

научно-теоретический и производственный журнал

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN
SCIENCE

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

4
2023



БЕСПЛАТНО
скачать журнал
и подписаться



Аналитика

Рынок ветфармы в РФ
обещает бурный рост

14

Тенденции

Развитие сельских территорий:
проблемы и перспективы

16

Модернизация

На 15% выросло в России
производство сельхозтехники

18

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

MVC: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2023



21-23 ИЮНЯ

МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОНЫ № 55, 57



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
ЦЕНТР МАРКЕТИНГА «ЭКСПОХЛЕБ»



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



16+

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И САММИТ



FROM FEED TO FOOD

345

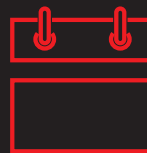
компаний

36

стран



РОССИЯ,
МОСКВА,
КРОКУС ЭКСПО



30 МАЯ
1 ИЮНЯ 2023

Выставка **Meat & Poultry Industry Russia** – важная отраслевая площадка для демонстрации передовых технологий, инновационного оборудования, комплектующих для мясной промышленности и птицеводства, позволяющих производить безопасную и качественную продукцию в соответствии с концепцией «от поля до стола».

Выставка проводится в Москве с 2001 года.
С 2004 года проходит в партнерстве с VIV worldwide.



MAP
MEAT AND POULTRY
RUSSIA

При поддержке:



+7 (495) 797 69 14 | info@meatindustry.ru | www.meatindustry.ru | www.mapsummit.ru

Worldwide Calendar 2023-2024

VIV **ILDEX** Philippines 2023, Манила, Филиппины, 7-9 июня 2023 | VIV **Turkey** 2023, Стамбул, Турция, 6-8 июля 2023 | VIV **Nanjing** 2023, Нанкин, Китай, 6-8 сентября 2023 | VIV **MEA** 2023, Абу-Даби, ОАЭ, 20-22 ноября 2023 | **Health & Nutrition Asia** in co-location with **Victam Asia** 2024, Бангкок, Таиланд, 12-14 марта 2024 | **Poultry Africa** 2024, Кигали, Руанда, 2-3 октября 2024 |

4 · 2023

Agrarnaya nauka

Том 369, номер 4, 2023

Volume 369, number 4, 2023

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: Полякова Н.О.

Журналист: Седова Ю.Г.

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

Почтовый адрес: 109147, РФ, г. Москва, ул. Марксистская, д. 3, стр. 7

Телефон редакции: +7 (495) 777-67-67 (доб. 1453)

E-mail: agrovetpress@inbox.ru

Сайты: 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 журнал можно подписаться в любом отделении «Почты России».

Подписка — с любого очередного месяца по каталогу Агентства «Роспечать» во всех отделениях связи России и СНГ.

Подписной индекс издания: 71756 (годовой); 70126 (полугодовой).

По каталогу ОК «Почта России» подписной индекс издания: 42307.

Подписной индекс «УралПресс».

Подписку на электронные копии журнала «Аграрная наука», а также на отдельные статьи вы можете оформить на сайте Научной электронной библиотеки (НЭБ) — www.elibrary.ru

Свободная цена.

Тираж 5000 экземпляров.

Подписано в печать 21.04.2023

Дата выхода в свет 28.04.2023

Отпечатано в типографии ООО «ВИВА-СТАР»:

107023, г. Москва, ул. Электровзводская, д. 20, стр. 3

Тел. +7 (495) 780-67-06, +7 (495) 780-67-05
www.vivastar.ru

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN SCIENCE

Ежемесячный научно-теоретический и производственный журнал, выходящий 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, г. 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, г. 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 Джавамард, 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, 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 РАН, г. Сергиев Посад, Россия.

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

Щербаков 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 РАН, 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, PhD, 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, доктор философии, 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, доктор философии, 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, г. Сибиу, Румыния.

Саркар Танмай, PhD, Политехнический институт, 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, доктор философии, профессор, Маврикийский университет, г. Редут, Маврикий.

Хан Мухаммад Усман, доктор Ph.D, Сельскохозяйственный университет, 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, доктор философии, 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.

Кузьменко 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.

4 · 2023

Agrarnaya nauka

Том 369, номер 4, 2023
Volume 369, number 4, 2023

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: Poliakova N.O.

Journalist: Sedova Yu.G.

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

Postal address: 109147, Russian Federation,
Moscow, st. Marxistskaya, 3 build. 7

Editorial phone: +7 (495) 777-67-67 (ext. 1473)

E-mail: 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.

Subscription is available from next month according to the Rospechat Agency catalog at all post offices in Russia and the CIS. Subscription index of the journal: 71756 (annual); 70126 (semi-annual). According to the catalog of “Russian Post” subscription index is 42307.

You can also subscribe to electronic copies of the journal “Agrarian Science” as well as to particular articles via the website of the Scientific Electronic Library — www.elibrary.ru Free price.

The circulation of 5000 copies.

Signed in print 21.04.2023
Release date 28.04.2023

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, str. 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, Doctor Associate Professor, University of Agriculture, 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, 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.

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

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

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, 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 (ROSBIOTECH), 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.

Poznyabin 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 Veterinary 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, Doctor 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, Uralsk, Kazakhstan.

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

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

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

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

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

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

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

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

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

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

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

Kuznetsova E.A., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia.

Maksimova S.N., Doctor of Technical Sciences, Professor, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia.

Mammadov G.B., Doctor of Technical Sciences, Professor Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, Azerbaijan.

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

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

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

Shehata Mohamed Ahmed 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, 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. Фунгициды: как выбирать и применять.....	9	ABS
Артём Белов: «Для аграрного бизнеса показатель эффективности должен стать приоритетным»	10	
Мария Новикова: «Наша наука, наше образование и наши отраслевики должны работать в тесном сотрудничестве»	12	
Российский рынок ветеринарной фармацевтики обещает бурный рост	14	
Развитие сельских территорий: проблемы и перспективы.....	16	
Академик РАН Пётр Чекмарев: «От весеннего сева зависит сегодня судьба страны»	17	
По итогам 2022 года темпы роста производства сельхозтехники в России составили 15%.....	18	
Эпизоотическая ситуация в России: риски, прогнозы, решения	20	

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Мишуковская Г.С., Шелехов Д.В., Гиниятуллин М.Г., Андреева А.В. Оценка острой токсичности биоинсектицида Туринбаш-Ж для пчелы медоносной <i>Apis mellifera mellifera</i> L	21	
Ляшук Ю.О., Иванищев К.А., Кудрявцев А.А. Тренд-анализ биологических угроз для пищевых производств на основе корреляционной зависимости между алиментарно-обусловленными инфекционными и паразитарными заболеваниями животных и людей	27	
Егорова В.Н., Романова О.В., Белова Л.М. Сочетанное применение рекомбинантного интерлейкина-2 и антигельминтных препаратов для лечения гельминтозов животных.....	38	
Ленев С.В., Пирожков М.К., Моторыгин А.В., Галиакбарова А.А., Кленов А.С., Абросимова Н.С. Селекция штаммов фагов сальмонелл для создания лечебно-профилактического препарата против сальмонеллеза поросят	51	
Позовникова М.В., Романова Е.А., Тулинова О.В. Полиморфные варианты генов CD62L и ACSL1 в связи с устойчивостью коров к маститу.....	57	
Грошева О.А., Левыкин С.В. Казахская белоголовая порода крупного рогатого скота: вклад ее создателя К.А. Аюпова в развитие зоотехнической науки и адаптивного животноводства	62	
Белооков А.А., Белоокова О.В., Стволос С.С., Гриценко С.А., Ребезов М.Б., Зяблицева М.А. Оценка мясных качеств помесного молодняка свиней разной селекции.....	70	
Санова З.С., Мазуров В.Н. Применение сексированного семени быков-производителей в племенных хозяйствах Калужской области	75	
Василевский Н.В., Березин А.С., Лысова Е.А., Ушаков А.С., Сметанина И.Г., Демьянов А.В. Выращивание бычков на мясо при использовании в их рационах низкораспадаемых кормовых средств.....	80	
Клементьев М.И., Чабаяев М.Г., Цис Е.Ю., Некрасов Р.В. Влияние различных соединений селена на продуктивность, обменные процессы молодняка крупного рогатого скота	87	
«Марбофлоцин® 10%» — современный антибиотик для лактирующих коров	94	ABS
Дельцид® 7,5 — современное средство обработки скота против эктопаразитов	96	ABS
Что такое А2-молоко?.....	98	ABS
Пропорциональные дозаторы	100	ABS

