатели качества полученной соевой дисперсии. Исследован процесс кислотонакопления в процессе ферментации пробиотическими микроорганизмами. Получены данные о накоплении биомассы бактерий в процессе ферментации и изучено влияние использования выбранных заквасочных микроорганизмов на изменение антиоксидантных свойств образцов ферментированных дисперсий в процессе хранения.

Результаты. Соевая дисперсия является хорошим субстратом для производства ферментированных напитков с использованием *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* и *Propionibacterium*. Наиболее активно процесс кислотонакопления происходит при использовании *L. bulgaricus* и *P. schermanii* KM-186 в течение 6 ч. Все выбранные штаммы хорошо адаптируются в растительной среде, но наибольший прирост биомассы происходит при ферментации *L. bulgaricus*, *B. longum* B379M и *B. bifidum*. Молочнокислые и пропионовокислые бактерии обеспечивают достаточно высокие и стабильные показатели антиоксидантной активности как на 1-й, так и на 6-й и 12-й день хранения.

Ключевые слова: соевое молоко, химический состав, антиоксидантная активность, ферментация, пробиотические бактерии

Для цитирования: Яковченко Н.В., Анцыперова М.А. Перспективы применения пробиотических микроорганизмов при производстве ферментированных продуктов на соевой основе. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 149–156.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-149-156>

© Яковченко Н.В., Анцыперова М.А.

Perspective of probiotic bacteria in the production of soy-based fermented products

ABSTRACT

Relevance. It is worth noting that consumers' awareness of the environmental burden that milk production carries continues to grow. Consumers are looking for alternatives that are more environmentally friendly and have high nutritional value. The demand for plant-based products is increasing for various reasons, namely, 65% of the world's population has a reduced ability to digest lactose and 6% of the population is allergic to milk protein. According to statistics, 49% of women and 36.6% of men experience symptoms of functional gastrointestinal disorders. Soybeans are one of the most widely grown and consumed legumes worldwide. Thus, the development of new plant-based fermented products is a particularly actual issue.

Methods. The objects of study were soybean dispersion and microorganisms *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* and *Propionibacterium*. The quality indicators of the resulting soy dispersion were determined. The process of acid accumulation during fermentation with probiotic microorganisms were studied. Data on the accumulation of bacterial biomass during the fermentation process were obtained and the effect of the use of selected starter microorganisms on the change in the antioxidant status of fermented dispersions during storage were investigated.

Results. Research results showed that soybean dispersion is a good substrate to produce fermented beverages using *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* and *Propionibacterium* microorganisms. The most rapid process occurs when *L. bulgaricus* and *P. schermanii* KM-186 are used and the fermentation lasted for 6 hours. All selected strains adapt well to the plant-based media, but the greatest increase in biomass occurs during fermentation with *L. bulgaricus*, *B. longum* B379M and *B. bifidum*. Lactic acid and propionic acid bacteria provide high and stable levels of antioxidant activity on both the 1st and 6th and 12th days of storage.

Key words: soy milk, chemical composition, antioxidant activity, fermentation, probiotic bacteria

For citation: Iakovchenko N.V., Antsyperova M.A. Perspective of probiotic bacteria in the production of soy-based fermented products. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 149–156 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-149-156>

© Iakovchenko N.V., Antsyperova M.A.

Введение/Introduction

Продукты питания могут быть не только источником основных питательных веществ и энергии, но и позиционироваться как способ поддержания и улучшения здоровья и, кроме того, как способ профилактики и коррекции определенных негативных явлений в организме [1–3].

В условиях роста населения, перехода на новые рационы питания и изменения климата содействие полноценному питанию и развитию здоровых и устойчивых продовольственных систем является главной задачей нашего времени [4–6].

Взаимосвязь между едой и здоровьем изучается на протяжении многих лет, поэтому разработка продуктов, способствующих укреплению здоровья и благополучия, является ключевым приоритетом исследований пищевой промышленности^{1, 2} [7–12].

В последние годы возросло значение продуктов, оказывающих направленное положительное влияние на здоровье и состояние организма. Такие продукты объединены в отдельный класс — функциональные продукты [13–17].

Несмотря на то что спрос на продукты для функционального питания неуклонно растет, поскольку люди становятся всё более осведомленными о значении диеты и питания, угроза стремительного роста и «омоложения» хронических заболеваний все еще остается актуальной, что связано с ухудшающейся экологической обстановкой и возрастом стрессов [18–21].

В связи с этим пищевая промышленность за последние несколько десятилетий быстро реагирует на изменение потребностей потребителей.

На сегодняшний день существует также актуальная проблема нарушения в работе микробиоты человека, что обусловлено нерациональным питанием и экзогенными факторами, сопряженными в первую очередь с образом жизни и индивидуальными привычками. Экологические проблемы, стресс, чрезмерное потребление быстроусвояемых углеводов, прием антибиотиков ведут к нарушению баланса микрофлоры кишечника. Микроорганизмы, населяющие кишечник человека, связаны с целым рядом различных заболеваний, включая воспалительные заболевания кишечника, болезни сердца, ожирение, диабет 2 типа, рак толстой кишки, рассеянный склероз, депрессию, аутизм, «болезни века», такие как болезнь Альцгеймера и Паркинсона, и инфекции, вызванные бактериями *Clostridium difficile* [22–24].

Основной путь для решения указанной проблемы — это нормализация собственной микрофлоры с помощью пробиотических бактерий. Несмотря на то что молочные продукты, в том числе ферментированные пробиотическими микроорганизмами являются наиболее популярными на рынке, стремительно растет спрос на продукты на растительной основе, которые будут удовлетворять потребности людей, страдающих непереносимостью лактозы или гиперхолестеринемией, гиперчувствительностью к белкам животного происхождения, а также связанными с религиозными и моральными убеждениями [25, 26].

В настоящее время продуктам растительного происхождения уделяется большое внимание из-за их потенциальной пользы для здоровья и большого внимания потребителей. Они могут быть источником легкодоступной здоровой и сбалансированной пищи для населения [27–29].

Кроме того, ожидается, что к 2024 году мировой рынок растительных продуктов (как альтернатива животному молоку) превысит 38 млрд долларов³ и 43,8 млрд к 2028 году⁴. Эксперты отмечают существенный рост продаж продуктов на растительной основе в последние годы, который обусловлен не только модными трендами, а также ростом осведомленности потребителей в сфере этики и экологии. При создании продуктов на растительной основе существует ряд проблем, связанных с органолептическими характеристиками продукта [30, 31], а именно невыраженный вкус без использования ароматизаторов и специфические посторонние вкус и послевкусие, свойственные растительным компонентам. Например, согласно сенсорному тестированию в исследованиях [32–35] коровье молоко неоднократно предпочитали растительному как взрослые, так и дети. Было отмечено, что вкус растительного молока является важнейшим фактором при выборе.

Среди различных видов растительного молока соевое молоко является одним из самых популярных на мировом рынке и, по оценкам экспертов, составляет 7,3 млрд долларов и продолжает развиваться. Соевые бобы (*Glycine max*) являются одними из наиболее широко выращиваемых и потребляемых бобовых культур во всем мире благодаря своему особому составу питательных веществ. Соя не только содержит высококачественный белок, включающий почти все незаменимые аминокислоты с высокой усвояемостью (92–100%), но также является богатым источником минералов, таких как кальций, калий, магний, железо, цинк и медь [36–38].

Ферментированное соевое молоко эффективно снижает симптомы сахарного диабета, кровяное давление, снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний, рака простаты, остеопороза и осложнений, связанных с онкологическими заболеваниями [39, 40]. Растительное сырье и продукты на его основе могут быть использованы как в качестве систем доставки пробиотических микроорганизмов в организм человека [41].

Кроме того, ферментация растительных дисперсий может позволить улучшить органолептические и функциональные показатели [42]. Ферментация пробиотическими микроорганизмами может улучшить растворимость растительного белка, а также аминокислотный состав и их доступность для организма [43].

Процесс ферментации позволяет увеличить содержание биологически активных веществ, в том числе антиоксидантов, защищая организм от окислительного стресса и связанных с ним заболеваний. Антиоксидантная активность растительного молока обусловлена фенольными соединениями, флавоноидами и витаминами A, E и C [44].

¹ Fischler F. et al. The role of research in global food and nutrition security-Discussion paper. EU-Scientific Steering Committee; 2015. <https://doi.org/10.2788/521449> file:///C:/Users/User/Downloads/the%20role%20of%20research%20in%20global%20food%20and%20nutrition-LBNA27123ENN.pdf

² <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3c128844-ae1c-4461-8090-c23f7b59c6c9/language-en>

³ Smith, S. (2019). The global non-dairy milk market is projected to reach revenues of more than \$38 billion by 2024, growing at CAGR of over 14% during 2018-2024. London: Reportbuyer. March 26, 2019 — URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/the-global-non-dairy-milk-market-is-projected-to-reach-revenues-of-more-than-38-billion-by-2024-300818978.html>.

⁴ Dairy alternatives market by source (soy, almond, coconut, oats, hemp), application (milk, yogurt, ice creams, cheese, creamers), distribution channel (retail, online stores, foodservice), formulation and region — Global forecast to 2028 — URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/dairy-alternatives-market-677.html>

Более того, переваривание полезных белков соевых бобов улучшается более чем на 40% за счет увеличения содержания незаменимых аминокислот во время ферментации [45]. Кроме того, ферментация молочнокислыми бактериями позволяет снизить содержание фитатов и ингибиторов трипсина [46].

Цель исследований — изучение возможности и оценка перспективности ферментации соевой дисперсии штаммами бактерий *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Propionibacterium* и *Streptococcus* при использовании их в качестве монокультурных заквасок.

Материалы и методы исследования/

Materials and methods

При проведении исследований использовали соевые бобы сорта «Припять», ООО «АПК КОЛОС» (массовая доля белка 42–43%, массовая доля жира 20%, влажность 9%), заквасочные пробиотические культуры: *Lactobacillus acidophilus* 57S (Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Россия); *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (Yo100, Micromilk s.r.l., Италия); *Bifidobacterium bifidum* (LYOBAC-D, ALCE, Италия); *Bifidobacterium longum* B379M (ООО «Пропионикс», Россия); *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii* KM-186 (ООО «Пропионикс», Россия); *Streptococcus thermophilus* (Danisco TA 40 LYO 50 DCU, Дания).

Для приготовления растительной дисперсии из сои, растительное сырье замачивали в соотношении 1:3 (сырье:вода) на 12 ч, затем воду сливали. Данная операция позволяет удалить ингибиторы ферментов [47], а также размягчить клеточные стенки растительного сырья для облегчения дальнейшей обработки.

Далее добавляли фильтрованную воду в соотношении 1:10 (сырье:вода) и измельчали с помощью электрического блендера (Philco®, модель PH900). Данное соотношение позволяет получить желаемую по вязкости, однородности и слабо выраженному привкусу и запаху сои жидкую консистенцию растительной дисперсии (вязкость растительной дисперсии при температуре 20 °C — 1,71 сП). Вязкость растительной дисперсии и молока коровьего определяли с помощью вискозиметра Гепплера (RHEOTEST Messgerate Medingen GmbH, Германия) с падающим шариком № 1. После измельчения, полученную смесь фильтровали через лавсановую ткань (плотность 140 г/м²).

Полученную растительную дисперсию подвергали термообработке в Термомиксе® (поставщик ООО «Грин

лайн», Россия) при скорости 2 при температуре 85 °C в течение 5 мин, чтобы обеспечить стабильность гомогенности системы и микробиологическую безопасность в соответствии с ТР ТС 021/2011⁵ (КМАФАНМ⁶, 1×10⁴ КОЕ/г; Дрожжи и плесени⁷, КОЕ/г, не обнаружены; БГКП⁸, не обнаружены в 1,0 г, в 0,1 г; *S. aureus*⁹, не обнаружены в 1,0 г; *B. cereus*¹⁰, не обнаружены в 0,1 г).

Показатели качества растительной дисперсии представлены в Таблице 1.

Для получения биомассы микроорганизмов, культивирование проводили на жидких стерильных питательных средах: MRS (HiMedia, Индия) для *L. acidophilus*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, *B. bifidum*, *B. longum* и M17 (HiMedia, Индия) для *S. thermophilus* путем инокуляции чистой культуры в питательную среду и последующей инкубации в термостатах при 37°C в течение 48 часов [48]. *P. freudenreichii subsp. shermanii* культивировали на жидкой питательной среде с лактатом натрия и инкубировали при 30°C в течение 96 часов [49]. Для получения биомассы микроорганизмов, культивирование проводили на питательных средах в течение 48–96 ч. Полученную биомассу микроорганизмов концентрировали центрифугированием при 5000 об/мин. в течение 10 мин. Далее проводили отделение биомассы и добавление криопротектора.

После тепловой обработки соевую дисперсию охлаждали до температуры закаливания и вносили полученный концентрат пробиотических бактерий в количестве 0,1 % от объема растительной дисперсии. Ферментацию проводили до достижения pH 4.6–4.8.

Измерение активной кислотности проводили с помощью pH-метра HANNA HI98127, Hanna Instruments. Титруемую кислотность¹¹ измеряли методом титрования с индикатором фенолфталеином [50].

Содержание пропионовой кислоты было определено с использованием ВЭЖХ системы Shimadzu LC-20 Prominence в соответствии с методами [51, 52] с некоторыми модификациями. Ферментированные образцы в количестве 25 мл были смешаны с 0,001 М H₂SO₄ и отцентрифугированы при 10 000 об / мин в течение 15 мин. Полученные супернатанты фильтровали через нейлоновый фильтр. Объем образца для определения составил 10 мкл. Сухие вещества определяли гравиметрическим методом¹². Содержание клетчатки определяли согласно методу AACC¹³. Содержание углеводов определяли расчетным методом [53]. Содержание золы определяли согласно ГОСТ 13979.6-69¹⁴

Таблица 1. Показатели качества растительной дисперсии из сои

Table 1. Quality indicators of soy dispersion

Образец	pH	Сухие вещества, %	Зола, %	Белок, %	Жир, %	Клетчатка, %	Полифенолы, мг (GAE)/100 г	Углеводы, г/100 г
Растительная дисперсия из соевых бобов	6,87 ± 0,01	6,16 ± 0,12	0,29 ± 0,01	2,83 ± 0,02	1,63 ± 0,12	Меньше 0,10	61,16 ± 1,65	1,41 ± 0,11

⁵ ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции" (с изменениями на 14 июля 2021 года) Технический регламент Таможенного союза от 09.12.2011 N021/2011.

⁶ ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. М.: Стандартинформ. 2010; 3.

⁷ ГОСТ 10444.12-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. М.: Стандартинформ. 2014; 9.

⁸ ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). М.: Стандартинформ. 2013; 15.

⁹ ГОСТ 31746-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*. М.: Стандартинформ. 2013; 22.

¹⁰ ГОСТ 10444.8-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод подсчета presumptively бактерий *Bacillus cereus*. Метод подсчета колоний при температуре 30 (C). М.: Стандартинформ. 2014; 15.

¹¹ Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL / ed. Latimer G.W. Oxford University Press New York, 2023. AOAC.

¹² Baird R, Rice E, Eaton A. Standard methods for the examination of water and wastewaters. Water Environment Federation, Chair Eugene W. Rice, American Public Health Association Andrew D. Eaton, American Water Works Association. 2017.