АГРОНОМИЯ

Чебокаев Е.Я., Муртаев В.Н. Агроэкологическая оценка технологии обработки чернозема обыкновенного залежи на юге Средней Сибири	101	
Антимонов А.К., Антимонова О.Н. Вклад и значимость индексов селектируемых признаков в формировании прибавки урожайности проса посевного.....	105	
Дорошенко Э.С., Филиппов Е.Г. Оценка сортов озимого ячменя различного эколого-географического происхождения по хозяйственно ценным признакам и свойствам	110	
Биопрепараты как инструмент стабилизации урожайности подсолнечника.....	116	ABS
Лейнвебер Е.Ф. Оценка сортов шелковицы по начальным фенологическим фазам как инструмент повышения продуктивности выкармливания тутового шелкопряда	118	
Казахмедов Р.Э., Агаханов А.Х., Абдуллаева Т.И. Агробиологические особенности технических сортов винограда селекции ВНИИВиВ «Магарач» в климатических условиях юга Дагестана	123	

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Иовлев Г.А., Голдина И.И., Зорков В.С. Техническая и экономическая оценка систем технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники	129	
Зубова Е.В., Залетова Т.В., Капитанова Г.И., Терехова О.Б., Родыгина Н.В. Пищевая ценность белого люпина и перспективы его использования в производстве продуктов питания из растительного сырья.....	137	
Варивода А.А., Кений Н.В., Ребезов М.Б. Разработка научно обоснованных подходов к проектированию пищевых продуктов направленного действия для геродиетического питания	145	

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Сеитов С.К. Эффективность субсидирования сельского хозяйства в Казахстане	152	
---	-----	--

CONTENTS

NEWS

8

INDUSTRY EVENTS, TRENDS, NOVELTIES

Three questions for an expert. Fungicides: how to choose and apply	9	ADS
Artyom Belov: "For the agricultural business, the efficiency indicator should become a priority"	10	
Maria Novikova: "Our science, our education and our industry specialists should work in close cooperation"	12	
The Russian market of veterinary pharmaceuticals promises rapid growth	14	
Development of rural territories: problems and prospects	16	
Academician of the Russian Academy of Sciences Pyotr Chekmarev: "The fate of the country depends on spring sowing"	17	
At the end of 2022, the growth rate of agricultural machinery production in Russia amounted to 15%	18	
Epizootic situation in Russia: risks, forecasts, solutions	20	

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

Mishukovskaya G.S., Shelekhov D.V., Giniyatullin M.G., Andreeva A.V. Estimation of acute toxicity of bioinsecticide Turinbash-G for honey bee <i>Apis mellifera mellifera</i> L	21	
Lyashchuk Yu.O., Ivanishchev K.A., Kudryavtsev A.A. Trend-analysis of biological hazard for food production based on the correlation between alimentary-caused infectious and parasitic diseases of animals and humans	27	
Egorova V.N., Romanova O.V., Belova L.M. Combined use of recombinant interleukin-2 and anthelmintic drugs for the treatment of helminthiasis of animals	38	
Lenev S.V., Pirozhkov M.K., Motorygin A.V., Galiakbarova A.A., Klenov A.S., Abrosimova N.S. Selection of Salmonella phage strains for the creation of a therapeutic and prophylactic drug against salmonellosis in piglets	51	
Pozovnikova M.V., Romanova E.A., Tulina O.V. Polymorphic variants of the CD62L and ACSL1 genes in connection with the resistance of cows to mastitis	57	
Grosheva O.A., Levkin S.V. Kazakh white-headed breed of cattle: the contribution of its creator K.A. Akopyan to the development of zootechnical science and adaptive animal husbandry	62	
Belookov A.A., Belookova O.V., Stvolov S.S., Gritsenko S.A., Rebezov M.B., Zyablitsaeva M.A. Evaluation of meat qualities of crossbred young pigs of different breeding	70	
Sanova Z.S., Mazurov B.N. Application of sexed semen of sires in breeding farms of Kaluga region	75	
Vasilevsky N.V., Berezin A.S., Lysova E.A., Ushakov A.S., Smetanina I.G., Demyanov A.V. Cultivation of bulls for meat when using low-decaying feed products in their diets	80	
Klementyev M.I., Chabaev M.G., Cis E.Yu., Nekrasov R.V. Influence different form of selenium to production and metabolic process of young cattle	87	
Marboflocin® 10% is a modern antibiotic for lactating cows	94	ADS
Delcid® 7.5 is a modern livestock treatment against ectoparasites	96	ADS
What is A2 milk?	98	ADS
Proportional dosing	100	ADS

AGRONOMY

Chebochakov E.Ya., Murtaev V.N. Agroecological assessment of the technology of processing ordinary chernozem deposits in the south of Central Siberia	101	
Antimonov A.K., Antimonova O.N. Contribution and significance of the indices of the selection features in the formation of an increase in the yield of seed millet	105	
Doroshenko E.S., Filippov E.G. Evaluation of varieties of winter barley of different ecological and geographical origin according to economically valuable traits and properties	110	
Biological products as a tool for stabilizing sunflower yields	116	ADS
Leinweber E.F. Evaluation of mulberry varieties by initial phenological phases as a tool to increase the productivity of silkworm feeders	118	
Kazakhmedov R.E., Agakhanov A.H., Abdullayeva T.I. Agrobiological features of technical grape varieties selected by FSBSI All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «Magarach» of the Russian Academy of Sciences in the climatic conditions of the South of Dagestan	123	

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Iovlev G.A., Goldina I.I., Zorkoff V.S. Technical and economic assessment of maintenance and repair systems of agricultural machinery	129	
Zubova E.V., Zaletova T.V., Kapitanova G.I., Terekhova O.B., Rodygina N.V. Nutritional value of white lupin and prospects of its use in the production of food from vegetable raw materials	137	
Varivoda A.A., Keniyz N.V., Rebezov M.B. Development of evidence-based approaches to the design of targeted food products for gero-dietary nutrition	145	

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

Seitov S.K. Efficiency of agricultural subsidies in Kazakhstan	152	
--	-----	--

В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ ПЛАНИРУЕТСЯ РАСШИРИТЬ МЕРЫ ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ САДОВОДОВ И ОГОРОДНИКОВ

Весомый вклад садовых и огороднических товариществ в производство сельхозпродукции (картофеля, овощей, плодов и ягод) отметил вице-премьер, министр сельского хозяйства Чувашии Сергей Артамонов в рамках круглого стола по вопросам ведения садоводства и огородничества в регионе.

В ходе мероприятия было отмечено, что на сегодняшний день в регионе зарегистрировано 133,6 тыс. садовых участков, 23,1 тыс. — дачных. Кроме того, в республике насчитывается порядка 700 садоводческих и огороднических товариществ.

По итогам последней Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года, около 17 тыс. т овощной продукции произведено на садоводческих участках. Для оперативного решения вопросов садоводческих объединений созданы рабочие группы при Минприроды, Минпромэнерго, Минстрое, куда входят представители Минэкономразвития, Минтранса, сообщил Сергей Артамонов. «Меры поддержки планируем расширять», — заключил он.

(Источник: официальный сайт Минсельхоза Чувашской Республики)

НОВОСИБИРСКИМИ УЧЕНЫМИ ВЫЯВЛЕНЫ ГЕНЫ, СВЯЗАННЫЕ С МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ ОВЕЦ

Учеными Института цитологии и генетики СО РАН при помощи созданной ими в рамках программы развития ЦГМУ «Курчатовский геномный центр» платформы GWAS-MAP|ovi (анализирующей полногеномные исследования) выявлены гены, связанные с мясной продуктивностью овец.

При наполнении платформы GWAS-MAP|ovi исследователи столкнулись с отсутствием доступа к полногеномным данным в опубликованных статьях. В результате проделанной работы платформа была наполнена унифицированными данными, прошедшими «контроль качества». Новосибирские ученые применили созданную платформу для оценки племенной ценности российских пород овец и сопоставили результаты с реальными данными о 94 животных — гибридах романовской породы овец и архара (горного барана), предоставленными в ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. Высокий предсказательный потенциал платформы, веб-интерфейс которой находится в открытом доступе, подтвердился.

(Источник: официальный телеграм-канал Российской академии наук)



Подпишитесь на наш Telegram канал!

В ЧИСЛЕ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ — ВОЗМОЖНОСТЬ ОКАЗАНИЯ СЕРВИСНЫХ УСЛУГ И ГАРАНТИЙНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Премьер-министр России Михаил Мишустин обсудил с гендиректором «Росагролизинга» Павлом Косовым вопросы обеспечения сельхозтехникой российских аграриев.

Компания «Росагролизинг», активно работая в АПК более 20 лет, вносит большой вклад в обеспечение продовольственной безопасности страны, способствует повышению уровня технологической оснащенности сельхозпроизводителей, предоставляет малым и средним предприятиям возможность приобретать машины, оборудование по ставке до 6%, отметил глава кабинета. Правительство РФ для обеспечения этой работы и поддержки компании направило «Росагролизингу» около 26 млрд рублей, сообщил премьер-министр.

По данным Павла Косова, общий объем инвестиций «Росагролизинга» в АПК в этом году превысит 0,5 трлн рублей. Российская техника не уступает импортным аналогам в качестве и надежности, в числе ее конкурентных преимуществ — возможность оказания сервисных услуг и гарантийное обслуживание, заключил гендиректор.

(Источник: официальный телеграм-канал Правительства России)



ОМСКИЕ УЧЕНЫЕ СОЗДАЛИ 10 НОВЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР

10 новых перспективных сортов сельхозкультур, созданных омскими учеными (8 сортов Омского АНЦ, 1 сорт ФНЦ ВНИИМК и 1 сорт Омского ГАУ), будут переданы в 2023 году в Госреестр селекционных достижений. Об этом сообщили на совещании под руководством министра сельского хозяйства и продовольствия Омской области Николая Дрофы, в ходе которого обсуждалась стратегия развития семеноводства в текущем году.

В рамках мероприятия было отмечено, что в этом году региональный Минсельхозпрод продолжит финансовую поддержку элитного семеноводства. На эти цели предусмотрено 90,1 млн рублей. Регион располагает достаточным развитым селекционно-семеноводческим потенциалом и значительным генофондом сортов сельхозкультур в СФО. Так, в прошлом году получено восемь патентов на селекционные достижения в России. В Республике Казахстан получен патент на сорт мягкой пшеницы Семёновна.

Научные учреждения ведут активную работу по устранению зависимости от иностранной селекции и увеличению доли отечественной селекции, сообщил начальник управления растениеводства и механизации Минсельхоза Омской области Даниил Белошицкий. Для сравнительного анализа продуктивности сортов и гибридов российской селекции в 2022 году заложено более 154 мелкоделетных сортоопытов. В 2023 году работа по закладке демонстрационных опытов будет продолжена, резюмировал он.

(Источник: официальный портал Правительства Омской области)

В РОССИИ БУДЕТ РАЗРАБОТАНА КОМПЛЕКСНАЯ ПРОГРАММА ВОСПРОИЗВОДСТВА БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ

Вице-премьер РФ Виктория Абрамченко поручила разработать комплексную программу воспроизводства байкальского омуля. Разработкой займется Росрыболовство совместно с Минприроды России, ФГБНУ «ВНИРО» и СО РАН при участии правительства Иркутской области и Республики Бурятия.

Необходимо установить контроль за мероприятиями по искусственному воспроизводству байкальского омуля на всех этапах, изучить вопрос его искусственного воспроизводства в крупных водоемах, помимо Байкала, сообщила вице-премьер в своем телеграм-канале.

(Источник: kommersant.ru)

ФУНГИЦИДЫ: КАК ВЫБИРАТЬ И ПРИМЕНЯТЬ



Журнал «Аграрная наука» при поддержке одного из лидеров отечественного рынка средств защиты растений (СЗР) Группы компаний «Шанс» представляет экспертную рубрику «Три вопроса эксперту». Продакт-менеджер ГК «Шанс» Василий Соннов делится информацией о фунгицидах.



1 Для аграриев фунгициды (лат. *fungicides* — «убийца грибов») — настоящее спасение. Они помогают бороться с возбудителями заболеваний растений и сохраняют урожай. На какие нюансы важно обратить внимание перед непосредственным применением фунгицидов?

Нужно верно поставить диагноз, чтобы применить тот самый фунгицид, не ошибиться. Так что необходимо выяснить для начала характер проблемы. Может быть, проблема в недостатке питания, в поражении вирусом или стрессе, вызванном условиями окружающей среды. Фунгицид — это не витамин, вы можете впустую потратить препарат, да еще понесете материальные потери, приобретя не то лекарственное средство для вашей культуры.

Фунгициды следует применять при определенных условиях:

- не применяйте фунгицид при превышении экономического порога вредоносности (ЭПВ) или в надежде вылечить уже неизлечимые болезни (корневые гнили, фузариоз и септориоз колоса, прикорневые гнили). Уточните экономические пороги вредоносности болезней — это поможет точнее прогнозировать обработки и избежать лишних трат;
- не применяйте фунгициды против неинфекционных симптомов (недостаток питания, поражения вирусами, погодные стрессы);
- не применяйте фунгицид при температуре ниже рекомендованной и выше 25 °С. Когда жара, допустим, то капли испарятся или создадут опасный эффект линзы — можно нанести ожог растению;
- нормы расхода средства должны быть грамотно рассчитаны;
- не применяйте заниженные нормы расхода рабочей жидкости в поздние фазы роста культуры;
- не снижайте нормы расхода фунгицидов в баковых смесях, надеясь на синергический эффект;
- уделите внимание качеству воды.

Средство не сработает — деньги на ветер, даже во вред.

2 В каких случаях без применения фунгицидов не обойтись? Большое значение в успешной защите растений имеет правильный выбор сроков обработки фунгицидами. Расскажите, пожалуйста, про них.

Обойтись можно, если только растение совсем не болеет, отсутствует инфекционный фон, а это утопия. Опасность существует всегда. Возбудители различных заболеваний есть абсолютно во всех регионах возделывания. Вредные для растений организмы никуда не исчезают. На смену одним приходят другие. Допустим, вы возделываете озимую пшеницу (ее площадей боль-

ше всего у нас в стране) и видите какие-то симптомы заболевания. Не стоит надеяться, что всё пройдет. Тут еще, разумеется, важно применить подходящий фунгицид (причем вовремя) в соответствии с данными фитосанитарного прогноза, а также с данными, полученными от фитосанитарного анализа посевного материала. Для профилактики, работая на упреждение, надо действовать до появления первых симптомов. Однако нет такого средства, от которого весь сезон будет эффект. Не стоит рассчитывать, что после одной обработки посевов эффект будет держаться весь сезон.

3 Какие виды фунгицидов сегодня самые востребованные на рынке? Какова их цена? Бывают ли неэффективные фунгициды?

Если говорить о самых распространенных фунгицидах, они в своем составе имеют действующие вещества класса триазолов. Их используют как в препаратах для обработки семян, так и по листу. Триазольная группа привлекает разумным сочетанием «цена — качество». Действующие вещества доступны и эффективны.

Собственно, каждый класс фунгицидов и конкретное действующее вещество хороши по-своему, так как отвечают за борьбу с конкретными группами возбудителей заболеваний. Таблетки от всего, как известно, нет, поэтому каждый фунгицид замечателен, если точно подобран (под конкретную задачу). Во избежание привыкания вредных организмов к действующим веществам их лучше чередовать. В одном препарате у нас может быть комбинация из двух (иногда трех) действующих веществ с различными механизмами действия на патогены. Если правильно подбирать и комбинировать фунгициды, результат будет превосходным.

Правильная и своевременная защита решает многие проблемы.