¹³ American Association of Cereal Chemists. Approved Methods Committee. Approved methods of the American association of cereal chemists. AACC.

¹⁴ ГОСТ 13979.6-69 Жмыхи, шроты и горчичный порошок. Метод определения золы.

Определение белка проводили методом Кельдаля согласно ГОСТ 26889-86¹⁵. Массовую долю жира определяли по ГОСТ 8756.21-89¹⁶.

Содержание полифенолов определяли с использованием спектрофотометра UV-1800 (Shimadzu, Япония) [54].

Определение антиоксидантной активности образцов до и после ферментации проводили спектрофотометрическим методом¹⁷ [50] с некоторыми модификациями. Коротко, для приготовления экстракта растительной дисперсии 2,5 г исследуемого образца смешивали с 10 мл этанола (95%), тщательно перемешивали и центрифугировали 10 минут при 6000 об/мин. Реактив DPPH (0,1 мМ) растворяли в 95% этаноле. Вносили 250 μ л водного экстракта соевой дисперсии или

водного экстракта ферментированной дисперсии смешивали с 3 мл этанольного раствора DPPH. Смесь инкубировали в темноте в течение 30 мин. Значения оптической плотности измеряли при 517 нм (UV-1800, Shimadzu). В качестве контрольного образца был использован этанол вместо экстракта.

Выживаемость пробиотических бактерий определяли путем посева 1 мл серийных разведений (с 10^{-1} по 10^{-10}) в стерильном 0,9% растворе хлорида натрия на питательную среду глубинным посевом в чашках Петри.

MRS агар (HiMedia, Индия) использовали для подсчета *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium bifidum*, M17 агар (HiMedia, Индия) — для *Streptococcus thermophilus*. Инкубирование проводили при 37 °C в течение 48 ч. *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii* культивировали на лактатном агаре (HiMedia, Индия) при температуре 30 °C в течение 96 ч. Полученные результаты выражены $\log_{10}$ КОЕ/мл. Исследования проводили в соответствии с методиками, представленными в ГОСТ 33924—2016¹⁸, ГОСТ 33951-2016¹⁹.

Все эксперименты проводились в трех повторностях. Данные выражали как среднее значение $\pm$ стандартное отклонение. Сравнение различных выборок проводили с помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel. Результаты считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение/ Results and discussions

На первом этапе исследований оценивали изменение активной кислотности при ферментации соевых дисперсий. На рисунках 1–3 представлены данные об изменении активной кислотности и титруемой кислотности в процессе ферментации растительной дисперсии из сои при использовании различных заквасочных микроорганизмов.

Рис. 1. Динамика изменения титруемой кислотности в процессе ферментации соевой дисперсии, % молочной кислоты

Fig.1. Dynamics of changes in titratable acidity during the fermentation of soybean dispersion, % lactic acid

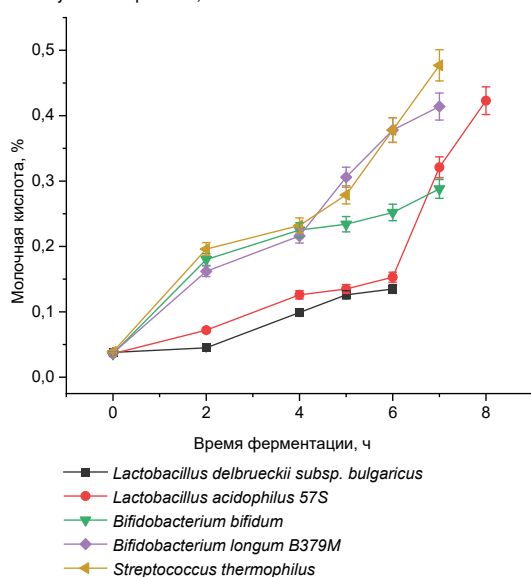


Рис. 2. Динамика изменения титруемой кислотности в процессе ферментации соевой дисперсии *P. shermanii* KM-186, % пропионовой кислоты

Fig.2. Dynamics of changes in titratable acidity during the fermentation of soybean dispersion *P. shermanii* KM-186, % propionic acid

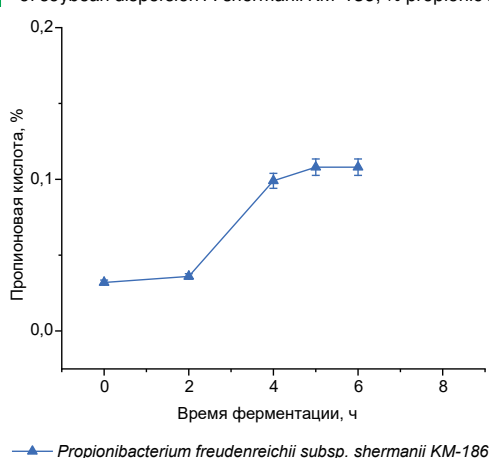
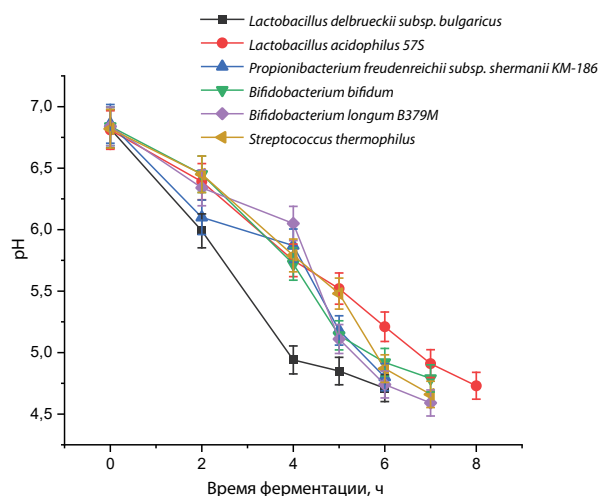


Рис. 3. Изменение активной кислотности в процессе ферментации растительной дисперсии из сои

Fig.3. Change in active acidity during fermentation of soybean dispersion



¹⁵ ГОСТ 26889-86 Продукты пищевые и вкусовые. Общие указания по определению содержания азота методом Кельдаля. М.: Стандартинформ. 2010; 11.

¹⁶ ГОСТ 8756.21-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения жира. – М.: Стандартинформ. 2010; 14.

¹⁷ Association of Official Analytical Chemists. Official method of Analysis. AOAC. Antioxidant Activity in Foods and Beverages. Reaction with 2,2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). No: 2012.04

¹⁸ ГОСТ 33924-2016 Молоко и молочная продукция. Методы определения бифидобактерий. – введ 01.09.2017. М.: Стандартинформ. 2019; 10.

¹⁹ ГОСТ 33951-2016 Молоко и молочная продукция. Методы определения молочнокислых микроорганизмов. – введ 01.09.2017. – М.: Стандартинформ. 2016; 10.

Кислотонакопление является очень значимым процессом, происходящим при ферментации для формирования вкусо-ароматических веществ в разрабатываемом продукте. Изменение титруемой кислотности, а также pH в процессе ферментации также позволяет косвенно судить об адаптации микроорганизмов к растительной матрице.

Наиболее активно процесс ферментации проходит при использовании *L. bulgaricus* и *P. schermanii* KM-186 в течение 6 ч, при этом, диапазон изменений pH для данных образцов составил от 6,81–6,86 до 4,71–4,8. Прирост титруемой кислотности — 0,097% молочной кислоты и 0,076% пропионовой кислоты, соответственно. Наиболее длительный процесс ферментации происходил при использовании *L. acidophilus* 57S. Снижение значений pH до 4,73 для данных образцов происходило за 8 ч, при этом, прирост молочной кислоты составил 0,387%.

Несмотря на то, что продолжительность ферментации для других культур составила 7 ч, ферментированные образцы показали значительное различие в титруемой кислотности. Наибольший прирост содержания молочной кислоты имели образцы, ферментированные *B. longum* B379M и *S. thermophilus* (0,377% и 0,438%, соответственно), наименьшее значение *B. bifidum* (0,252% молочной кислоты). Результаты исследований [55] показали, что *S. thermophilus* и *L. acidophilus* утилизировать сахарозу и продуцировать значительное количество молочной кислоты.

Данные по приросту биомассы микроорганизмов (рис. 4) показывают, что при ферментации соевой дисперсии заквасочными культурами *S. thermophilus* не наблюдались статистические различия при подсчетах микроорганизмов до и после ферментации. Наибольший прирост биомассы продемонстрировали *L. bulgaricus*, *B. longum* B379M и *B. bifidum* и составил, 0,91, 0,80 и 0,81 КОЕ/мл, соответственно. В других исследованиях показано, что *S. thermophilus* демонстрирует более высокий прирост биомассы, чем *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* в процессе ферментации [56]. Таким образом, рост пробиотических микроорганизмов зависит не только от способности пробиотических микроорганизмов к протеолизу, но и от штамма микроорганизмов [57].

Можно предположить, что благодаря наличию полифенолов и составу соевого белка, соевое молоко является подходящим субстратом для роста этих микроорганизмов [58].

Штамм *P. schermanii* KM-186 также показал незначительный прирост биомассы микроорганизмов в процессе ферментации, что, возможно, связано с его недостаточной способностью утилизировать источники углерода или азота в соевой дисперсии. Возможно, для *P. schermanii* KM-186 необходимые питательные вещества находятся в трудноусвояемой форме или в недостаточном количестве. Таким образом рост штамма ограничен доступностью питательных веществ. Предположение основано на том, что микроорганизмы *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* обычно используются совместно с молочнокислыми бактериями, так как последние могут обеспечить *P. schermanii* необходимым небелковым азотом за счет своей протеолитической активности, а также молочной кислотой и другими углеводами, необходимыми для значительного прироста биомассы.

Как отмечает [59] *P. freudenreichii* CIRM-BIA 129 также не проявляет способность к росту в соевом молоке, но рост происходил при внесении дополнительной

Рис. 4. Прирост биомассы пробиотических микроорганизмов в процессе ферментации соевой дисперсии, lg(KOE/мл)

Fig. 4. Increase in biomass of probiotic microorganisms during fermentation of soybean dispersion, lg(CFU/ml)

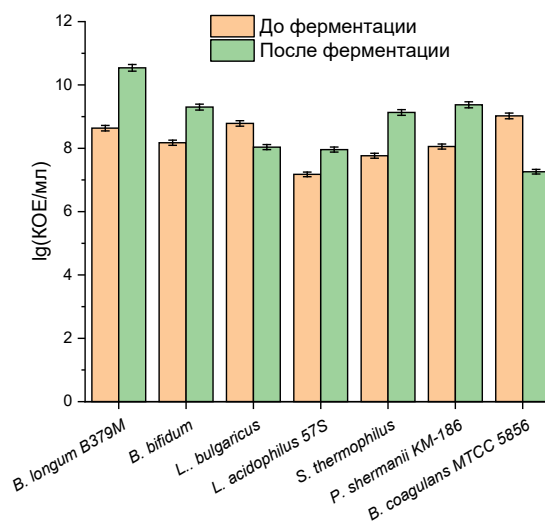
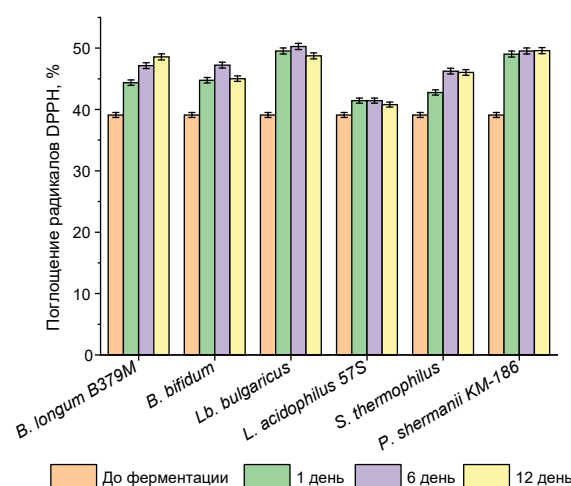


Рис. 5. Изменение антиоксидантной активности ферментированной соевой дисперсии в процессе хранения, %

Fig. 5. Change in antioxidant activity of fermented soy dispersion during storage, %



культуры *L. plantarum*, которая способна высвобождать необходимые аминокислоты из соевого белка.

Результаты исследований изменения антиоксидантной активности соевых дисперсий до и после ферментации, а также в процессе хранения (рис. 4) показали, что наибольшее увеличение данного показателя в 1 день продемонстрировали образцы, ферментированные *Lb. bulgaricus* (49,53%) и *P. schermanii* KM-186 (49,02%), по сравнению с неферментированной соевой дисперсией (39,01%), сохранившие стабильные значения на протяжении двухнедельного хранения, по сравнению с другими образцами. Наименьшую антиоксидантную активность после ферментации проявили *L. acidophilus* 57S и *S. thermophilus* (41,44% и 42,77, соответственно).

Штамм *L. acidophilus* 57S показал стабильные значения в процессе хранения до 12 дня, в то же время *S. thermophilus* показал незначительное увеличение антиоксидантной активности на 8% на протяжении срока хранения. Повышение антиоксидантной активности в ферментированных продуктах на основе соевых бобов может происходить за счет увеличения концентрации биоконвертированных изофлавоновых агликонов в процессе ферментации [60].

Выводы/Conclusions

В настоящем исследовании были изучены перспективы использования соевых дисперсий в качестве основного субстрата для ферментации штаммами бактерий *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* и *Propionibacterium*.

Было показано, что продолжительность ферментации зависит от рода и штамма бактерий и составляет от 6 до 8 часов.

В целом, все выбранные микроорганизмы адаптировались к растительному сырью в процессе ферментации, но наибольший прирост биомассы был выявлен при использовании *L. bulgaricus*, *B. longum* B379M

и *B. bifidum*. Результаты измерений антиоксидантной активности показали, что применение всех видов микроорганизмов позволяет сохранить стабильные значения в процессе хранения.

Таким образом, показана перспективность использования пробиотических микроорганизмов для производства ферментированных напитков на основе соевой дисперсии.

При этом необходимы дальнейшие исследования некоторых физико-химических характеристик, таких как реологических свойств и органолептической оценки полученных образцов, что является основой будущих исследований.