Читайте в следующем номере
«Новый инсектицид НОТ, КЭ —
отличный результат при любых
погодных условиях»

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

АРТЁМ БЕЛОВ: «ДЛЯ АГРАРНОГО БИЗНЕСА ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОЛЖЕН СТАТЬ ПРИОРИТЕТНЫМ»

Современное состояние и перспективы развития российского АПК обсудили участники пленарной сессии «Продовольственная безопасность: вызовы и новые возможности» аграрного бизнес-форума «Человек. Технологии. Будущее». Мероприятие, организованное FCongress, прошло 28.02.2023 в Москве.

На текущий момент вопросы продовольственной безопасности в РФ практически решены, отметил модератор сессии, руководитель центра отраслевой экспертизы Россельхозбанка Андрей Дальнов. «В настоящее время, с одной стороны, мы наблюдаем абсолютный успех проектов импортозамещения и развития товарного производства в отечественном АПК, а с другой — видим перекосы в отдельных товарных группах», — резюмировал он. В результате таких перекосов, например, россияне потребляют слишком много сахара, что негативно сказывается на здоровье и продолжительности жизни, добавил спикер. «На мой взгляд, у нас нет консенсуса о том, что следует считать здоровым питанием», — сказал он. Необходимо досконально разбираться с данным понятием, инвестировать в отечественные исследования и каталогизировать зарубежные разработки. В частности, по реабилитации потребления животных жиров, отметил спикер. Он продемонстрировал на примере рынка США, как менялось отношение общества к потреблению красного мяса. В Соединенных Штатах 1960–1970-е годы стали периодом стигматизации этого продукта, затем постепенно такие тенденции сошли на нет, в том числе изменился тон публикаций о животных жирах, сообщил Андрей Дальнов. «Когда населению стало понятно, что маргарин и растительные жиры в принципе употреблять не стоит, выросло потребление сливочного масла», — сказал он. — Было признано, что у молочножирных продуктов имеется значительный потенциал при условии, что их будет достаточно, что они будут доступны, а это повод для оптимизма и для нас, особенно для наших производителей молочной продукции».

Ситуацию в российской молочной отрасли представил гендиректор Национального союза производителей молока («Союзмолоко») Артём Белов. По данным спике-

ра, за последние 10 лет совокупные инвестиции в производство и переработку молока превысили 800 млрд рублей, а среднегодовой прирост объемов производства составлял 3% (существенно для этой индустрии). Однако в 2022 году произошло заметное уменьшение реально располагаемых доходов россиян, в результате чего потребление молочных продуктов снизилось на 1,5%. Состояние платежеспособного спроса — один из ключевых вызовов для молочной отрасли на среднесрочную перспективу, отметил эксперт. «В текущем году нам вряд ли следует ожидать серьезного оживления спроса», — добавил он. Также ключевым вызовом является разрыв цепочек поставок. Разрывы логистических, финансовых цепочек, ограничения на поставки оборудования будут очень серьезно влиять на сектор, сообщил Артём Белов. «На самом деле найти альтернативу можно, только насколько она будет эффективна. Вот это ключевой вопрос», — сказал он. По мнению эксперта, не только для молочного бизнеса, но и для более широкой категории (аграрного, пищевого бизнеса) показатель эффективности должен стать приоритетным с точки зрения обеспечения конкурентоспособности. Как на внутреннем, так и на международном рынке. Эффективность — это экономика, деньги и, соответственно, доходность, пояснил он.

«Для меня очевидно, что для молочного сектора экспортоориентированная модель будет в приоритете до 2030 года», — отметил Артём Белов. Таким образом, в числе стратегических перспектив для индустрии — развитие экспорта и продолжение консолидации, укрупнения бизнеса, заключил он. «Сейчас топ-50 переработчиков — это 50% рынка», — сказал спикер. — Заводов того масштаба, который в Европе и Северной Америке стал типовым, у нас всего несколько на всю страну». Консолидация и увеличение крупнотоннажного производства





молочной продукции — это долгосрочный тренд, заключил он.

Гендиректор «Национального союза птицеводов» Сергей Лахтюхов напомнил, что рынок мяса птицы вышел на самообеспечение еще к 2016 году. В отрасли птицеводства наиболее высокий уровень консолидации, отметил спикер. Так, на топ-5 компаний приходится чуть более 45% объемов производства. Тенденция сделок M&A продолжится и в текущем, и в следующем году, сообщил он. По данным спикера, существенными темпами, несмотря на все ограничения, растет экспорт мяса птицы. Как в страны Евразийского экономического союза, так и в дальнее зарубежье — КНР, Саудовскую Аравию, ОАЭ. Сейчас складывается уникальная ситуация, когда экспорт, благодаря существующим механизмам льготного кредитования, становится основным фактором привлечения инвестиций в отрасль, в том числе на развитие логистической инфраструктуры, финансирование M&A, модернизацию текущих производств, отметил эксперт.

Отечественный рынок свинины вышел на 100%-ную самообеспеченность на рубеже 2018–2019 годов, сообщил гендиректор Национального союза свиноводов (НСС) Юрий Ковалев. Индустрия, в которую за 15 лет при разном курсе доллара было вложено порядка 500–600 млрд рублей, сейчас является одной из самых развитых в мире по технологическому уровню, себестоимости, продуктивности, отметил он. По данным спикера, общий экспорт продукции свиноводства по итогам 2022 года составил 174 тыс. т. Также он сообщил, что в прошлом году в России продолжился рост потребления свинины (+240 тыс. т). При этом суммарный прирост потребления свинины и птицы в РФ обеспечил рост потребления всех видов мяса на 2,5%. В результате по итогам года



потребление свинины достигло порядка 30 кг на одного человека в год, приблизившись к 37,5% от общего потребления мяса. Это наибольший показатель за последние 30 лет, отметил Юрий Ковалев. «Свои планы с ростом производства мы связываем с возможностью дальнейшего увеличения экспорта (это достаточно амбициозная стратегическая цель), — сказал он. — Мы уже входим в топ-5 мировых производителей свинины и надеемся, что в ближайшие 5–10 лет нам все-таки удастся войти и в топ-5 мировых экспортеров свинины. Кстати говоря, это не такая уж нерешаемая глобальная задача. Для этого нужно всего лишь увеличить сегодняшний объем экспорта примерно в два раза, что вполне осуществимо при условии открытия новых рынков Юго-Восточной Азии». Показательный пример — Вьетнам, где за 2020–2021 годы Россия смогла занять почти половину рынка импорта свинины, что подтверждает нашу конкурентоспособность, подытожил спикер.



В рамках мероприятия было отмечено, что российское зерно (в том числе пшеница) — это один из стратегических продуктов для обеспечения продовольственной безопасности РФ. На сегодняшний день на долю Российской Федерации приходится порядка 22% мировой торговли пшеницей, составляющей 83% отечественного экспорта, сообщил председатель правления Союза экспортеров зерна Эдуард Зернин. Пшеница — это флагманский продукт российского агробизнеса, который позволяет нашей стране удерживать позицию мирового лидера, отметил он. «Мы здесь полностью независимы по производству, потому что у нас пригодные к выращиванию пшеницы земли и собственная мощная селекционная база, так что мы себя сами обеспечиваем семенами. Мы умеем не только производить пшеницу, но и продавать, что не менее важно, так как умение производить без умения продавать мало чего стоит», — сказал Эдуард Зернин. Он сообщил, что в топ-10 импортеров пшеницы по итогам июля–декабря 2022 года входят Турция, Египет, Иран, Саудовская Аравия, Алжир, Пакистан, Бангладеш, Судан, Азербайджан и Ливия. «Есть два крупных игрока, которые для нас стали открытием последних нескольких сезонов, — Саудовская Аравия и Алжир», — добавил спикер. Рынки сбыта пшеницы постоянно расширяются. На текущий момент перспективными направлениями являются Индонезия, Китай, Нигерия, Вьетнам и Ирак, заключил он.