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:

Статья выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 22-26-00288

FUNDING:

The article was financially supported by the grant of the Russian Science Foundation (RSF) № 22-26-00288

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Samanta S. *et al.* Dark chocolate: An overview of its biological activity, processing, and fortification approaches. *Current Research in Food Science*. 2022; (5): 1916–1943. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.10.017>
- Рустомова А.Ж., Ребезов М.Б. Зернобобовая смесь как перспективный сырьевой источник в технологии хлебопечения. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 121–125. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-121-125>
- Gavrilova N. *et al.* Biotechnology application in production of specialized dairy products using probiotic cultures immobilization. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 2019; 8(6): 642–648. EDN: PYDNOH
- Munir N. *et al.* Heavy metal contamination of natural foods is a serious health issue: A review. *Sustainability*. 2022; 14(1): 161. <https://doi.org/10.3390/su14010161>
- Aziz E. *et al.* Rosemary species: a review of phytochemicals, bioactivities and industrial applications. *South African Journal of Botany*. 2022; (151): 3–18. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.09.026>
- Gavrilova N. *et al.* Development of specialized food products for nutrition of sportsmen. *Journal of Critical Reviews*. 2020; 7(4): 233–236. <https://doi.org/10.31838/jcr.07.04.43>
- Ohlhorst S.D. *et al.* Nutrition research to affect food and a healthy life span. *The Journal of nutrition*. 2013; 143(8): 1349–54. <https://doi.org/10.3945/an.113.004176>
- Klaenhammer T.R., Kullen M.J. Selection and design of probiotics. *International journal of food microbiology*. 1999; 50(1–2): 45–57. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(99\)00076-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(99)00076-8)
- Kulushtayeva B. *et al.* Gluten-free diet: positive and negative effect on human health. *Indian Journal of Public Health Research & Development*. 2019, 10(7): 906–909. <https://doi.org/10.5958/0976-5506.2019.01690.5>
- Vaskovsky A., Chvanova M., Rebezov M. Creation of digital twins of neural network technology of personalization of food products for diabetics. *4th Scientific School on Dynamics of Complex Networks and their Application in Intellectual Robotics (DCNAIR)*. 2020; 251–253. <https://doi.org/10.1109/DCNAIR50402.2020.9216776>
- Рождественская Л.Н., Романенко С.П., Чугунова О.В. Перспективы нутриентного профилирования для профилактики заболеваний и укрепления здоровья. *Индустрия питания*. 2023; 8(2): 63–72. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2023-8-2-7>
- Rebezov M. B. The creation of a new type of meat paste with radioprotective properties. *Торайғыров университетінің хабаршысы. Химия-биологиялық сериясы*. 2022; (1): 109–119. <https://doi.org/10.48081/DAFG3241>
- Siro I., Kápolna E., Kápolna B., Lugasi A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance — A review. *Appetite*. 2008; 51(3): 456–67. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.05.060>
- Темербаева М.В., Урюмтсева Т.И., Кайниденов Н.Н., Ребезов М.Б. Ешкі сүті негізінде функционалдық тамақтануға арналған биойогурт технологиясын әзірлеу. *Семей Қаласының Шәжірім Атындағы Мемлекеттік Университетінің Хабаршысы*. 2020; 3(91): 53–58.
- Кожабек Л. Влияние факторов питания на здоровье. *Фармация Казахстана*. 2022; (3): 170–175. <https://doi.org/10.53511/pharmkaz.2022.14.71.026>
- Идырышев Б.А., Нургазезова А.Н., Касымов С.К., Ребезов М.Б. Функционалды өнімдерді өндіруге арналған балқарағай дәнегі құнжарасының химиялық құрамын зерттеу. *Семей Қаласының Шәжірім Атындағы Мемлекеттік Университетінің Хабаршысы*. 2020; 1(89): 80–82.
- Rebezov M.B., Nikitin Ye.B., Temerbayeva M.V., Uryumtseva T.I. Current state and prospects of fortified food production in Russia and Kazakhstan. *Иновациялық Еуразия университетінің хабаршысы*. 2020; (4): 143–151. <https://doi.org/10.37788/2020-4/143-151>

REFERENCES

- Samanta S. *et al.* Dark chocolate: An overview of its biological activity, processing, and fortification approaches. *Current Research in Food Science*. 2022; (5): 1916–1943. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.10.017>
- Rustomova A.Zh., Rebezov M.B. Leguminous mixture as a promising raw material source in bakery technology. *Agrarian science*. 2023;(6): 121–125 (in Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-121-125>
- Gavrilova N. *et al.* Biotechnology application in production of specialized dairy products using probiotic cultures immobilization. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 2019; 8(6): 642–648. EDN: PYDNOH
- Munir N. *et al.* Heavy metal contamination of natural foods is a serious health issue: A review. *Sustainability*. 2022; 14(1): 161. <https://doi.org/10.3390/su14010161>
- Aziz E. *et al.* Rosemary species: a review of phytochemicals, bioactivities and industrial applications. *South African Journal of Botany*. 2022; (151): 3–18. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.09.026>
- Gavrilova N. *et al.* Development of specialized food products for nutrition of sportsmen. *Journal of Critical Reviews*. 2020; 7(4): 233–236. <https://doi.org/10.31838/jcr.07.04.43>
- Ohlhorst S.D. *et al.* Nutrition research to affect food and a healthy life span. *The Journal of nutrition*. 2013; 143(8): 1349–54. <https://doi.org/10.3945/an.113.004176>
- Klaenhammer T.R., Kullen M.J. Selection and design of probiotics. *International journal of food microbiology*. 1999; 50(1–2): 45–57. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(99\)00076-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(99)00076-8)
- Kulushtayeva B. *et al.* Gluten-free diet: positive and negative effect on human health. *Indian Journal of Public Health Research & Development*. 2019, 10(7): 906–909. <https://doi.org/10.5958/0976-5506.2019.01690.5>
- Vaskovsky A., Chvanova M., Rebezov M. Creation of digital twins of neural network technology of personalization of food products for diabetics. *4th Scientific School on Dynamics of Complex Networks and their Application in Intellectual Robotics (DCNAIR)*. 2020; 251–253. <https://doi.org/10.1109/DCNAIR50402.2020.9216776>
- Rozhdstvenskaya L.N., Romanenko S.P., Chugunova O... Nutrient Profiling Prospects for Disease Prevention and Health Promotion. *Food Industry*. 2023; 8(2): 63–72 (in Russian). <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2023-8-2-7>
- Rebezov M. B. The creation of a new type of meat paste with radioprotective properties. *Scientific journal of Toraihyrov University. Chemical-biological series*. 2022; (1): 109–119. <https://doi.org/10.48081/DAFG3241>
- Siro I., Kápolna E., Kápolna B., Lugasi A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance — A review. *Appetite*. 2008; 51(3): 456–67. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.05.060>
- Temerbayeva M.V., Uryumtseva T.I., Kainidenov N.N., Rebezov M.B. Development of bioyogurt technology for functional nutrition based on goat's milk. *Bulletin of Shakarim University*. 2020; 3(91): 53–58 (in Kazakh).
- Kozhabek L. The influence of nutrition factors on health. *Pharmacy of Kazakhstan*. 2022; (3): 170–175 (in Russian). <https://doi.org/10.53511/pharmkaz.2022.14.71.026>
- Idyryshev B.A., Nurgazezova A.N., Kasymov S.K., Rebezov M.B. Study of the chemical composition of cedar wood pulp for the production of functional products. *Bulletin of Shakarim University*. 2020; 1(89): 80–82 (in Kazakh).
- Rebezov M.B., Nikitin Ye.B., Temerbayeva M.V., Uryumtseva T.I. Current state and prospects of fortified food production in Russia and Kazakhstan. *Vestnik of the Innovative Eurasian University*. 2020; 4: 143–151. <https://doi.org/10.37788/2020-4/143-151>

18. Okuskhanova, E. *et al.* Development of Minced Meatball Composition for the Population from Unfavorable Ecological Regions. *Annual Research & Review in Biology*. 2017; 13(3): 1–9. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2017/33337>
19. Зинина О., Павлова Я., Ребезов М., Чанов И., Николина А., Нурымхан Г. Разработка и исследование крекера, обогащенного пищевыми волокнами. *Аграрная наука*. 2022; (9): 173–179. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-173-179>
20. Rebezov M., Temerbayeva M., Uryumtseva T. Results of mathematical analysis of experimental data fermentation of skimmed milk to produce a fermented milk product. *Инновационный Евразийский университет: журнал научных исследований*. 2022; 87(3): 65–71. <https://doi.org/10.37788/2022-3/65-71>
21. Varivoda A., Kenijz N., Rebezov M., Okuskhanova E. Development of dietary food with the use of soy protein. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018; 9(4): 1005–1013.
22. Everard A., Cani P.D. Diabetes, obesity and gut microbiota. *Best practice & research Clinical gastroenterology*. 2013; 27(1): 73–83. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bpg.2013.03.007>
23. Bien J., Palagani V., Bozko P. The intestinal microbiota dysbiosis and Clostridium difficile infection: is there a relationship with inflammatory bowel disease? *Therapeutic advances in gastroenterology*. 2013; 6(1): 53–68. <https://doi.org/10.1177/1756283X12454590>
24. Zhu S. *et al.* The progress of gut microbiome research related to brain disorders. *Journal of neuroinflammation*. 2020; (17): 1–20. <https://doi.org/10.1186/s12974-020-1705-z>
25. Vanga S.K., Raghavan V. How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? *Journal of food science and technology*. 2018; 55(1): 10–20. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2915-y>
26. Verni M., Demarinis C., Rizzello C.G., Baruzzi F. Design and characterization of a novel fermented beverage from lentil grains. *Foods*. 2020; 9(7): 893. <https://doi.org/10.3390/foods9070893>
27. Proserpio C. *et al.* Winemaking byproducts as source of antioxidant components: Consumers' acceptance and expectations of phenol-enriched plant-based food. *Antioxidants*. 2020; 9(8): 661. <https://doi.org/10.3390/antiox9080661>
28. Rebezov M. *et al.* Nutritional and Technical Aspect of Tiger Nut and Its Micro-constituents: An Overview. *Food Reviews International*. 2023, 39(6): 3262–3282. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.2011910>
29. Третьяк Л., Ребезов М., Гебель В., Мифтахутдинов А. Анализ потребительских предпочтений и оценка свойств органической пищевой продукции. *АПК России*. 2022; 29(2): 262–270. <https://doi.org/10.55934/2587-8824-2022-29-2-262-270>
30. Кенйиз Н.В., Варивода А.А., Ребезов М.Б. Разработка научно обоснованных подходов к проектированию специализированных пищевых продуктов для геродиетического питания. *Аграрная наука*. 2023; 377(12): 143–150. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-143-150>
31. Варивода А.А., Кенйиз Н.В., Ребезов М.Б. Разработка научно обоснованных подходов к проектированию пищевых продуктов направленного действия для геродиетического питания. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 145–151. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-145-151>
32. Bhat Z.F., Fayaz H. Prospectus of cultured meat—advancing meat alternatives. *Journal of food science and technology*. 2011; 48: 125–40. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0198-7>
33. Sethi S., Tyagi S.K., Anurag R.K. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of food science and technology*. 2016; 53: 3408–23. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>
34. Palacios O.M., Badran J., Spence L., Drake M.A., Reisner M., Moskowitz H.R. Measuring acceptance of milk and milk substitutes among younger and older children. *Journal of food science*. 2010; 75(9): S522–6. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01839.x>
35. Schyver T., Smith C. Reported attitudes and beliefs toward soy food consumption of soy consumers versus nonconsumers in natural foods or mainstream grocery stores. *Journal of Nutrition Education and Behavior*. 2005; 37(6): 292–9. [https://doi.org/10.1016/S1499-4046\(06\)60159-0](https://doi.org/10.1016/S1499-4046(06)60159-0)
36. Kundu P., Dhankhar J., Sharma A. Development of Non Dairy Milk Alternative Using Soymilk and Almond Milk. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*. 2018;6(1): 203–210. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.1.23>
37. Nile S. *et al.* Soybean Processing Wastes: Novel Insights on Their Production, Extraction of Isoflavones, and Their Therapeutic Properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2022; 70(23): 6849–6863. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c04927>
38. Ahsan S. *et al.* Technofunctional quality assessment of soymilk fermented with *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*. *Biotechnology and Applied Biochemistry*. 2022; 69(1): 172–182. <https://doi.org/10.1002/bab.2094>
39. Jayachandran M., Xu B. An insight into the health benefits of fermented soy products. *Food Chem*. 2019; (271): 362–371. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.158>
40. Nogueira-de-Almeida C.A., Ferraz I.S., Ued F.D., Almeida A.C., Ciampo L.A. Impact of soy consumption on human health: integrative review. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2020; 23. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.12919>
41. Rasika D. *et al.* Plant-based milk substitutes as emerging probiotic carriers. *Current Opinion in Food Science*. 2021; (38): 8–20. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.10.025>
18. Okuskhanova, E. *et al.* Development of Minced Meatball Composition for the Population from Unfavorable Ecological Regions. *Annual Research & Review in Biology*. 2017; 13(3): 1–9. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2017/33337>
19. Zinina O.V., Pavlova Ya.S., Rebezov M.B., Chanov I.M., Nikolina A.D., Nurymkhan G.N. Development and examination of a cracker enriched with dietary fiber. *Agrarian science*. 2022; (9): 173–179 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-173-179>
20. Rebezov M., Temerbayeva M., Uryumtseva T. Results of mathematical analysis of experimental data fermentation of skimmed milk to produce a fermented milk product. *Bulletin of the innovative university of Eurasia*. 2022; 87(3): 65–71. <https://doi.org/10.37788/2022-3/65-71>
21. Varivoda A., Kenijz N., Rebezov M., Okuskhanova E. Development of dietary food with the use of soy protein. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018; 9(4): 1005–1013.
22. Everard A., Cani P.D. Diabetes, obesity and gut microbiota. *Best practice & research Clinical gastroenterology*. 2013; 27(1): 73–83. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bpg.2013.03.007>
23. Bien J., Palagani V., Bozko P. The intestinal microbiota dysbiosis and Clostridium difficile infection: is there a relationship with inflammatory bowel disease? *Therapeutic advances in gastroenterology*. 2013; 6(1): 53–68. <https://doi.org/10.1177/1756283X12454590>
24. Zhu S. *et al.* The progress of gut microbiome research related to brain disorders. *Journal of neuroinflammation*. 2020; (17): 1–20. <https://doi.org/10.1186/s12974-020-1705-z>
25. Vanga S.K., Raghavan V. How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? *Journal of food science and technology*. 2018; 55(1): 10–20. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2915-y>
26. Verni M., Demarinis C., Rizzello C.G., Baruzzi F. Design and characterization of a novel fermented beverage from lentil grains. *Foods*. 2020; 9(7): 893. <https://doi.org/10.3390/foods9070893>
27. Proserpio C. *et al.* Winemaking byproducts as source of antioxidant components: Consumers' acceptance and expectations of phenol-enriched plant-based food. *Antioxidants*. 2020; 9(8): 661. <https://doi.org/10.3390/antiox9080661>
28. Rebezov M. *et al.* Nutritional and Technical Aspect of Tiger Nut and Its Micro-constituents: An Overview. *Food Reviews International*. 2023, 39(6): 3262–3282. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.2011910>
29. Tretyak L., Rebezov M., Gebel V., Miftakhutdinov A. Analysis of consumer preferences and assessment of the properties of organic food products. *Agroindustrial complex of Russia*. 2022; 29(2): 262–270 (in Russian). <https://doi.org/10.55934/2587-8824-2022-29-2-262-270>
30. Keniyz N. V., Varivoda A. A., Rebezov M. B. Development of scientifically based approaches to the design of specialized food products for gerodietetic nutrition. *Agrarian science*. 2023; 377(12): 143–150 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-143-150>
31. Varivoda A.A., Keniyz N.V., Rebezov M.B. Development of evidence-based approaches to the design of targeted food products for gerodietary nutrition. *Agrarian science*. 2023;(4): 145–151 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-145-151>
32. Bhat Z.F., Fayaz H. Prospectus of cultured meat—advancing meat alternatives. *Journal of food science and technology*. 2011; 48: 125–40. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0198-7>
33. Sethi S., Tyagi S.K., Anurag R.K. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of food science and technology*. 2016; 53: 3408–23. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>
34. Palacios O.M., Badran J., Spence L., Drake M.A., Reisner M., Moskowitz H.R. Measuring acceptance of milk and milk substitutes among younger and older children. *Journal of food science*. 2010; 75(9): S522–6. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01839.x>
35. Schyver T., Smith C. Reported attitudes and beliefs toward soy food consumption of soy consumers versus nonconsumers in natural foods or mainstream grocery stores. *Journal of Nutrition Education and Behavior*. 2005; 37(6): 292–9. [https://doi.org/10.1016/S1499-4046\(06\)60159-0](https://doi.org/10.1016/S1499-4046(06)60159-0)
38. Kundu P., Dhankhar J., Sharma A. Development of Non Dairy Milk Alternative Using Soymilk and Almond Milk. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*. 2018;6(1): 203–210. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.1.23>
39. Nile S. *et al.* Soybean Processing Wastes: Novel Insights on Their Production, Extraction of Isoflavones, and Their Therapeutic Properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2022; 70(23): 6849–6863. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c04927>
40. Ahsan S. *et al.* Technofunctional quality assessment of soymilk fermented with *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*. *Biotechnology and Applied Biochemistry*. 2022; 69(1): 172–182. <https://doi.org/10.1002/bab.2094>
41. Jayachandran M., Xu B. An insight into the health benefits of fermented soy products. *Food Chem*. 2019; (271): 362–371. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.158>
42. Nogueira-de-Almeida C.A., Ferraz I.S., Ued F.D., Almeida A.C., Ciampo L.A. Impact of soy consumption on human health: integrative review. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2020;23. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.12919>
41. Rasika D. *et al.* Plant-based milk substitutes as emerging probiotic carriers. *Current Opinion in Food Science*. 2021; (38): 8–20. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.10.025>