Ю.Г. Седова

МАРИЯ НОВИКОВА: «НАША НАУКА, НАШЕ ОБРАЗОВАНИЕ И НАШИ ОТРАСЛЕВИКИ ДОЛЖНЫ РАБОТАТЬ В ТЕСНОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ»

В рамках научно-практической конференции «Пути развития и кадровое обеспечение отечественной ветеринарно-биофармацевтической отрасли», прошедшей в ФГБОУ ВО МГАВМиБ — МВА имени К.И. Скрябина при содействии лидера рынка ветеринарной фармацевтики в РФ Группы компаний ВИК, состоялось открытие совместного научно-образовательного центра ГК ВИК и МВА им. К.И. Скрябина «Современная ветеринарная фармацевтика». В торжественной церемонии приняли участие ректор академии Сергей Позябин, директор департамента ветеринарии Минсельхоза России Мария Новикова, советник руководителя Россельхознадзора Никита Лебедев и исполнительный директор ГК ВИК Сергей Каспарьянц.

«Открытие совместного научно-образовательного центра (НОЦ) Группы компаний ВИК и МВА имени К.И. Скрябина — это правильный вектор, — отметила директор департамента ветеринарии Министерства сельского хозяйства РФ Мария Новикова. — Наша наука, наше образование и наши отраслевики должны работать в тесном сотрудничестве». По мнению спикера, в результате такого взаимодействия отечественные предприятия по производству лекарственных средств смогут получить действительно качественных специалистов.

Как сообщил ректор Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, профессор, доктор ветеринарных наук Сергей Позябин, вуз активно взаимодействует и с работодателями, и с научными организациями. По его словам, первый НОЦ, который начал работать в академии, это «как раз совместный научно-образовательный центр ГК ВИК и МВА имени К.И. Скрябина». Учиться надо, в первую очередь, у лидеров отрасли, у лучших, отметил ректор. «Мы стараемся объяснить нашим студентам, сориентировать их, что учиться следует у тех, кто может научить», — добавил он. Основная задача данной площадки, — идею создания которой сгенерировал статс-секретарь — заместитель министра сельского хозяйства РФ Максим Увайдов, — привлечь в академию лучших практиков, чтобы они могли передать студентам передовые опыт и знания, необходимые им для работы на современных предприятиях, пояснил Сергей Позябин. Он сообщил, что в НОЦ, в частности, планируется проведение тренингов и мастер-классов, чтение лекций ведущими специалистами в области животноводства и птицеводства.

Ректор заострил внимание на ключевых вопросах совершенствования образовательных программ подготовки ветеринарных специалистов для АПК РФ. В их числе он отметил необходимость переориентации ветеринарного образования на потребности российского товаропроизводителя и решение задач, стоящих перед Минсельхозом России, реализации научно-исследовательской работы совместно с Российской академией наук и ведущими научными центрами и создания резерва для обеспечения прорывных научных разработок в компетентных сельскохозяйственных областях. А также — организации сетевых форм обучения с отечественными предприятиями, цифровой трансформации



ветеринарного образования и развития системы переподготовки ветеринарных специалистов для работы в условиях санкционной политики и импортозамещения.

«В связи с ситуацией на международной арене ряд наших международных контактов был утерян, нас исключили из многих международных программ. Тогда мы решили, что сами в состоянии (как центр федерального учебно-методического объединения вузов в области ветеринарии и зоотехнии) сделать наше российское образование лучше и эксклюзивнее», — сказал спикер.

В своей презентации Сергей Позябин перечислил стратегические задачи, стоящие перед отечественным ветеринарным образованием:

- совершенствование специальностей и направлений подготовки для оптимизации расходов на подготовку за счет бюджетных средств;
- переосмысление учебных планов и рабочих программ всех дисциплин с целью перехода от использования иностранных невоспроизводимых методов профилактики и диагностики к способности выпускников работать на отечественном оборудовании;
- перевод специальности «36.05.01 Ветеринария» в стоимостную группу № 3 специальностей и направлений подготовки по государственным услугам по реа-

лизации образовательных программ высшего образования для обеспечения высокого уровня материально-технической базы образовательного процесса;

- поддержка научных направлений по приоритетным отраслям науки за счет средств образовательных организаций и перевода;

- обеспечение мобильности выпускников вузов, их способности выполнять максимальный набор трудовых функций на высоком уровне;

- переход от копирования международных программ образования и профессиональной переподготовки к созданию с учетом международных требований к подготовке ветеринарных специалистов отечественной системы подготовки кадров;

- создание системы непрерывного образования, которую можно реализовать путем постоянного контроля за выполнением ветеринарными специалистами требований по прохождению повышения квалификации и аттестации проведением независимой оценки квалификации на соответствие текущим требованиям к трудовым функциям.

«Наш девиз, наш лозунг — академии и мой личный — это «образование — единство науки и практики». И вот в такой парадигме мы стараемся выстроить свою работу», — подытожил ректор.

«Нельзя недооценивать те вызовы, которые стоят сейчас перед всей отраслью», — отметил исполнительный директор ГК ВИК Сергей Каспарьянц. По мнению спикера, изоляция от потока знаний и подпитки наукой из-за рубежа несет, в том числе, и оздоравливающий, положительный эффект, являясь определенным вызовом, с которым встретилась отрасль. «У нас было три года, чтобы подготовиться к этому с момента начала пандемии, когда были ограничены перемещения по миру», — сказал он. — Наши специалисты начали учиться работать в некой частичной изоляции». В результате, сегодня отечественные специалисты умеют работать с материалами, которые есть на рынке, обладают наработанным опытом, передовыми знаниями, могут писать научные статьи международного уровня. По словам спикера, еще 5–7 лет назад, посещая предприятия в Европе, они могли чему-то научиться. Однако за последние 4 года российские свинокомплексы и птицефабрики стали гораздо лучше оснащены и более масштабны, а животноводство пол-



ностью трансформировалось в современное. «Поэтому уровень наших специалистов теперь на порядок выше, что очень приятно осознавать», — резюмировал Сергей Каспарьянц.

Необходимо говорить о престиже профессии, отметил исполнительный директор ГК ВИК, обозначив эту задачу как совместную для компании, академии и Минсельхоза России, — в целях устранения перекоса в сторону ветврачей для мелких домашних животных (МДЖ) при значительном дефиците специалистов ветеринарного направления для сельского хозяйства.

Открытие данного научно-образовательного центра — важное событие как с научной, так и с практической точки зрения, отметил советник руководителя Россельхознадзора Никита Лебедев. Взаимодействие с высококвалифицированными специалистами-практиками на площадке НОЦ поможет студентам академии развить профессиональные компетенции, утвердиться в выборе профессии, повысит их шансы на успешное трудоустройство по специальности в будущем, добавил он. «Мне очень хотелось бы, чтобы подобная практика распространилась и на другие наши профильные вузы», — заключил спикер.

Ю.Г. Седова



РОССИЙСКИЙ РЫНОК ВЕТЕРИНАРНОЙ ФАРМАЦЕВТИКИ ОБЕЩАЕТ БУРНЫЙ РОСТ

Национальная ветеринарная ассоциация (НВА) провела исследование рынка лекарственных препаратов для ветеринарного применения в России.

Объем производства всей ветеринарной фармацевтики в 2022 году был равен 63,7 млрд рублей. Наибольшая доля (70%) принадлежит препаратам для сельскохозяйственных животных, птицы и 30% — продукции для животных-компаньонов. По сравнению со стабильной цифрой 54–56 млрд рублей за 2019–2021 гг. — это стремительный рост рынка. По прогнозам ассоциации, к 2030 году объем производства ветпрепаратов в РФ вырастет до 82,5 млрд рублей.

Основными категориями используемых лекарств для животных являются:

- иммунобиологические (вакцины и сыворотки) — 45% рынка, или 28,8 млрд рублей;

- химико-фармацевтические (остальные препараты) — 55%, или 34,9 млрд рублей.

Российские ветеринарные компании, входящие в НВА, ассоциацию «Ветбиопром», а также ФГБУ «ВНИИЗЖ», составляют 88% отечественного производства.

Наблюдается положительная тенденция роста доли российской продукции на рынке ветпрепаратов: с 2018 по 2022 год она выросла с 30 до 43%. Существенный вклад в прирост внесли предприятия, входящие в НВА, увеличившие объем производства за указанный период в 2,4 раза.