42. Tangyu M., Muller J., Bolten C.J., Wittmann C. Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2019; (103): 9263–9275. doi: 10.1007/s00253-019-10175-9.
43. Nasrabadi M.N., Doost A.S., Mezzenga R. Modification approaches of plant-based proteins to improve their techno-functionality and use in food products. *Food Hydrocolloids.* 2021; (118): 106789. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106789>
44. Yigit A.A. Animal and plant-based milk and their antioxidant properties. *Veterinary Journal of Mehmet Akif Ersoy University.* 2020; 4(2): 113–22. <https://doi.org/10.24880/maeu.2020.4.2.113-22>
45. Ketnawa S., Ogawa Y. Evaluation of protein digestibility of fermented soybeans and changes in biochemical characteristics of digested fractions. *Journal of Functional Foods.* 2019; (52): 640–7. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.11.046>
46. Sindhu S.C., Khetarpaul N. Probiotic fermentation of indigenous food mixture: Effect on antinutrients and digestibility of starch and protein. *J. Food Compost. Anal.* 2001; (14): 601–609. <https://doi.org/10.1006/jfca.2001.1022>
47. Shi L., Mu K., Arntfield S.D., Nickerson M.T. Changes in levels of enzyme inhibitors during soaking and cooking for pulses available in Canada. *Journal of food science and technology.* 2017; (54): 1014–22. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2519-6>
48. Lima, K. et al. Evaluation of culture media for enumeration of *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium animalis* in the presence of *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *Lwt — Food Science and Technology.* 2009; (42): 491–495. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.08.011>
49. Marcoux V. et al. Production of *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii* in whey-based media. *Journal of Fermentation and Bioengineering.* 1992; (74): 95–99. [https://doi.org/10.1016/0922-338X\(92\)80008-7](https://doi.org/10.1016/0922-338X(92)80008-7)
50. Zahrani A.J., Shori A.B. Viability of probiotics and antioxidant activity of soy and almond milk fermented with selected strains of probiotic *Lactobacillus spp.* *LWT.* 2023; (176): 114531. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114531>
51. Fernandez-Garcia E., McGregor J.U. Determination of organic acids during the fermentation and cold storage of yogurt. *Journal of Dairy Science.* 1994;77(10): 2934–9. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77234-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77234-9)
52. Le Lay C. et al. Identification and quantification of antifungal compounds produced by lactic acid bacteria and propionibacteria. *International Journal of Food Microbiology.* 2016; (239): 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.06.020>
53. BeMiller J.N. Carbohydrate Analysis. In: Nielsen, S.S. (eds) *Food Analysis. Food Science Text Series. Springer, Cham.* 2017. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5_19
54. Rodríguez-Roque M.J., Rojas-Graü M.A., Elez-Martínez P., Martín-Belloso O. Soymilk phenolic compounds, isoflavones and antioxidant activity as affected by in vitro gastrointestinal digestion. *Food Chemistry.* 2013; 136(1): 206–12. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.115>
55. Mital B.K., Steinkraus K.H., Naylor H.B. Growth of lactic acid bacteria in soymilks. *J Food Sci.* 1974. (39): 1018–1022. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1974.tb07300.x>
56. Mital B.K., Steinkraus K.H. Fermentation of soy milk by lactic acid bacteria. *J Food Prot.* 1979; (5): 848–902 <https://doi.org/10.4315/0362-028X-42.11.895>
57. Shihata A., Shah N.P. Proteolytic profiles of yogurt and probiotic bacteria. *Int Dairy.* 2000; (10): 401–408 [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(00\)00072-8](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(00)00072-8)
58. Kumari M. et al. Characterization of probiotic lactobacilli and development of fermented soymilk with improved technological properties. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie.* 2022; (154): 112827. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112827>
59. Tarnaud F. et al. Differential Adaptation of *Propionibacterium freudenreichii* CIRM-BIA129 to Cow's Milk Versus Soymilk Environments Modulates Its Stress Tolerance and Proteome. *Frontiers in Microbiology.* 2020; (11): 549027. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.549027>
60. Pyo Y.H., Lee T.C., Lee Y.C. Effect of lactic acid fermentation on enrichment of antioxidant properties and bioactive isoflavones in soybean. *J. Food Sci.* 2005; (70): S215–S220. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07160.x>

ОБ АВТОРАХ:

Наталья Владимировна Яковченко

кандидат технических наук, доцент факультета биотехнологий, старший научный сотрудник
nviakovchenko@itmo.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5188-5916>

Мария Александровна Анцыперова

кандидат технических наук, заведующий лабораторией, младший научный сотрудник, преподаватель факультета биотехнологий
antsyperova@itmo.ru
<https://orcid.org/0009-0004-0005-6597>

Университет ИТМО,
ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, 191002, Россия

42. Tangyu M., Muller J., Bolten C.J., Wittmann C. Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2019; (103):9263–9275. doi: 10.1007/s00253-019-10175-9.

43. Nasrabadi M.N., Doost A.S., Mezzenga R. Modification approaches of plant-based proteins to improve their techno-functionality and use in food products. *Food Hydrocolloids.* 2021; (118): 106789. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106789>

44. Yigit A.A. Animal and plant-based milk and their antioxidant properties. *Veterinary Journal of Mehmet Akif Ersoy University.* 2020; 4(2): 113–22. <https://doi.org/10.24880/maeu.2020.4.2.113-22>

45. Ketnawa S., Ogawa Y. Evaluation of protein digestibility of fermented soybeans and changes in biochemical characteristics of digested fractions. *Journal of Functional Foods.* 2019; (52): 640–7. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.11.046>

46. Sindhu S.C., Khetarpaul N. Probiotic fermentation of indigenous food mixture: Effect on antinutrients and digestibility of starch and protein. *J. Food Compost. Anal.* 2001; (14): 601–609. <https://doi.org/10.1006/jfca.2001.1022>

46. Shi L., Mu K., Arntfield S.D., Nickerson M.T. Changes in levels of enzyme inhibitors during soaking and cooking for pulses available in Canada. *Journal of food science and technology.* 2017; (54): 1014–22. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2519-6>

48. Lima, Kátia et al. Evaluation of culture media for enumeration of *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium animalis* in the presence of *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *Lwt — Food Science and Technology.* 2009; (42): 491–495. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.08.011>

49. Marcoux V. et al. Production of *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii* in whey-based media. *Journal of Fermentation and Bioengineering.* 1992; (74): 95–99. [https://doi.org/10.1016/0922-338X\(92\)80008-7](https://doi.org/10.1016/0922-338X(92)80008-7)

47. Zahrani A.J., Shori A.B. Viability of probiotics and antioxidant activity of soy and almond milk fermented with selected strains of probiotic *Lactobacillus spp.* *LWT.* 2023; (176): 114531. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114531>

48. Fernandez-Garcia E., McGregor J.U. Determination of organic acids during the fermentation and cold storage of yogurt. *Journal of Dairy Science.* 1994;77(10): 2934–9. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77234-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77234-9)

49. Le Lay C. et al. Identification and quantification of antifungal compounds produced by lactic acid bacteria and propionibacteria. *International Journal of Food Microbiology.* 2016; (239): 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.06.020>

50. BeMiller J.N. Carbohydrate Analysis. In: Nielsen, S.S. (eds) *Food Analysis. Food Science Text Series. Springer, Cham.* 2017. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5_19

51. Rodríguez-Roque MJ, Rojas-Graü MA, Elez-Martínez P, Martín-Belloso O. Soymilk phenolic compounds, isoflavones and antioxidant activity as affected by in vitro gastrointestinal digestion. *Food Chemistry.* 2013; 136(1): 206–12. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.115>

55. Mital B.K., Steinkraus K.H., Naylor H.B. Growth of lactic acid bacteria in soymilks. *J Food Sci.* 1974. (39): 1018–1022. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1974.tb07300.x>

56. Mital B.K., Steinkraus K.H. Fermentation of soy milk by lactic acid bacteria. *J Food Prot.* 1979; (5): 848–902 <https://doi.org/10.4315/0362-028X-42.11.895>

57. Shihata A., Shah N.P. Proteolytic profiles of yogurt and probiotic bacteria. *Int Dairy.* 2000; (10): 401–408 [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(00\)00072-8](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(00)00072-8)

58. Kumari M. et al. Characterization of probiotic lactobacilli and development of fermented soymilk with improved technological properties. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie.* 2022; (154): 112827. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112827>

53. Tarnaud F. et al. Differential Adaptation of *Propionibacterium freudenreichii* CIRM-BIA129 to Cow's Milk Versus Soymilk Environments Modulates Its Stress Tolerance and Proteome. *Frontiers in Microbiology.* 2020; (11): 549027. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.549027>

60. Pyo Y.H., Lee T.C., Lee Y.C. Effect of lactic acid fermentation on enrichment of antioxidant properties and bioactive isoflavones in soybean. *J. Food Sci.* 2005; (70): S215–S220. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07160.x>

ABOUT THE AUTHORS:

Natalia Vladimirovna Iakovchenko,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Faculty of Biotechnologies (BioTech), Senior Researcher
nviakovchenko@itmo.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5188-5916>

Mariia Aleksandrovna Antsyperova

Candidate of Technical Sciences, Head of Laboratory, junior researcher, lecturer of the Faculty of Biotechnologies (BioTech)
antsyperova@itmo.ru
<https://orcid.org/0009-0004-0005-6597>

ITMO University,
9 Lomonosov Str., Saint-Petersburg, 191002, Russia

УДК 338.439:664.1

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-157-162

А.Р. Кузнецова¹ ✉
Г.Е. Жолдоякова²
А.И. Ахметьянова³
А.И. Кузнецов³

¹Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

²Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

³Уфимский университет науки и технологий, Уфа, Россия

✉ alfia_2009@mail.ru

Поступила в редакцию:
10.09.2023

Одобрена после рецензирования:
09.02.2024

Принята к публикации:
26.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-157-162

Alfiya R. Kuznetsova¹ ✉
Gulden E. Zholdoyakova²
Albina I. Akhmetyanova³
Aleksander I. Kuznetsov³

¹Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

²S. Seifullin Kazakh Agro-Technical Research University Astana, Kazakhstan

³Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia

✉ oltolt@mail.ru

Received by the editorial office:
10.09.2023

Accepted in revised:
09.02.2024

Accepted for publication:
26.02.2024

Тенденции мирового производства сахарной свеклы и уровень потребления сахара

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Сахарная свекла — один из видов сырья, из которого производится сахар-песок, а он в свою очередь является одним из индикаторов, по которому осуществляется оценка продовольственной безопасности любой страны. В 2020 году страны Европы произвели 47,6% от общего мирового объема сахарной свеклы, страны Азии — 18,6%, Америки — 13,3%, Российская Федерация — 13,7%, страны Африки — 6,7%. При этом рост удельного веса производства сахарной свеклы в общемировом производстве произошел в странах Азии (с 15,9% в 2010 г. до 18,6% в 2020-м), в Российской Федерации (с 10,1 до 13,7%), в странах Африки (с 4,6 до 6,7%). Сокращение объемов производства сахарной свеклы отмечалось в странах Европы — с 55,4% в 2010 г. до 47,6% в 2020-м, в странах Америки — с 14 до 13,3%. В Российской Федерации объемы производства сахара в расчете на душу населения в целом удовлетворяют не только рациональным нормам потребления, но и всем критериям продовольственного самообеспечения. Превышение фактического объема потребления над рациональным в России составляет 62,5%. Наиболее низкие объемы производства сахарной свеклы отмечаются в таких странах, как Греция, Португалия, Северная Македония, Пакистан, Азербайджан, Туркмения, Казахстан, Молдова, Киргизия, и некоторых других.

Результаты. Результаты исследования показали, что для повышения экономических показателей производства сахарной свеклы российским товаропроизводителям необходимо реализовать политику интенсификации сельскохозяйственного производства наряду с обновлением материально-технической базы с применением современных агротехнологий и развитием собственных селекционно-генетических центров.

Ключевые слова: сахарная свекла, страны мира, производство, потребление сахара

Для цитирования: Кузнецова А.Р., Жолдоякова Г.Е., Ахметьянова А.И., Кузнецов А.И. Тенденции мирового производства сахарной свеклы и уровень потребления сахара. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 157–162.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-157-162>

© Кузнецова А.Р., Жолдоякова Г.Е., Ахметьянова А.И., Кузнецов А.И.

Trends in global sugar beet production and sugar consumption levels

ABSTRACT

Relevance. Sugar beet is one of the raw materials from which granulated sugar is produced, and it, in turn, is one of the indicators by which the food security of any country is assessed. In 2020, European countries produced 47.6% of the total global volume of sugar beet, Asian countries — 18.6%, America — 13.3%, the Russian Federation — 13.7%, African countries — 6.7%. At the same time, the share of sugar beet production in global production increased in Asian countries (from 15.9% in 2010 up to 18.6% in 2020), in the Russian Federation (from 10.1 to 13.7%), in African countries (from 4.6 to 6.7%).

A decrease in sugar beet production was noted in European countries — from 55.4% in 2010 to 47.6% in 2020, in American countries — from 14 to 13.3%. In the Russian Federation, sugar production per capita generally meets not only rational consumption standards, but also all criteria for food self-sufficiency. The excess of actual consumption over rational consumption in Russia is 62.5%.

The lowest sugar beet production volumes are observed in countries such as Greece, Portugal, North Macedonia, Pakistan, Azerbaijan, Turkmenistan, Kazakhstan, Moldova, Kyrgyzstan, and some others.

Results. The results of the study showed that in order to increase the economic indicators of sugar beet production, Russian commodity producers need to implement a policy of intensification of agricultural production along with updating the material and technical base using modern agricultural technologies and the development of their own breeding and genetic centers.

Key words: sugar beets, countries of the world, production, sugar consumption

For citation: Kuznetsova A.R., Zholdoyakova G.E., Akhmetyanova A.I., Kuznetsov A.I. Trends in world sugar beet production and sugar consumption levels. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 157–162 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-157-162>

© Kuznetsova A.R., Zholdoyakova G.E., Akhmetyanova A.I., Kuznetsov A.I.

Введение/Introduction

Вопросы производства сахарной свеклы являются актуальными для многих стран мира.

Производство сахарной свеклы выполняет несколько функций: продовольственную, промышленную, кормовую, техническую, социальную.

Согласно мнению В.М. Ворониной и О.П. Михайловой, «сахар — это социально значимый продукт питания, производство и потребление сахара и его производных как населением, так и в отраслях промышленности имеют большое значение для развития национальной экономики» [1]. Авторы разделяют мнение российских экспертов в том, что «важным условием функционирования рынка сахарной свеклы и сахара является его государственное регулирование, цели которого — повышение конкурентоспособности российского свекловичного сахара и увеличение его удельного веса в формировании ресурсов внутреннего рынка» [2].

Большинство авторов сходятся во мнении, что главные причины нестабильного производства сахарной свеклы по годам не только природные, но и экономические. Так, по мнению Н.В. Быковской, Н.М. Ивановой и О.Б. Сококовой, «основным фактором повышения экономической эффективности производства сахарной свеклы является применение передовых энергосберегающих технологий выращивания сахарной свеклы с использованием более производительной техники, что приводит к дальнейшему развитию специализации и концентрации» [3].

В работе курских экономистов-аграрников отмечается: «В свеклосахарном производстве ценообразование является проблемой сочетания экономических интересов сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий» [4]. В диссертационной работе Е.Ю. Калининцевой раскрываются главные причины низкого уровня конкурентоспособности свеклосахарного производства: «Высокая себестоимость сахара, вырабатываемого из сахарной свеклы, увеличение импорта сырья и белого сахара» [5].

В работе Р.Е. Белкина, Е.В. Векленко, И.И. Степкина, В.М. Солошенко проведен корреляционно-регрессионный анализ влияния затрат труда и материально-денежных средств на уровень урожайности сахарной свеклы, который показал, что «урожайность существенно зависит только от величины материально-денежных затрат, поскольку коэффициент корреляции между величиной урожайности и затратами на 1 га посевов сахарной свеклы составил 0,677, а между урожайностью и затратами труда на 1 га посевов — только 0,022 (со знаком минус)» [6].

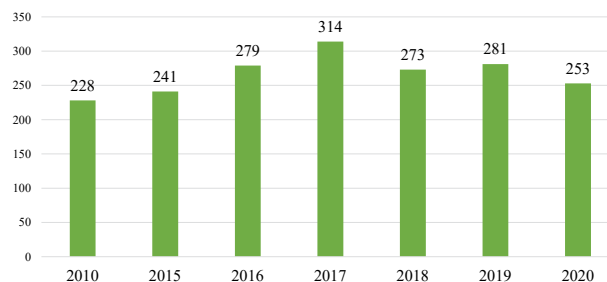
Основная цель данной работы — изучение тенденций мирового производства сахарной свеклы и уровня потребления сахара.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

В работе использованы официальные данные Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации¹ с 2010 по 2020 год.

Рис. 1. Производство сахарной свеклы в мире в целом, млн т

Fig. 1. Global sugar beet production, mln t



Для анализа применены экономико-статистический, монографический, аналитический методы исследования.

Результаты и обсуждение / Results and discussions

Согласно данным официальной имеющейся статистики², объемы производства сахарной свеклы по годам неоднородны, зависят от природных явлений и погодных особенностей (рис. 1).

Наиболее благоприятным годом для производства сахарной свеклы в мире был 2017-й.

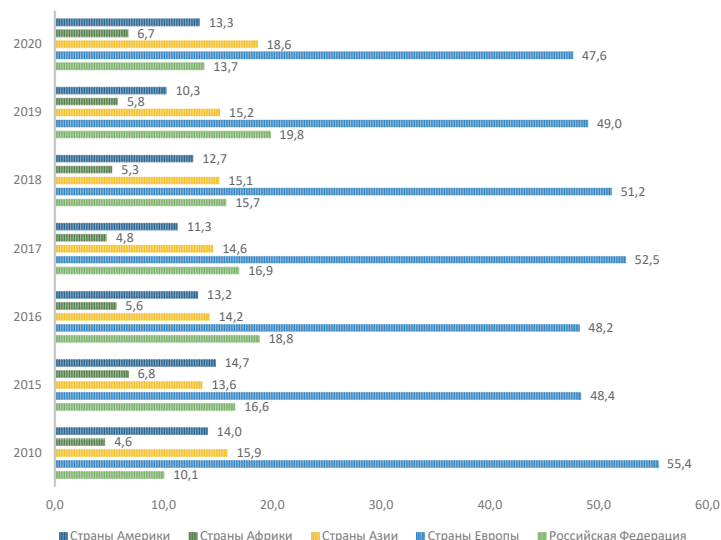
Кроме того, в 2019, 2016 и 2018 гг. был отмечен урожай сахарной свеклы объемом свыше 250 млн т. Несмотря на то что 2010 г. был засушливым, объем производства сахарной свеклы составил 228 млн т, что на 27,4% меньше, чем в успешном 2017 г.

Если рассматривать структуру производства сахарной свеклы по континентам, можно наблюдать снижение удельного веса производства сахарной свеклы в странах Европы — с 55,4% в 2010 г. до 47,6% в 2020-м (рис. 2).

Согласно официальным данным, в 2010 г. наибольший удельный вес по производству сахарной свеклы принадлежал странам Европы (55,4%), затем странам Азии (15,9%), Америки (10,1%), Российской Федерации (4,6%) и странам Африки (5,8%).

Рис. 2. Производство сахарной свеклы в России, странах Европы, Азии, Африки и Америки, %³

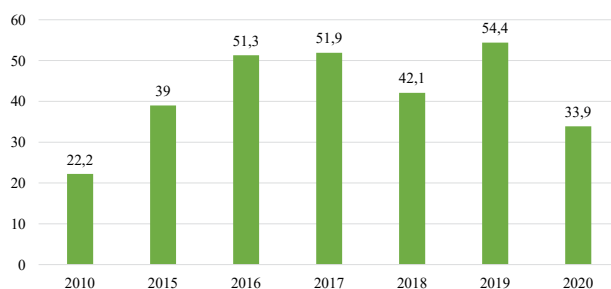
Fig. 2. Sugar beet production in Russia, Europe, Asia, Africa and America, %



¹ Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации. Источник: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 05.09.2023).

² Россия и страны мира : Стат. сб. / Росстат. Москва. 2022; 135–243. Источник: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Strani_mira_2022.pdf (дата обращения: 10.08.2023).

³ Россия и страны мира : Стат. сб. / Росстат. Москва. 2022; 242. Источник: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Strani_mira_2022.pdf (дата обращения: 10.08.2023).

Рис. 3. Производство сахарной свеклы в Российской Федерации, млн т²**Fig. 3.** Sugar beet production in the Russian Federation, million tons

К 2020 году структура производства сахарной свеклы несколько изменилась: страны Европы произвели 47,6% от общего объема, страны Азии — 18,6%, Америки — 13,3%, Российская Федерация — 13,7%, страны Африки — 6,7%.

Сахарная свекла — один из видов сырья, из которого производится сахар-песок, а он в свою очередь входит в группу показателей, по которому осуществляется оценка продовольственной безопасности любой страны. В Российской Федерации объемы производства сахара в расчете на душу населения в целом удовлетворяют не только рациональным нормам потребления, но и всем критериям продовольственного самообеспечения. Данный факт подтверждают расчеты Е.Ю. Калиничевой, которая в своей работе пишет: «С целью преодоления угрозы продовольственной безопасности и полного обеспечения населения свекловичным сахаром потребуется выращивать 33,95 млн т сырья сахарной свеклы фабричной (с учетом выхода сахара на сахарном заводе 12% и потерь при ее переработке 5%) на посевной площади 1162,3 тыс. га» [7].

Рассмотрим объемы и структуру производства сахарной свеклы в странах Европы с 2010 по 2020 г. (табл. 1).

Среди стран Европы бесспорным лидером по производству сахарной свеклы по итогам 2020 г. являлась Германия. С 2010 по 2020 г. объемы производства данной продукции здесь увеличились с 23,4 до 28,6 млн т, а удельный вес — с 19,1 до 24,3%. Второе место по объемам производства сахарной свеклы в 2020 г. среди стран Европы принадлежало Франции — 26,2 млн т, удельный вес составил 22,3%.

Важно отметить, что в 2010 г. лидером по производству сахарной свеклы была Франция, в то время в стране было произведено 19,1% сахарной свеклы от общего объема, произведенного в Европе. Третье место по производству сахарной свеклы принадлежало Польше (14,2 млн т, или 12,1%). При этом в 2010 г. она занимала четвертую позицию в рейтинге по производству сахарной свеклы среди европейских стран. Четвертое место занимала Украина (9,2 млн т, или 7,8%, в 2020 г.), затем Нидерланды (6,7 млн т,

или 5,7%), Великобритания (6 млн т, или 5,7%), Беларусь (4 млн т, или 3,4%), Чехия (3,7 млн т, или 3,1%), Дания (2,6 млн т, или 2,2%), Испания (2,4 млн т, или 2%), Австрия (2,1 млн т, или 1,8%), Сербия и Швеция (по 2 млн т, или по 1,7%), Италия (1,8 млн т, или 1,5%) и т. д.

Рассмотрим структуру и объемы производства сахарной свеклы в некоторых странах Азии.

Среди стран Азии лидером по производству сахарной свеклы по итогам 2020 г. была Турция. С 2010 по 2020 г. объемы производства данной продукции здесь увеличились с 17,9 до 23 млн т, а удельный вес незначительно уменьшился — с 51,1 до 50%. На втором месте по объемам производства сахарной свеклы в 2020 г. среди стран Азии находился Китай — 11,6 млн т, а удельный вес составил 25,2%. Третье место по удельному весу производства сахарной свеклы принадлежал Исламской Республике Иран (13,5%), Японии — 8,5%, Казахстану — 1,1%, Киргизии — 0,9%, Азербайджану — 0,4%, Туркмени — 0,4%.

С 2010 по 2020 год нарастили объемы производства сахарной свеклы Турция, Китай, Иран, Япония, Казахстан и Киргизия.

Таблица 1. Структура и объемы производства сахарной свеклы в странах Европы²
Table 1. Structure and volumes of sugar beet production in European countries

Страны Европы	2010 г.		2015 г.		2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.		2020 г.	
	млн т	%	млн т	%	млн т	млн т	млн т	млн т	млн т	млн т	млн т	млн т	млн т	%
Германия	23,4	19,1	22,6	19,9	27,1	34,1	26,2	29,7	28,6	24,3				
Франция	31,9	26,1	33,5	29,4	34,6	46,3	39,9	38,0	26,2	22,3				
Польша	10,0	8,2	9,4	8,3	13,5	15,7	14,3	13,8	14,2	12,1				
Украина	13,7	11,2	10,3	9,1	14,0	14,9	14,0	10,2	9,2	7,8				
Нидерланды	5,3	4,3	4,9	4,3	5,5	8,0	6,5	6,6	6,7	5,7				
Великобритания	6,5	5,3	6,2	5,4	5,7	8,9	7,6	7,8	6,0	5,1				
Беларусь	3,8	3,1	3,3	2,9	4,3	5,0	4,8	4,9	4,0	3,4				
Чехия	3,1	2,5	3,4	3,0	4,1	4,4	3,7	3,7	3,7	3,1				
Дания	2,4	2,0	1,7	1,5	2,4	2,5	2,1	2,3	2,6	2,2				
Испания	3,5	2,9	3,6	3,2	3,0	3,3	2,9	2,8	2,4	2,0				
Австрия	3,1	2,5	2,9	2,5	3,5	3,0	2,2	2,0	2,1	1,8				
Сербия	3,3	2,7	2,2	1,9	2,7	2,5	2,3	2,3	2,0	1,7				
Швеция	2,0	1,6	1,2	1,1	2,0	2,0	1,7	2,0	2,0	1,7				
Италия	3,6	2,9	2,2	1,9	2,0	2,5	1,9	1,8	1,8	1,5				
Швейцария	1,3	1,1	1,4	1,2	1,3	1,5	1,3	1,5	1,4	1,2				
Словакия	1,0	0,8	1,2	1,1	1,5	1,2	1,3	1,3	1,3	1,1				
Литва	0,7	0,6	0,6	0,5	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	0,8				
Венгрия	0,8	0,7	0,9	0,8	1,1	1,1	1,0	0,8	0,8	0,7				
Румыния	0,8	0,7	1,0	0,9	1,0	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7				
Молдова	0,8	0,7	0,5	0,4	0,7	0,9	0,7	0,6	0,4	0,3				
Финляндия	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3				
Греция	0,9	0,7	0,4	0,4	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1				
Всего	122,4	100,0	113,8	100,0	131,6	160,8	136,8	134,6	117,6	100,0				

Таблица 2. Структура и объемы производства сахарной свеклы в странах Азии²
Table 2. Structure and volumes of sugar beet production in Asian countries

Страны Азии	2010 г.		2015 г.		2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.		2020 г.	
	млн т	%	млн т	%	млн т	млн т	млн т	млн т	млн т	млн т	млн т	млн т	млн т	%
Турция	17,9	51,1	16,5	51,7	19,6	21,1	17,4	18,1	23,0	50,0				
Китай	9,3	26,6	5,1	16,0	8,5	9,4	11,3	12,3	11,6	25,2				
Исламская Республика Иран	3,9	11,1	5,6	17,6	6,0	8,4	6,3	5,7	6,2	13,5				
Япония	3,1	8,9	3,9	12,2	3,2	3,9	3,6	4	3,9	8,5				
Казахстан	0,2	0,6	0,2	0,6	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	1,1				
Киргизия	0,1	0,3	0,2	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,4	0,9				
Азербайджан	0,3	0,9	0,2	0,6	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,4				
Туркмени	0,2	0,6	0,2	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4				
Всего	35,0	100,0	31,9	100,0	38,8	44,6	40,4	41,7	46,0	100,0				

Опираясь на данные Росстата², рассмотрим объемы и структуру производства сахарной свеклы в странах Африки (табл. 3).

Доля сахарной свеклы, произведенной в Египте, с 2010 по 2020 г. возросла с 76,5 до 78,3%, при этом реальные объемы производства сахарной свеклы увеличились с 7,8 до 13 млн т, то есть на 66,6%. В Марокко объемы производства сахарной свеклы возросли с 2,4 до 3,6 млн т, темп роста объемов производства составил 50%, при этом удельный вес производства сахарной свеклы уменьшился с 23,5 до 21,7%.

Рассмотрим объемы производства сахарной свеклы в некоторых странах Америки (табл. 4).

Несмотря на то что физический объем производства сахарной свеклы с 2010 по 2020 г. в США увеличился с 29,1 до 30,5 млн т, то есть на 4,8%, удельный вес производства сахарной свеклы уменьшился — с 93,9 до 92,7%. Объемы производства сахарной свеклы в Чили в 2020 г. составили 1,3 млн т (или 4% от общего объема стран Америки), в Канаде — 1,1 млн т (3,3%). В Чили объемы производства сахарной свеклы уменьшились — с 1,4 до 1,3 млн т, а в Канаде возросли — с 0,5 до 1,1 млн т.