По итогам 2022 года российские производители заняли более половины рынка химико-фармацевтических препаратов. Наиболее независимой от импорта группой является категория средств для гигиены и дезинфекции: на долю зарубежных производителей приходится

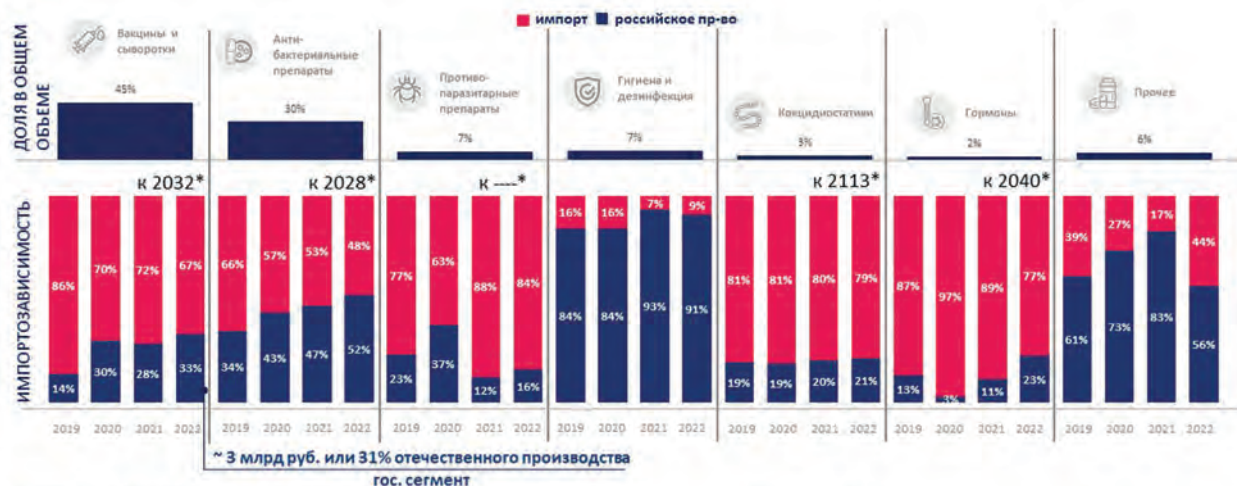
РЫНОК ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРЕПАРАТОВ В РФ, млрд руб. без НДС



РОССИЙСКИЙ РЫНОК ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРЕПАРАТОВ В 2022 г., млрд руб.



ДИНАМИКА РЫНКА ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ВСЕХ ЖИВОТНЫХ В РФ ПО ГРУППАМ г., млрд руб.



Источники: Росстат, ФТС, аналитика IndexBox®, RNC pharma®, аналитика ГК ВИН

* Математический расчет достижения сегмента 85% самообеспечения

СТРУКТУРА РЫНКА ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ СХЖ РФ. 2022 ГОД



Источники: RNC pharma®, импорт ЛП в Россию, Национальный ветеринарный ассоциация, собственная аналитика

всего 9%, соответственно, 91% продукции выпускается российскими компаниями.

Антибактериальных средств выпускается в РФ достаточно — 52%, конкуренция ощущается между российскими антибиотиками. Кроме того, крупные производственные предприятия обладают достаточным запасом мощностей для закрытия потребностей по антибактериальным препаратам в случае резкого роста спроса в ближайшие 1–1,5 года.

Определенная зависимость от импорта сохраняется в ряде направлений:

- противопаразитарные средства (только 16% производится в России);
- кокцидиостатики (21% отечественных препаратов);
- гормоны (23%);
- иммунобиологические препараты (33%).

Однако ряд предприятий реализуют программы по вводу новых мощностей и расширению ассортимента в данных категориях, а также в сегменте стерильных инъекционных препаратов и суспензий, также имеющих потенциал к росту.

Задача этого года — сокращение доли импорта в химфармпрепаратах и иммунобиологии. Потенциал у российских производителей, исходя из тенденций развития рынка, существенный: производство вакцин с 2018 года увеличилось в 2,3 раза, гормонов — в 2 раза, а всех категорий ветсредств — на 70%.

Среди отечественных вакцин представлена практически вся линейка для борьбы с основными инфекционными заболеваниями животных и птицы.

В сегменте ветеринарных препаратов для сельскохозяйственных животных и птицы доли рынка ветпрепаратов по итогам 2022 года распределены следующим образом: 61% (27,2 млрд рублей) — импорт, 39% (17,5 млрд рублей) — российское производство, из них иммунобиологические препараты — 41% (18,4 млрд рублей), химико-фармацевтические — 59% (26,3 млрд рублей). Отечественное производство вакцин для сельскохозяйственных животных и птицы занимает 19% (3,3 млрд рублей).

Господдержка, оказываемая производителям ветпрепаратов в сфере упрощенной регистрации лекарственных средств, дает возможность внедрять новые технически сложные и капиталоемкие программы. Такие проекты позволят в течение двух лет закрыть потребности российского рынка по противопаразитарным препаратам, кокцидиостатикам и гормонам.

В 2022 году благодаря упрощенной регистрации было выпущено 30 новых препаратов, что в два раза больше, чем в 2021-м. В 2023 году к запуску планируется уже 60 продуктов.

Выделение в марте этого года ветеринарной отрасли в отдельное направление экономической деятельности позволяет надеяться на дальнейшую поддержку отечественных производителей: сохранение упрощенной регистрации, ускорение валидационных процедур, разработку целевых программ, субсидирование и льготное кредитование, а также получение компаниями, составляющими 88% российского производства, статуса системообразующих предприятий.

Крупные отечественные производители ветеринарных препаратов, имеющие собственную развитую научно-техническую базу, уже вполне способны конкурировать с ведущими фармацевтическими компаниями мира, наращивать объемы производства, закрывать потребности в импорте и осуществлять значительные экспортные поставки, тем более что во главе угла стоят обеспечение продовольственной независимости, биологической безопасности страны и доступность продуктов питания для населения.

Пресс-служба Национальной ветеринарной ассоциации

РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Правовые и социальные аспекты устойчивого развития сельских территорий обсудили участники пресс-конференции, прошедшей 24 марта на площадке МИА «Россия сегодня». В мероприятии приняли участие председатель Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Александр Двойных и заместитель председателя Комитета Елена Зленко.

В настоящее время около 25% населения Российской Федерации проживают на сельских территориях, сообщил сенатор Александр Двойных. По его мнению, тема комплексного развития сельских территорий важна не только в связи с необходимостью обеспечения продовольственной безопасности страны, но и с точки зрения сохранения качественного социального самочувствия, повышения уровня жизни проживающих в сельской местности граждан. «Сокращение сельского населения — это мировой тренд. Урбанизация, наоборот, набирает обороты: количество городского населения увеличивается как во всем мире, так и в России», — пояснил парламентарий. Следует предпринять все меры для формирования позитивного имиджа российского села, уравнивать социальные стандарты для городских и сельских территорий, заключил он. В числе таких мер сенатор выделил поддержку всех видов бизнеса, в частности крестьянских (фермерских) хозяйств, сельскохозяйственных кооперативов и всех форм самозанятости в сельской местности, отметив важность создания рабочих мест для содействия занятости местного населения. Он заострил внимание на необходимости повышения доступности рынков сбыта продукции для отечественных мелких и средних сельскохозяйственных товаропроизводителей, оказания им помощи в обновлении техники и закупке кормов, облегчения доступа к кредитам и поддержки реализации различных инфраструктурных проектов, оказывающих позитивное воздействие на развитие малого и среднего бизнеса, популяризации агротуризма.

Законодатель сообщил, что в России с 2020 года реализуется государственная программа «Комплексное развитие сельских территорий». Парламентарии в рамках парламентского мониторинга на регулярной ос-

нове осуществляют контроль за ходом реализации данной госпрограммы и совместно с Министерством сельского хозяйства РФ продолжают работу по выработке механизмов по повышению качества жизни сельского населения, заключил Александр Двойных. Одно из важнейших мероприятий этой госпрограммы — улучшение жилищных условий, отметила сенатор Елена Зленко. В числе механизмов решения данной проблемы — сельская ипотека, предоставление жилья по найму с работодателем. «Прежде всего этот инструмент необходим молодым людям, окончившим аграрные вузы, которые после распределения должны поехать работать на село», — сказала парламентарий.