Рассмотрим долю производства сахарной свеклы в странах-лидерах от общего объема производства в мире (рис. 4).

Рис. 4. Доля производства сахарной свеклы в странах-лидерах от общего объема производства в мире, %²

Fig. 4. The share of sugar beet production in the leading countries of the total production in the world, %

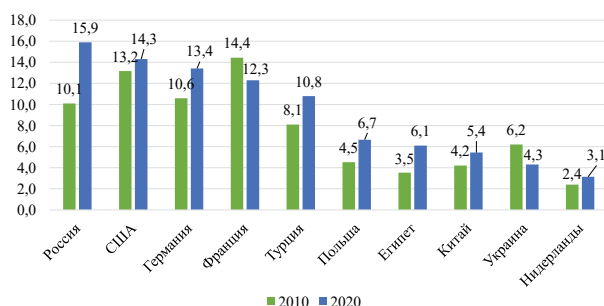
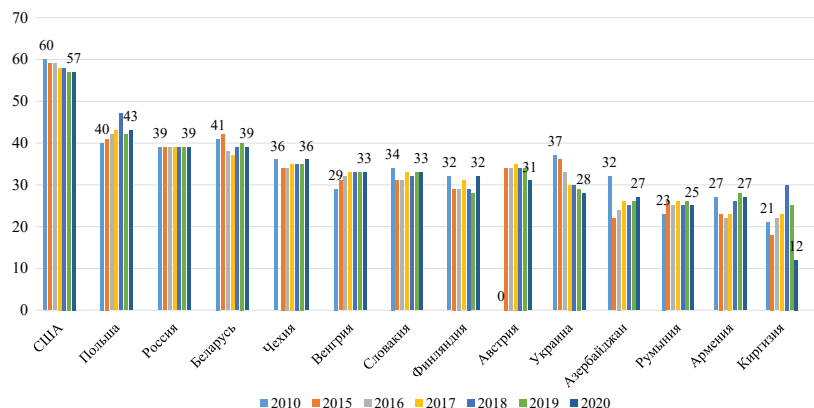


Рис. 5. Потребление сахара на душу населения в некоторых странах мира, кг в год⁵

Fig. 5. Sugar consumption per capita in selected countries of the world, kg per year



⁴ Приказ Министерства здравоохранения РФ от 19 августа 2016 г. № 614 «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания.

Источник: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71385784/?ysclid=imoobb1hwj560298818> (дата обращения: 08.08.2023).

⁵ Россия и страны мира : Стат. сб. / Росстат. Москва. 2022; 135. Источник: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Strani_mira_2022.pdf (дата обращения: 10.08.2023).

Таблица 3. Структура и объемы производства сахарной свеклы в странах Африки

Table 3. Structure and volumes of sugar beet production in African countries

Страны Африки	2010 г.		2015 г.		2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	
	млн т	%	млн т	%	млн т	млн т	млн т	млн т	млн т	%
Египет	7,8	76,5	12,0	181,8	11,2	10,9	10,4	12,2	13,0	78,3
Марокко	2,4	23,5	3,9	59,1	4,2	3,7	3,7	3,7	3,6	21,7
Всего	10,2	100,0	15,9	240,9	15,4	14,6	14,1	15,9	16,6	100,0

Таблица 4. Структура и объемы производства сахарной свеклы в странах Америки²

Table 4. Structure and volumes of sugar beet production in the Americas

Страны Америки	2010 г.		2015 г.		2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	
	млн.т	%	млн т	%	млн т	млн т	млн т	млн т	млн т	%
США	29,1	93,9	32,1	92,5	33,5	32	30,2	26,0	30,5	92,7
Чили	1,4	4,5	2,1	6,1	1,6	1,8	2,4	1,3	1,3	4,0
Канада	0,5	1,6	0,5	1,4	0,8	0,8	1,4	0,9	1,1	3,3
Всего	31,0	100,0	34,7	100,0	35,9	34,6	34,0	28,2	32,9	100,0

По итогам 2020 г. 10 стран мира произвели более 92% от общего объема производства сахарной свеклы: Россия — 15,9%, США — 14,3%, Германия — 13,4%, Франция — 12,3%, Турция — 10,8%, Польша — 6,7%, Египет — 6,1%, Китай — 5,4%, Украина — 4,3%, Нидерланды — 3,1%.

Потребление сахара на душу населения в России на протяжении многих лет — около 39 кг, при этом «рациональные нормы потребления сахара составляют 24 кг»⁴. Таким образом, превышение фактического объема потребления над рациональным в России — 62,5%.

В некоторых странах мира объем потребления сахара на душу населения также превосходит рациональные нормы потребления (рис. 5).

Превышение уровня потребляемого сахара над рациональным количеством отмечается в США (57 кг в 2020 г.), Польше (43 кг), России (39 кг), Беларуси (39 кг), Чехии (36 кг), Венгрии (33 кг), Словакии (33 кг), Финляндии (32 кг), Австрии (31 кг), Украине (28 кг) и некоторых других странах.

Вопросы обеспечения продовольственной безопасности являются актуальными для всех стран и регионов.

Российские ученые уделяют значительное внимание повышению экономической эффективности функционирования отрасли как путем объединения хозяйствующих субъектов в кооперативы [8–10], так и инновационному развитию отрасли [11] с учетом территориального деления и дифференцированных природно-климатических условий страны [12–14].

Многофакторный характер развития отрасли сельского хозяйства, неодинаковые условия ведения отрасли будут являться основой для продолжения многочисленных исследований в данном направлении.

Выводы/Conclusions

Проведенный анализ показал, что в целом Россия является самообеспеченной страной по уровню производства сахарной свеклы и потребления сахара в расчете на душу населения. В то же время информация о том, что крайне низкие объемы производства сахарной свеклы отмечаются в таких странах, как Греция, Португалия, Северная Македония, Пакистан, Азербайджан, Туркменистан, Казахстан, Молдова, Киргизия, и некоторых других, может быть полезной для тех товаропроизводителей, которые располагаются территориально близко к этим странам, особенно в случае если природно-географические, погодные и экономические факторы

производства сахарной свеклы и сахара в странах-лидерах позволяют увеличивать объемы производства для развития своего экспортного потенциала.

Результаты исследования показали, что для повышения экономических показателей производства сахарной свеклы российским товаропроизводителям необходимо реализовывать политику интенсификации с обновлением материально-технической базы с применением современных агротехнологий, при этом главное (на чем необходимо сконцентрировать внимание) — снижение импортозависимости в вопросах приобретения семенного материала, укрепление и активное развитие собственных селекционно-генетических центров.

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 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (код научной темы FZWU-2023-0002).

FUNDING

This research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (scientific code FZWU-2023-0002).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронина В.М., Михайлова О.П. Производство и потребление сахара в России: ситуационный анализ. *Экономические науки*. 2022; (4): 32–38. <https://doi.org/10.14451/1.209.32>
2. Сабетова Л.А., Левина М.В. Рынок сахарной свеклы и сахара в условиях импортозамещения. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015; (7): 89–91. <https://www.elibrary.ru/yikmrjx>
3. Быковская Н.В., Иванова Н.М., Соколов О.Б. Экономическая эффективность производства сахарной свеклы в России. *Инновации и инвестиции*. 2019; (1): 258–260. <https://www.elibrary.ru/pvkuiv>
4. Белкин Р.Е., Векленко Е.В., Золотарев А.А., Михилев А.В. Государственная поддержка производства сахарной свеклы. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014; (2): 15–17. <https://www.elibrary.ru/syjhqp>
5. Калиничева Е.Ю. Формирование конкурентоспособного свеклосахарного подкомплекса. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук. Орел. 2011: 40.
6. Белкин Р.Е., Векленко Е.В., Степкина И.И., Солошенко В.М. Обоснование прогнозных затрат на производство сахарной свеклы в областях ЦЧР. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2013; (9): 34–37. <https://www.elibrary.ru/rsblgb>
7. Калиничева Е.Ю., Романов А.Д. Экономическая оценка реализации ресурсного потенциала свеклосахарной отрасли в Орловской области. *Вестник Орловского государственного аграрного университета*. 2012; (5): 36–39. <https://www.elibrary.ru/pwixdd>
8. Головина С.Г., Ручкин А.В. Роль кооперативов в устойчивом развитии сельских территорий. *Аграрная наука*. 2023; (6): 131–138. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-131-138>
9. Головина С.Г., Ручкин А.В., Абилова Е.В. Роль цифровизации в успешном функционировании сельскохозяйственных кооперативов. *Аграрная наука*. 2023; (10): 167–174. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-167-174>
10. Головина С.Г., Ручкин А.В. Институциональный контекст функционирования сельскохозяйственных кооперативов: региональные особенности. *Аграрная наука*. 2022; (12): 165–171. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-165-171>
11. Баутин В.М., Голубев А.В. Особенности инновационного потенциала сельской локальной экономики и крупного агробизнеса. *Аграрная наука*. 2023; (10): 146–152. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-146-152>
12. Кузнецова А.Р. Тренды развития отрасли сельского хозяйства в странах Евразийского экономического союза. *Научные труды Вольного экономического общества России*. 2023; 243(5): 227–246. <https://www.elibrary.ru/ccggug>
13. Кузнецова А.Р., Дегтярев А.Н. Исторические тенденции развития отрасли сельского хозяйства в Иране. *Вестник Академии наук Республики Башкортостан*. 2023; 48(3): 57–64. <https://doi.org/10.24412/1728-5283-2023-3-57-64>
14. Улыбина Л.В., Алексеева Н.В., Семенов А.А. Тенденции развития аграрного сектора экономики Приволжского федерального округа. *Аграрная наука*. 2023; (8): 151–156. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-373-8-151-156>

REFERENCES

1. Voronina V.M., Mikhailova O.P. Sugar production and consumption in Russia: a situation analysis. *Economic Sciences*. 2022; (4): 32–38 (in Russian). <https://doi.org/10.14451/1.209.32>
2. Sabetova L.A., Levina M.V. Sugar beet and sugar market in conditions of import substitution. *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2015; (7): 89–91 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/yikmrjx>
3. Bykovskaya N.V., Ivanova N.M., Sokovikov O.B. Cost efficiency of production of sugar beet in Russia. *Innovation & Investment*. 2019; (1): 258–260 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pvkuiv>
4. Belkin R.E., Veklenko E.V., Zolotarev A.A., Mikhilev A.V. State support for sugar beet production. *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2014; (2): 15–17 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/syjhqp>
5. Kalinicheva E.Yu. Formation of a competitive beet-sugar subcomplex. Abstract of the Doct. (Economics) Thesis. Orel. 2011; 40 (in Russian).
6. Belkin R.E., Veklenko E.V., Stepinkina I.I., Soloshenko V.M. Justification of forecast costs for sugar beet production in the regions of the Central Chernozem Region. *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2013; (9): 34–37 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rsblgb>
7. Kalinicheva E.Yu., Romanov A.D. Economic assessment of the implementation of the resource potential of the beet sugar industry in the Oryol region. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012; (5): 36–39 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pwixdd>
8. Golovina S.G., Ruchkin A.V. The role of cooperatives in the sustainable development of rural areas. *Agrarian science*. 2023; (6): 131–138 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-131-138>
9. Golovina S.G., Ruchkin A.V., Abilova E.V. The role of digitalization in agricultural cooperatives successful functioning. *Agrarian science*. 2023; (10): 167–174 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-167-174>
10. Golovina S.G., Ruchkin A.V. Institutional context of agricultural cooperatives functioning: regional peculiarities. *Agrarian science*. 2022; (12): 165–171 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-165-171>
11. Bautin V.M., Golubev A.V. Features of the innovative potential of rural local economy and large agribusiness. *Agrarian science*. 2023; (10): 146–152 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-146-152>
12. Kuznetsova A.R. Development trends of the agricultural industry in the countries of the Eurasian Economic Union. *Scientific works of the Free Economic Society of Russia*. 2023; 243(5): 227–246 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ccggug>
13. Kuznetsova A.R., Degtyarev A.N. Historical trends in the development of the agricultural sector in Iran. *Herald of the Academy of sciences of the Republic of Bashkortostan*. 2023; 48(3): 57–64 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/1728-5283-2023-3-57-64>
14. Ulybina L.V., Alekseeva N.V., Semenov A.A. Trends in the development of the agricultural sector of the economy of the Volga Federal District. *Agrarian science*. 2023; (8): 151–156 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-373-8-151-156>

ОБ АВТОРАХ

Альфия Рашитовна Кузнецова¹

доктор экономических наук
alfia_2009@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0273-4801>

Гульден Едыловна Жолдоякова²

старший преподаватель
zhge17@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6374-1584>

Альбина Ильшатовна Ахметьянова³

доктор экономических наук, старший преподаватель
ai-albina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5739-769X>

Александр Игоревич Кузнецов³

студент
aleksander2055@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0008-6364-2867>

¹Уральский государственный аграрный университет,
ул. им. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

²Казахский агротехнический исследовательский университет
им. С. Сейфуллина,
пр-т Женис, 62, Астана, 010000, Казахстан

³Уфимский университет науки и технологий,
ул. им. Заки Валиди, 32, Уфа, 450076, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Alfiya Rashitovna Kuznetsova¹

Doctor of Economic Sciences
alfia_2009@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0273-4801>

Gulden Edylovna Zholdoyakova²

Senior Lecturer
zhge17@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6374-1584>

Albina Ilshatovna Akhmetyanova³

Doctor of Economic Sciences, Senior Lecturer
ai-albina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5739-769X>

Alexander Igorevich Kuznetsov³

Student
aleksander2055@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0008-6364-2867>

¹Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia

²Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin,
62 Zhenis Ave., Astana, 010000, Kazakhstan

³Ufa University of Science and Technology,
32 Zaki Validi Str., Ufa, 450076, Russia

УДК 332.122

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-163-166

О.Л. Лушникова

Хакасский научно-исследовательский
институт языка, литературы и истории,
Абакан, Россия

✉ oltolt@mail.ru

Поступила в редакцию:
07.09.2023

Одобрена после рецензирования:
09.02.2024

Принята к публикации:
26.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-163-166

Olga L. Lushnikova

Khakass Research Institute for Language,
Literature, and History, Abakan, Russia

✉ oltolt@mail.ru

Received by the editorial office:
07.09.2023

Accepted in revised:
09.02.2024

Accepted for publication:
26.02.2024

Этноэкономика региона: особенности и перспективы развития (на примере Хакасии)

РЕЗЮМЕ

Социально-экономические реалии сегодняшнего времени вынуждают искать пути развития за счет внутренних ресурсов. На уровне регионов перспективным видится развертывание локальных систем, основанных на традиционных хозяйственных укладах населяющих регион этнических сообществ. Этноэкономические уклады представляются наиболее подходящей моделью для тех географических, пространственных и социокультурных условий, в которых они формировались. Этот факт позволяет высоко оценивать их потенциал. В данной статье предпринята попытка оценить перспективы развития этноэкономики такого региона, как Хакасия. В работе используются статистические данные, а также материалы социологического опроса этнических общностей региона (русских, хакасов и шорцев), в наибольшей степени влияющих на вектор этноэкономического развития республики. Особенность этноэкономики Хакасии заключается в том, что значимую роль в аграрной отрасли играют хозяйства населения, которые производят существенный объем и овощей, и мясной продукции. На региональном уровне действуют различные программы, направленные на поддержку животноводческой отрасли и для крестьянских (фермерских) хозяйств, и для личных подсобных хозяйств. Представители титульного этноса (хакасы) и коренных малочисленных народов (шорцы) в целом сохраняют ориентацию на традиционные хозяйственные практики — разведение скота и промыслы. В заключение делается вывод о том, что поддержка самобытных видов хозяйственной деятельности этих этносов необходима не только с точки зрения экономической целесообразности, но и для сохранения культуры этих народов.

Ключевые слова: этноэкономика, этническая экономика, этноэкономический уклад, традиционный хозяйственный уклад, экономическое поведение, скот, промыслы

Для цитирования: Лушникова О.Л. Этноэкономика региона: особенности и перспективы развития (на примере Хакасии). *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 163–166.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-163-166>

© Лушникова О.Л.

Regional ethnic economy: features and prospects of development (on the example of Khakassia)

ABSTRACT

The socio-economic realities of today force to look for development ways at the expense of internal resources. The deployment of local systems is perspective at the regional level, because they based on the traditional economic patterns of ethnic communities inhabiting the region. Ethnoeconomical patterns are the relevant model for the geographical, spatial and socio-cultural conditions in which they were formed. This fact allows us to highly evaluate their potential. This article attempts to assess the prospects for the development of the ethnic economy of a region Khakassia. Author uses statistical data and materials of sociological survey of ethnic communities of the region (Russians, Khakass people and Shors). They have the greatest influence on the vector of ethnoeconomical development of the republic. The peculiarity of the ethnic economy of Khakassia is the high role of households of the population. They play a significant role in the agricultural sector. They produce a large amount of both vegetables and meat products. There are various programs aimed at supporting the livestock industry for both peasant (farmer) farms and personal subsidiary farms at the regional level. Representatives of the titular ethnic group (Khakass people) and indigenous small-numbered peoples (Shors) generally remain focused on traditional economic practices: cattle breeding and crafts. Author concludes that the support of the distinctive types of economic activities of these ethnic groups is necessary not only from the point of view of economic expediency, but also for the preservation of the culture of these people.

Key words: ethno-economics, ethnic economy, ethnoeconomical way of life, traditional economic way of life, economic behavior, livestock, crafts

For citation: Lushnikova O.L. Regional ethnic economy: features and prospects of development (on the example of Khakassia). *Agrarian science*. 2024; 380(3): 163–166 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-163-166>

© Lushnikova O.L.

Введение/Introduction

В ограниченных социально-политических и экономических условиях актуализируется поиск путей развития экономики на уровне регионов. По мнению ряда авторов, развитие этноэкономических систем может способствовать экономическому процветанию региона, повышению занятости населения и в целом улучшению качества жизни [1–3]. В основе такого подхода лежит представление о высокой жизнеспособности традиционных хозяйственных систем [4], способных адаптироваться к современным экономическим условиям и наиболее полно раскрыть региональный потенциал. Сторонники этого подхода признают уникальность и самобытность хозяйственных практик этносов в их лучших проявлениях [5, 6].

По мнению С.А. Мадюковой и О.А. Персидской, социально-экономический прогресс этнических регионов возможен при условии реализации моделей региональной экономики, опирающихся на традиционные типы хозяйствования этнических групп [7].

В данном исследовании будем исходить из представления этноэкономики как определенного территориально обусловленного сектора экономической системы, имеющего ряд особенностей у каждого этноса, сложившийся и тесно связанный в результате ведения традиционного образа жизни семейным и бытовым укладом, хозяйственной ориентацией и специализацией, присущих данному этносу [8].

Цель работы — выявить особенности и оценить перспективы развития этноэкономики Республики Хакасия.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Материалами для исследования послужили статистические данные Красноярскстата¹ о численности сельскохозяйственных организаций, крестьянских (фермерских) хозяйств (далее — К(Ф)Х), личных подсобных хозяйств (далее — ЛПХ) и некоммерческих организаций, а также данные о продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств, о производстве основных видов сельскохозяйственной продукции и о поголовье скота Хакасии по категориям хозяйств.

Потенциал этноэкономики во многом зависит от особенностей хозяйственного поведения локальных этнических общностей. В данном исследовании сравнивали практики хозяйствования основных этнических групп Хакасии: русских, составляющих численное большинство в регионе (82,1%), хакасов, представляющих титульный этнос республики (12,7%), и шорцев — коренного малочисленного народа (0,3%)². Для этого в 2023 г. был проведен социологический опрос. Поскольку численность изучаемых этнических групп в регионе неодинакова, поэтому в исследовании применялась целевая выборка (опрашивались примерно одинаковое количество русских, хакасов и шорцев) для решения поставленных задач. Всего были опрошены 566 человек: 190 русских, 190 хакасов, 186 шорцев. География опроса: сельские населенные пункты Балыкса, Матур, Анчул, Бискамажа, Верх-Таштып, Николаевка, Неожиданный, Шора, Усть-Чуль, Усть-Камышта, Таштып, Малые

Арбаты, Аскиз, Илек. Опрос проводился методом интервью, опросник включал и закрытые, и открытые вопросы. Учитывая особенности выборки, использовались разные способы поиска респондентов. Опрос проводился по месту жительства респондентов, в общественных местах (магазины, почта, библиотеки и т. д.), также применялся метод «снежного кома» (преимущественно для поиска шорцев). Обработка данных, полученных в ходе опроса, осуществлялась с помощью программы IBM SPSS Statistics 19.0.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Этноэкономика Хакасии тесно связана с животноводством, для этого в регионе наличествуют благоприятные природно-климатические и пространственные условия.

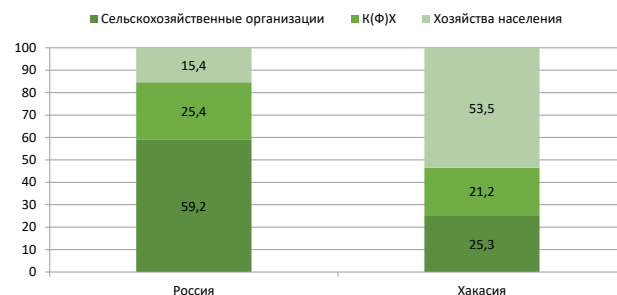
Удельный вес животноводческого направления составляет 2/3 от общей продукции, производимой в республике (61,7%)³. Кроме того, скотоводство является традиционным видом хозяйственной деятельности титульного этноса республики — хакасов, проживающие в сельской местности хакасы ориентированы на разведение скота на своих подворьях. Статистические данные подтверждают, что хозяйства населения (к ним относятся и ЛПХ) вносят весомый вклад в производство всей сельскохозяйственной продукции региона, особенно в сравнении с общероссийскими показателями (рис. 1).

В Хакасии больше половины всей сельхозпродукции приходится на хозяйства населения, а по России в этом плане лидируют сельскохозяйственные организации. Если рассматривать структуру производства основных видов сельскохозяйственной продукции, видно, что хозяйства населения производят основной объем овощей, мяса и молока (табл. 1).

Высокая активность населения в ведении хозяйства связана в том числе с системой поощрения, действующей в республике в рамках региональных программ. Одна из таких программ направлена на частичную денежную компенсацию материального оснащения личного подворного животноводства, которая выплачивается из средств республиканского бюджета (программа действует на протяжении 10 лет). Согласно программе, максимальная выплата одному семейно-трудовому хозяйству составляет 25 459 руб. за полугодие: на одну корову полагается 4118 руб., на конематку — 1123 руб., на

Рис. 1. Структура продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств в 2021 г.⁴

Fig. 1. Structure of agricultural products by categories of farms in 2021



¹ Хакасский республиканский статистический ежегодник — 2022: Стат. сб. / Красноярскстат. Красноярск. 2022.

² Удельный вес основных этнических групп рассчитан от количества указавших национальную принадлежность. Высчитано по итогам ВПН-2020. Том 5. Национальный состав и владение языками [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. — URL: https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom5_Nacionalnyj_sostav_i_vladenie_yazykami (дата обращения: 02.02.2023).

³ Хакасский республиканский статистический ежегодник — 2022: Стат. сб. / Красноярскстат. Красноярск. 2022; 267.

⁴ Составлено по: Российский статистический ежегодник — 2022: Стат. сб. / Росстат. Москва. 2022; 399; Хакасский республиканский статистический ежегодник — 2022: Стат. сб. / Красноярскстат. Красноярск. 2022; 268.

Таблица 1. Структура производства основных видов сельскохозяйственной продукции Хакасии по категориям хозяйств в 2021 г., в % от общего объема производства⁵

Table 1. The structure of production of the main types of agricultural products of Khakassia by categories of farms in 2021, in % of total production

Виды с/х продукции	Сельскохозяйственные организации	К(Ф)Х, включая ИП	Хозяйства населения	Итого
Зерновые и зернобобовые культуры (в весе после доработки)	67,1	32,8	0,1	100,0
Картофель	0,6	5,3	94,2	100,0
Овощи открытого и закрытого грунта	0,4	18,9	80,7	100,0
Скот и птица на убой (в убойном весе)	8,4	22,1	69,4	100,0
Молоко	19,7	12,0	68,2	100,0
Яйца	73,8	0,1	26,1	100,0
Шерсть (в физическом весе)	5,5	69,7	24,7	100,0

овцематку — 374 руб. (но выплачивается не более чем за пять коров, одну конематку и десять овцематок)⁶.

По таблице 1 видно, что хозяйства населения по сравнению с другими категориями хозяйств производят значительно больше скота, особенно свиней и коров (табл. 2).

Исключение составляют овцы и козы, основной объем которых производят К(Ф)Х. Причины этого связаны с действующими в республике программами поддержки овцеводства, в которых активно участвуют и К(Ф)Х, и индивидуальные предприниматели. В рамках такой программы хозяйства получают на ярочек сроком на два года, а по истечении этого времени обязаны передать такое же количество овец другим хозяйствам.

Следует отметить, что подобные программы поддержки животноводства преимущественно реализуются в местах относительно компактного проживания титульного этноса республики (хакасов) и коренного малочисленного народа (шорцев), что позволяет сделать вывод об осознании на уровне властей значимости развития этноэкономических укладов местных этнических общностей и их вклада в общеэкономическое процветание региона.

Как отмечают исследователи, этноэкономика придает вспомогательную устойчивость экономике района, повышает ее положительно-поступательную динамику, резонирует позитивные структурные сдвиги и увеличивает конкурентоспособность местности в целом [5].

Результаты опроса показали, что наиболее активными в ведении хозяйства являются хакасы. Они больше всех включены в хозяйственную деятельность: разводят скот и выращивают овощи (табл. 3).

Меньше всех занимаются хозяйством шорцы: каждый пятый из них вообще не имеет хозяйства. Низкий уровень вовлеченности шорцев связан и с географическими особенностями мест их расселения: они преимущественно проживают в таежной местности, где нет условий для разведения скота и огородничества, и с особенностями традиционного хозяйственного уклада, в основе которого — занятия промыслами (лесозаготовки, охота и рыболовство). Результаты опроса

Таблица 2. Структура поголовья скота Хакасии по категориям хозяйств в 2021 г., в % от поголовья скота⁷

Table 2. Structure of livestock of Khakassia by categories of farms in 2021, in % of livestock

Виды с/х продукции	Сельскохозяйственные организации	К(Ф)Х, включая ИП	Хозяйства населения	Итого
Крупный рогатый скот,	16,8	33,0	50,2	100,0
из них коровы	14,5	35,5	50,0	100,0
Свиньи	11,5	12,5	76,0	100,0
Овцы и козы	8,6	59,2	32,2	100,0

Таблица 3. Хозяйственная активность, в % от опрошенных

Table 3. Economic activity, in % of respondents

Хозяйственная активность	Русские	Хакасы	Шорцы	Итого
Разводят скот и выращивают овощи	58,4	67,9	40,9	55,8
Разводят скот, но не выращивают овощи	1,1	1,1	0,5	0,9
Выращивают овощи, но не разводят скот	32,1	25,3	38,7	32,0
Не ведут хозяйство	8,4	5,8	19,9	11,3
	100,0	100,0	100,0	100,0

подтверждают высокую активность шорцев в промышленной деятельности (рис. 2).

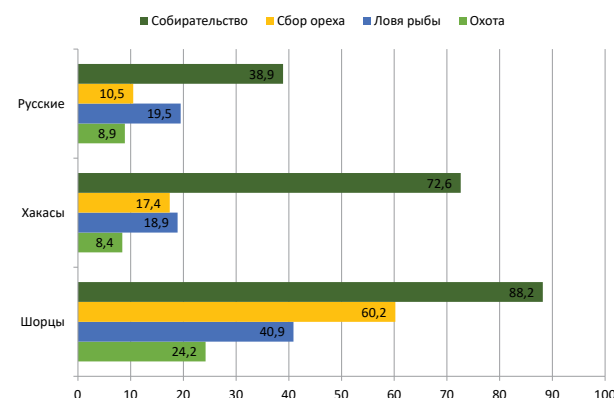
Абсолютное большинство шорцев занимаются различными видами лесозаготовок: собирают ягоды, грибы, травы, корни, черемшу и др. Более активны шорцы и в сборе ореха, охоте и ловле рыбы. Ориентация шорцев на промышленную деятельность объясняется не только располагающими для этого вида хозяйствования условиями, но и отсутствием альтернативных источников средств существования, поскольку места проживания шорцев расположены в удаленной от крупных сельских центров местности.

Особенность этноэкономики Хакасии связана со значимой ролью хозяйств населения в аграрной отрасли региона, которые производят больше половины объема всей сельхозпродукции (53,5%)⁸.

Русские на территории республики составляют численное большинство, по сравнению с хакасами и шорцами они меньше вовлечены в хозяйственные или

Рис. 2. Промысловые практики, в % от опрошенных

Fig. 2. Crafts, in % of respondents



⁵ Хакасский республиканский статистический ежегодник — 2022: Стат. сб. / Красноярскстат. Красноярск. 2022; 269.

⁶ Жители Хакасии получают компенсации за содержание личного подворья // ИА «Хакасия». — URL: https://19rusinfo.ru/ekonomika/47992-zhiteli-khakasii-poluchayut-kompensatsii-za-soderzhanie-lichnogo-podvorya?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop (дата обращения: 04.08.2023).

⁷ Хакасский республиканский статистический ежегодник — 2022: Стат. сб. / Красноярскстат. Красноярск. 2022; 276.

⁸ Хакасский республиканский статистический ежегодник — 2022: Стат. сб. / Красноярскстат. Красноярск. 2022; 268.

промышленные практики и реже рассматривают их в качестве основного вида деятельности. В основной своей массе хозяйство русских носит натуральный характер и используется преимущественно для нужд собственного пропитания.

Выводы/Conclusions

В современных условиях этноэкономика рассматривается в качестве гармоничной, устойчивой, адаптирующейся модели, обладающей значительным потенциалом саморазвития [9].