В ходе мероприятия было отмечено, что большинство сельской молодежи в нашей стране стремится уехать из сел в города, а отток молодых людей препятствует формированию кадровой базы сельского развития. По мнению законодателей, изменить данную ситуацию поможет информирование сельского населения (особенно молодежи) о существующих и разрабатываемых мерах государственной поддержки. «Например, за счет инвестиционных проектов на сельских территориях уже создано порядка 20 тысяч новых рабочих мест, а с учетом текущего года их число возрастет до 78 тысяч», — сказала Елена Зленко.

По статистике, в России уровень рождаемости в сельской местности, как правило, выше, чем в городах, что, безусловно, содействует решению демографической проблемы страны, отметила сенатор. А вот ожидаемая продолжительность жизни сельского населения ниже, чем городского, и в настоящее время составляет более 71 года (71,38), в том числе мужчин 66,43 лет, женщин — 76,66 лет, добавила она. «Таким образом, сохраняются значительные гендерные различия: сельские мужчины живут на 10 с лишним лет меньше женщин», — отметила Елена Зленко. Эта проблема также требует решения, заключили законодатели.

Среди регионов России — драйверов развития сельских территорий, опыт которых можно было бы тиражировать на другие субъекты РФ, — Александр Двойных выделил Чувашскую Республику, Белгородскую, Ростовскую, Липецкую и Тульскую области. «Мы работаем над тем, чтобы лучшие практики обобщить. По итогам от Совета Федерации в регионы будут отправлены рекомендации», — подытожил парламентарий.

Ю.Г. Седова



АКАДЕМИК РАН ПЁТР ЧЕКМАРЕВ: «ОТ ВЕСЕННЕГО СЕВА ЗАВИСИТ СЕГОДНЯ СУДЬБА СТРАНЫ»

Ведущие эксперты и ключевые игроки рынка обсудили основные направления развития отрасли в ходе VI конференции «Российское растениеводство. Весна 2023», приуроченной к старту посевной кампании. Мероприятие, организованное Agrotrend.ru при поддержке Минсельхоза России и отраслевых союзов, прошло 10.03.2023 в Москве.

В прошлом году российские растениеводы, как и все представители отечественного АПК, показали высокие результаты по целому ряду сельскохозяйственных культур и обновили исторические рекорды, отметил в ходе своего онлайн-выступления заместитель министра сельского хозяйства РФ Андрей Разин. Это стало возможным благодаря слаженной работе федерального и региональных минсельхозов и аграриев, непосредственно работающих на полях и обеспечивающих продовольственную безопасность страны и ее достойное место на международных рынках, заключил он. В текущем сезоне весенняя посевная кампания, несмотря на определенные сложности с запчастями, началась штатно, сообщил спикер. «Мы заранее готовим необходимые материально-технические ресурсы, — сказал он, — и сегодня видим, что накопление минеральных удобрений и семян ведется гораздо более качественно и ритмично по сравнению с предыдущим годом». Министрство сельского хозяйства РФ продолжает практику согласования объемов приобретения минеральных удобрений с Минпромторгом России и их производителями, и эта работа дает результат, отметил Андрей Разин. По его данным, в 2023 году закуплено более 2 млн т удобрений, что больше показателя аналогичной даты 2022-го. В планах Минсельхоза — увеличение объемов внесения минудобрений до научно обоснованных норм, так как это влияет на качество и количество урожая, что критически важно в наше непростое время, подытожил замминистра.

«От весеннего сева зависит сегодня судьба страны», — отметил председатель Комитета по развитию агропромышленного комплекса ТПП РФ академик РАН Пётр Чекарчев. Спикер спрогнозировал снижение урожая зерновых в России в 2023 году относительно 2022-го. В связи с цикличностью погодных и природно-климатических условий, повторяющихся каждые 12–13 лет, после удачного прошлого года в этом году они предположительно окажутся неблагоприятными, сообщил спикер. По его данным, посевные площади в 2023 году оценочно составят 47,7 млн га (против 47,5 млн га в 2022-м). Следовательно, если будут засеяны все запланированные посевные площади, будущий урожай зерна может составить 124,5 млн т, в то время как годом ранее в чистом весе было собрано 153,83 млн т, включая 104,44 млн т пшеницы, уточнил академик. В числе рисков посевной кампании он отметил стагнацию производства зерна из-за больших переходящих запасов, рост цен на горюче-смазочные материалы, будущее



возрастание спроса на агрохимикаты в связи с ожидаемой жарой, недостаточную подготовку почвы к проведению весенних полевых работ в некоторых регионах России и дефицит кадров, а также внешнеполитические, социальные и санитарно-эпидемиологические проблемы.

Влаги для проведения полевых работ в РФ этим летом будет достаточно, сообщила старший научный сотрудник отдела агрометеопрогнозов Гидрометцентра Лидия Тарасова. Что касается повреждения озимых культур, то площадь таких посевов в текущем году только на Северном Кавказе, в Сибири и ПФО ожидается больше, чем обычно, отметила она. В среднем по России площадь поврежденных посевов предположительно составит 1 млн га (или 5–6% от общей посевной площади), что несколько выше прошлогодних значений. «Можно сказать, что зима прошла благополучно», — резюмировала Тарасова. Она отметила, что на юге РФ было зафиксировано, по данным на февраль 2023 года, довольно большое количество площадей, где наблюдалось недостаточное (а местами и плохое) увлажнение почвы, однако с февраля по начало марта на этих территориях выпали обильные осадки. Сейчас недобора влаги на них не наблюдается. По словам эксперта, почвенная засуха, скорее всего, сохранится на Алтае, для него это обычное явление, как и для Забайкалья, где ожидаются недостаточные запасы влаги, что климатически обусловлено, поскольку там крайне редко они бывают более 140 мм. «А вот ожидать сухого лета на большей части Российской Федерации, где влагообеспеченность сельхозкультур в основном формируется за счет запасов весенней влаги и осадков зимой, конечно, несколько преждевременно», — отметила она. Наиболее точные оценки «аномальному лету» даст прогноз Гидрометцентра, который выйдет в начале апреля, заключила спикер.

Ю.Г. Седова

ПО ИТОГАМ 2022 ГОДА ТЕМПЫ РОСТА ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ В РОССИИ СОСТАВИЛИ 15%

Актуальные вопросы модернизации отечественного АПК обсудили участники круглого стола на тему «Обеспечение агропромышленного комплекса РФ специализированной техникой и оборудованием: проблемы и перспективы», прошедшего 21.03.2023 в Совете Федерации.

Доля отечественной сельскохозяйственной техники на внутреннем рынке в прошлом году составила более 60%, тогда как в 2013-м — 24%, сообщила в ходе круглого стола директор департамента сельскохозяйственного, пищевого и строительно-дорожного машиностроения Минпромторга России Мария Елкина. Значительное повышение доли во многом связано с улучшением качества продукции российского сельхозмашиностроения, отметила она. «Работа, проведенная отечественными машиностроителями по продвижению сельхозтехники, налицо», — добавила спикер. Также она отметила, что по итогам 2022 года в РФ темпы роста производства сельхозтехники составили 15% по отношению к предыдущему году (в 2021 году этот показатель увеличился по сравнению с 2020-м на 46%).

Как сообщила глава департамента, Минпромторг России в 2022 году поддержал реализацию со скидкой порядка 8,7 тыс. единиц сельхозтехники и сельскохозяйственного оборудования и 23,7 тыс. единиц российского пищевого оборудования. Она отметила, что за последние годы отечественные производители продвинулись в разработках и освоении производства тех видов техники, которые ранее не производились в нашей стране. В результате в настоящее время в РФ выпускаются высокопроизводительные кормоуборочные комбайны мощностью двигателя до 611 л. с., автоматизированные комплексы для выпуска хлебобулочных изделий, энергонасыщенные тракторы и другие виды техники. Однако с начала текущего года в России наблюдается снижение спроса на сельскохозяйственную технику, сообщила спикер. «Поэтому нужно поддержать аграриев в их инвестиционной активности, чтобы они активнее покупали технику для посевной и возобновления фонда», — резюмировала Мария Елкина.