Высоко оценивая этноэкономический потенциал, оказывается государственная материальная поддержка населению — как в денежной, так и в натуральной форме. Например, в рамках программы «Начинающий фермер» в 2020 г. были выделены 27 млн руб., в рамках «Агростартапа» — 30 млн руб., для развития семейных животноводческих ферм — 37 млн руб., для сельскохозяйственных кооперативов — 24 млн руб.⁹,

⁹ Фермеры Хакасии могут получить миллионы. Рассказываем, что для этого нужно // БЕЗФОРМАТА [Электронный ресурс]. — URL: <https://abakan.bezformata.com/listnews/fermeri-hakasii-mogut-poluchit/86833527/> (дата обращения: 13.04.2022).

¹⁰ Свиноводство в Хакасии — это уже реально // ИА «Хакасия» [Электронный ресурс]. — URL: <https://19rus.info/index.php/ekonomika-i-finansy/item/165911-svinovodstvo-v-khakasii-eto-uzhe-realno> (дата обращения: 13.04.2022).

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.
Автор несет ответственность за плагиат.
Автор объявил об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-00307.
<https://rscf.ru/project/23-28-00307/>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Ахметов В.Я., Бердникова Г.И., Барлыбаев А.А., Рахматулин И.М. Этноэкономика и ее роль в повышении занятости сельского населения. *Аграрная наука*. 2012; (2): 10–11. <https://www.elibrary.ru/owbvcj>
- Бадмаева Н.В., Кованова Е.С. Этноэкономика как фактор развития регионов (на примере республик Калмыкия и Бурятия). *Бюллетень Калмыцкого научного центра Российской академии наук*. 2020; (3): 294–305. <https://doi.org/10.22162/2587-6503-2020-3-15-294-305>
- Ооржак К.-Д.К. Этноэкономика Тувы: современное состояние и перспективы развития. *Экономические отношения*. 2019; 9(3): 1759–1774. <https://doi.org/10.18334/eo.9.3.40949>
- Персидская О.А. Роль ценностных ориентаций молодых тувинцев в пространственном развитии Республики Тыва. *Новые исследования Тувы*. 2019; (3): 41–51. <https://doi.org/10.25178/nit.2019.3.4>
- Маркарян В.Р. Роль этноэкономики региона в социально-экономическом развитии Республики Крым. *Региональная экономика и управление*. 2020; (1): 3. <https://www.elibrary.ru/zicyum>
- Хорольская Т.Е. Разработка векторов развития теории этноэкономики в контексте современных социально-экономических преобразований. *Естественно-гуманитарные исследования*. 2019; 25: 175–178. <https://www.elibrary.ru/luvyrf>
- Мадюкова С.А., Персидская О.А. Этноэкономика в действии: опыт Тувы и Алтая. *ЭКО*. 2018; (5): 45–64. <https://www.elibrary.ru/xoheip>
- Мрикаев Д.М., Цогоева М.И. Этноэкономика региона и ее роль в развитии экономики России. *Научные труды Вольного экономического общества России*. 2016; 201(4): 302–310. <https://www.elibrary.ru/xvgvxp>
- Печура О.В. Этнический фактор в развитии экономики региона. *Известия Уральского государственного экономического университета*. 2009; (2): 138–143. <https://elibrary.ru/khqspk>

ОБ АВТОРАХ

Ольга Леонидовна Лушникова
кандидат социологических наук
oltolt@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1440-1505>

Хакасский научно-исследовательский институт языка, литературы и истории,
ул. им. Щетинкина, 23, Абакан, 655017, Россия

в рамках социального партнерства свиноводческой ферме был предоставлен уголь в зимний отопительный сезон¹⁰ и др.

Программы поддержки преимущественно действуют в районах сосредоточения хакасов и шорцев, что способствует повышению их активности в хозяйственной и промышленной деятельности.

Данные проведенного исследования показали, что хакасы более активны в разведении скота (69,0%) по сравнению с русскими (59,5%) и шорцами (41,4%), а шорцы активно занимаются промышленной деятельностью: 91,9% против 78,9% (хакасы) и 62,6% (русские). Однако, учитывая малочисленность этих этнических групп, пока сложно говорить о масштабном развертывании этноэкономики Хакасии. Вместе с тем целесообразность поддержки традиционных хозяйственных укладов титульных этносов и коренных малочисленных народов объясняется не только экономической выгодой, но и необходимостью сохранения и культуры.

The author is responsible for the work and the submitted data.
The author is responsible for plagiarism.
The author declared no conflict of interest.

FUNDING

The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation No. 23-28-00307.
<https://rscf.ru/project/23-28-00307/>

REFERENCES

- Akhmetov V.Ya., Berdnikova G.I., Barlybaev A.A., Rahmatulin I.M. Ethnoeconomy and its role in rise in employment of rural population. *Agrarian science*. 2012; (2): 10–11 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/owbvcj>
- Badmaeva N.V., Kovanova E.S. Ethno-economics as a factor in the development of regions (on the example of the Republics of Kalmykia and Buryatia). *Bulletin of the Kalmyk Scientific Center of the RAS*. 2020; (3): 294–305 (in Russian). <https://doi.org/10.22162/2587-6503-2020-3-15-294-305>
- Oorzhak K.-D.K. Ethno-economics of Tuva: current state and development prospects. *Journal of International Economic Affairs*. 2019; 9(3): 1759–1774 (in Russian). <https://doi.org/10.18334/eo.9.3.40949>
- Persidskaya O.A. The role of value orientations of young Tuvans in the spatial development of the Republic of Tuva. *The New Research of Tuva*. 2019; (3): 41–51 (in Russian). <https://doi.org/10.25178/nit.2019.3.4>
- Markaryan V.R. The role of the ethno-economy of the region in the socio-economic development of the Republic of Crimea. *Regional economy and management*. 2020; (1): 3 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/zicyum>
- Khorolskaya T.E. Development of vectors for the development of the theory of ethnoeconomics in the context of modern social and economic transformations. *Natural-Humanitarian Studies*. 2019; 25: 175–178 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/luvyrf>
- Madyukova S.A., Persidskaya O.A. Ethnoeconomics in action: the experience of Tuva and Altai. *ECO*. 2018; (5): 45–64 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xoheip>
- Mrikaev D.M., Tsogoeva M.I. Regional ethnoeconomy and its influence on the Russian economy's system development. *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*. 2016; 201(4): 302–310 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/xvgvxp>
- Pechura O.V. The ethnic factor in the development of the region's economy. *Journal of the Ural State University of Economics*. 2009; (2): 138–143 (in Russian). <https://elibrary.ru/khqspk>

ABOUT THE AUTHORS

Olga Leonidovna Lushnikova
Candidate of Sociological Sciences
oltolt@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1440-1505>

Khakass Scientific Research Institute of Language, Literature and History,
23 Shchetinkin Str., Abakan, 655017, Russia

Новости из ЦНСХБ

Обзор подготовлен Тимофеевской С. А.

Владимиров Л.Н. Научно-практические основы совершенствования технологии содержания табунных лошадей / Л.Н. Владимиров, Н.Т. Винокуров, В.А. Мачахтырова, Г.Н. Махачтыров, В.В. Слепцова. — Новосибирск: Наука, 2023. — 104 с. Шифр ЦНСХБ 23-4936.

В монографии изложены результаты многолетних научных исследований и производственных испытаний по повышению кондиционной устойчивости табунных лошадей, а также методы оценки и отбора племенных кобыл и выращиванию племенного молодняка. Освещено современное состояние и технология табунного коневодства в условиях Республики Саха (Якутия). Дана характеристика пород и внутривидовых типов табунных лошадей, разводимых в Якутии: приленской, мегежекской и якутской. Описана технология содержания лошадей якутских пород в условиях арктической зоны, использование пастбищных угодий и направления племенной работы в табунном коневодстве. Основное внимание уделено совершенствованию технологии содержания табунных лошадей янского типа якутской породы в крестьянском хозяйстве «Тонор». Представлена зоотехническая характеристика лошадей и принципы племенной работы. Описаны производственные конебазы и организация маршрутной тебеневки лошадей. Рассмотрена важная роль взвешивания лошадей при проведении оценки упитанности, проводимой в настоящее время только по внешнему виду. Своевременное выявление начала критического момента снижения живой массы позволяет вовремя организовать индивидуальную подкормку животных. Периодическое взвешивание лошадей во время зимней тебеневки и корректировка питания положительно влияет на экстерьер, промеры и живую массу взрослого поголовья, воспроизводительные качества лошадей, рост, развитие и мясную продуктивность молодняка. Рассчитана экономическая эффективность проведения периодического взвешивания лошадей. Книга содержит 12 иллюстраций, 21 таблицу и библиографический список из 159 отечественных и иностранных источников. Предназначена для специалистов в области коневодства, зоотехников, преподавателей и студентов сельскохозяйственных учебных заведений.

Продуктивные качества и некоторые биологические особенности овец тувинской короткожирнохвостой породы степного типа в условиях Республики Бурятия: монография / Э.Ц. Дымбрылова, С.И. Билтуев, В.А. Ачиттуев, Б.В. Жамьянов; ФГБОУ ВО «Бурятская ГСХА имени В.Р. Филиппова». — Улан-Удэ: Бурятская ГСХА, 2023. — 138 с. Шифр ЦНСХБ 23-6286.

В монографии кратко описано современное состояние овцеводства Республики Бурятия. Приведены результаты исследований по изучению

продуктивно-биологических особенностей овец степного типа тувинской короткожирнохвостой породы при разведении в условиях Бурятии. Представлены адаптационные свойства овец бурятской грубошерстной и тувинской короткожирнохвостой пород к природно-климатическим условиям разведения их биологические особенности. Уделено внимание теоретическим основам совершенствования племенных и продуктивных качеств овец, методам создания новых пород и типов овец. Описаны методы создания, продуктивные качества и биологические особенности овец степного типа тувинской короткожирнохвостой породы. Дана характеристика природно-кормовых условий ООО «Шебертуй» Бичурского и КФХ «Доржиев И.Ф.» Селенгинского районов Республики Бурятия — хозяйств по разведению овец бурятской грубошерстной и тувинской короткожирнохвостой пород. В сравнительном аспекте изучены экстерьерные особенности, изменчивость живой массы по сезонам года, воспроизводительная способность, шерстная продуктивность, динамика живой массы и среднесуточных привесов у молодняка овец сравниваемых пород в возрасте 7 месяцев, мясная продуктивность в возрасте 7 месяцев, химический состав, пищевая ценность и органолептические показатели мышечной ткани. Рассчитана экономическая эффективность разведения овец сравниваемых пород в условиях Республики Бурятия. Книга содержит приложения, 18 иллюстраций, 22 таблицы и библиографический список из 182 отечественных и иностранных источников. Предназначена для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов аграрных учебных заведений, а также для специалистов, занимающихся вопросами овцеводства.

Влияние зоотехнических и экономических факторов на эффективность производства продукции животноводства и птицеводства: монография / В.С. Буяров, А.Р. Ляшук, А.В. Буяров. — Орел: Изд-во ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2023. — 234 с. Шифр ЦНСХБ 23-5437.

В монографии представлено современное состояние, тенденции и перспективы развития животноводства и птицеводства в России и Евразийском экономическом союзе. Определены приоритетные направления развития животноводства и птицеводства в РФ. Основное внимание уделено проблемам птицеводства и скотоводства. Приведена характеристика племенной базы птицеводства, систем и способов содержания сельскохозяйственных животных и птицы, описаны приемы оптимизации условий содержания и кормления животных и птицы. Приведен комплекс современных ресурсосберегающих технологий производства мяса бройлеров, а также результаты исследований по эффективности использования хитозанового комплекса («КХ-1») в бройлерном птицеводстве. Рассмотрены

технологические и экономические аспекты производства молока. Содержится анализ основных показателей и тенденции развития мясного скотоводства. Представлены результаты комплексных исследований по изучению влияния генетических и паратипических факторов на молочную продуктивность, состав и свойства молока коров голштинской и черно-пестрой пород, экономическую эффективность производства молока. Отражены основные требования к технологии содержания и кормления коров при производстве органического молока. Приведены данные по эффективности применения биологически активной добавки «ГербаСтор» в рационах молочных коров. Изучено влияние освещенности в коровниках на физиологическое состояние и молочную продуктивность коров, дано научно-практическое обоснование использования инфракрасного излучения при выращивании телят. Представлена методика определения экономической эффективности применения новых разработок в животноводстве и птицеводстве. Книга содержит 21 иллюстрацию, 83 таблицы и библиографический список из 345 отечественных и иностранных источников. Предназначена для руководителей и специалистов животноводческих и птицеводческих предприятий, научных сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов аграрных вузов.

Сложенкина М.И. Совершенствование и рациональное использование региональных породных ресурсов в условиях Юга России: монография / М.И. Сложенкина. — Волгоград, ООО «СФЕРА», 2023. — 212 с. Шифр ЦНСХБ 23-4940.

В монографии описаны и сформулированы принципы, методы и алгоритмы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных и улучшения качественных показателей продукции животноводства. Обобщены материалы научно-экспериментальных исследований и результаты производственных проверок и внедрения разработок. Описаны формирование продуктивных качеств бычков калмыцкой и русской

комолой пород, основные параметры эффективного сочетания крупного рогатого скота разных генотипов для моделирования селекционного процесса при производстве говядины. Представлены продуктивные и биологические особенности голштинского скота, разводимого на юге России, показатели пищевой и биологической ценности мяса бычков голштинской породы различной линей принадлежности. Изучена продуктивность лактирующих коров при использовании в рационах влажного фуражного зерна пшеницы, заготовленного с ацетатом натрия, рост и развитие телят при скормливанием разных молочных продуктов. Разработана технология производства мясного сырья, обогащенного йодом. Уделено внимание выведению нового типа овец калмыцкой курдючной породы с усовершенствованной мясо-сальной продуктивностью, большим настригом шерсти, улучшенной плодовитостью и хорошим иммунитетом. Описаны результаты использования в рационах цыплят-бройлеров новых пребиотических кормовых добавок, нетрадиционных кормовых средств (черного тмина и пажитника), а также влияние новых лактулозосодержащих кормовых добавок на продуктивность кроликов. Уделено внимание переработке мясного и молочного сырья. Представлены результаты оптимизации технологии производства рубленых полуфабрикатов на основе мяса птицы и нетрадиционного растительного сырья, выработке полуфабриката из баранины с использованием антиоксиданта и нутового экстракта, сыровяленых продуктов из мяса кролика. Разработан функциональный творожный продукт. Рассмотрена технико-экономическая эффективность внедрения инновационных разработок. Книга содержит 29 иллюстраций, 89 таблиц и библиографический список из 104 отечественных и иностранных источников. Предназначена для научных работников, преподавателей профильных вузов, аспирантов, студентов, руководителей и специалистов сельскохозяйственных организаций и перерабатывающих предприятий, слушателей курсов повышения квалификации.

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

» 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



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 м² выставочного
пространства

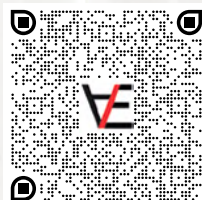
350 ведущих
компаний
отрасли

300 экспертов-
практиков

10 000 целевой
аудитории

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

**АЗИЯЭКСПО –
открываем мир возможностей!**





**Быстро действует и длительно
защищает от болезней!**



Пропишанс Универсал, КМЭ

8 800 700-90-36
shans-group.com

Официальное
приложение
ГК «Шанс»