В январе — феврале 2023 года производство сельскохозяйственной техники в РФ снизилось по сравнению с аналогичным периодом прошлого года на 11,4% — с 42 млрд рублей до 37,2 млрд рублей, отметил президент Российской ассоциации производителей специализированной техники и оборудования («Росспецмаш») Константин Бабкин. «Тем не менее отрасль живет и развивается, практически все предприятия продолжают свои инвестиционные проекты», — сказал он. Спикер заострил внимание на процессе цифровизации сельхозмашиностроения. «Мы вкладываемся в новые технологии, в цифровизацию», — сообщил он. — Работы ведутся активно, причем не только на предприятиях. В настоящее время в рамках ассоциации «Росспецмаш» идет работа по увязыванию всех цифровых систем в единую систему, для того чтобы управление техникой,



ее мониторинг были прозрачными и доступными любому агроному, любому руководителю хозяйства, любой технической службе, чтобы техника разных брендов работала в единой информационной системе».

В своей презентации глава ассоциации «Росспецмаш» представил перечень предложений по развитию производства российской сельскохозяйственной техники. Он отметил, что необходимо:

- предоставить 15 млрд рублей на Программу № 1432 в 2023–2030 гг. ежегодно;
- предоставить гранты на развитие производства комплектующих к спецтехнике 2023–2027 гг. в размере не менее 10 млрд рублей ежегодно;
- распространить льготы по страховым взносам и налогам для IT-компаний на производителей компонентов и готовой специализированной техники в 2023–2027 гг.;
- приобретать только российскую сельхозтехнику с использованием средств государственного бюджета или не имеющую российских аналогов (Постановление № 719 или № 1135).

Создание экономических условий для динамичного развития российского АПК потребует предоставления кредитов со ставкой 0–1% для предприятий промышленности и сельского хозяйства, отметил Константин Бабкин. Помимо этого, необходимо не ограничивать доступ сельхозпродукции к зарубежным рынкам сбыта, гарантировать минимальную цену на нее на внутреннем рынке для сельхозтоваропроизводителей, увеличить объемы страхования урожая и снизить страховые премии, предоставить адресную продовольственную помощь малоимущим слоям населения, а также увеличить объемы льготных перевозок продукции агропрома железнодорожным транспортом, заключил он.

«В целом, конечно, ситуация сложная, но она под контролем. Мы работаем и сделаем все от нас зависящее», — подытожил президент ассоциации «Росспецмаш».

Ю.Г. Седова

ОЗДОРОВЛЕНИЕ ПОГОЛОВЬЯ ■
НОРМАЛИЗАЦИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ ■
ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ■

УГЛЕВОДНЫЙ ПРЕБИОТИЧЕСКИЙ КОРМ «ЖИВОЙ БЕЛОК»

для сельскохозяйственных и диких животных

Корм имеет сладкий вкус, обладает приятным запахом, стимулирует аппетит животных и способствует повышению поедаемости основного рациона.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ:

- формирует и восстанавливает положительную микрофлору рубца;
- способствует синтезу собственного микробиального белка в рубце;
- улучшает пищеварение и усвоение питательных веществ рациона, стимулирует рост и развитие молодняка, повышает сохранность и продуктивность скота;
- предотвращает развитие ацидоза рубца и заболеваний, связанных с ним, а также последующих нарушений обмена веществ;
- нормализует pH рубца при большом количестве концентратов в рационе и/или плохом качестве грубого и объемистого корма;
- оказывает мощный гепатопротекторный эффект, нормализует работу печени;
- стимулирует размножение бактерий, переваривающих клетчатку;
- способствует повышению молочной продуктивности, содержания белка и жира в молоке;
- увеличивает среднесуточный прирост молодняка;
- снижает случаи кишечных заболеваний у молодняка и расходы на лечение.

СУТОЧНАЯ НОРМА ВВОДА НА ГОЛОВУ В СУТКИ:

Телята 1-6 месяцев	150-300 г
Молодняк КРС 7-12 месяцев	300-500 г
Молодняк 13-18 месяцев	500-1000 г
Коровы, нетели	1000-2000 г

СОСТАВ: легкопереваримые углеводы - до 35-42%
(в т. ч. сахара – до 30%); протеин - не менее 10%

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТА:

Продукт изготовлен из натуральных природных компонентов. Не содержит антибиотиков, стимуляторов роста, пальмового масла, гормональных препаратов и ГМО. Побочных явлений и осложнений при применении продукта не выявлено, противопоказаний не установлено.



ЭПИЗООТИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В РОССИИ: РИСКИ, ПРОГНОЗЫ, РЕШЕНИЯ

Вопросы обеспечения эпизоотической безопасности и ветеринарного благополучия в РФ обсудили участники конференции «Актуальная эпизоотическая обстановка в Российской Федерации. Современные методы профилактики и борьбы с заразными болезнями животных», организованной департаментом ветеринарии Минсельхоза России в рамках IV Международной выставки племенного дела, кормов, ветеринарии и технологий для животноводства, свиноводства, птицеводства и кормопроизводства «АГРОС-2023». В конференции приняли участие представители молочного животноводства, мясного скотоводства, птицеводства, свиноводства, козоводства и овцеводства, ветеринарные врачи и сельхозтоваропроизводители. Особый интерес профессионального сообщества вызвал доклад «Новеллы законодательства в сфере проведения противоэпизоотических мероприятий в 2022–2023 годах» модератора мероприятия, заместителя директора департамента ветеринарии Министерства сельского хозяйства РФ Андрея Муковнина.

В ходе своего выступления замдиректора департамента ветеринарии Минсельхоза России Андрей Муковнин сообщил, что всего в прошлом году вступили в силу 17 нормативных правовых актов, касающихся противоэпизоотических мероприятий, — в первую очередь направленных на борьбу с различными болезнями животных. Спикер отметил важность актуализации и совершенствования ветеринарных правил, в том числе недавно принятых. В частности, в ходе совершенствования ветправил, касающихся заболеваний лошадей (по инфекционной анемии, по вирусному артерииту, по случной болезни (трипаносомозу), по ринопневмонии) у отраслевого сообщества, у коневодов возник ряд вопросов, связанный с мероприятиями в эпизоотическом очаге и мероприятиями по проведению мониторинга, и все они были решены, резюмировал он. Эксперт сделал акцент на новых ветеринарных правилах по чуме мелких жвачных животных (ЧМЖЖ), утвержденных Приказом № 741 Минсельхоза России от 26.10.2022 (действующих на территории РФ с 01.03.2023). «Таких правил не было ранее, они новые для Российской Федерации, — уточнил он. — Мы осознаем угрозу, которая присутствует в непосредственной близости от территории нашей страны». В рамках актуализации этих ветеринарных правил в презентации спикера была отмечена необходимость

отбора проб специалистами Россельхознадзора в соответствии с планом мониторинга ветеринарной безопасности на соответствующий год. А также — изъятия и убой изъятых восприимчивых животных, обеспечения круглосуточной работы на КПП (контрольно-пропускных пунктах) в эпизоотическом очаге, отмены карантина в случае продолжения осуществления хозяйственной деятельности, связанной с содержанием животных, путем размещения животных-индикаторов и наблюдения за ними.

Докладчик заострил внимание на «Порядке планирования мероприятий по профилактике инфекционных болезней животных» (документ утвержден Приказом № 268 Министерства сельского хозяйства РФ от 28.04.2022 и вступил в силу с 01.07.2022). «Сейчас 268 приказ — это калька той работы, тех противоэпизоотических мероприятий, которые вы проводите в настоящее время за счет федерального или регионального бюджета, — отметил он. — Но сразу предупреждаю, что при развитии именно учета животных в компоненте «Хорриот» Федеральной государственной информационной системы в области ветеринарии (ФГИС «ВетИС») мы будем издавать изменения к данному приказу и переходить на конкретный учет конкретной головы с конкретными мероприятиями».

В заключение Андрей Муковнин сообщил, что в Правительстве РФ сегодня находится законопроект, разработанный Минсельхозом России, которым вносятся изменения в закон о ветеринарии в части уточнения самого понятия «биологические отходы», конкретизации их перечня и наделения федерального аграрного ведомства полномочиями по изданию правил по эксплуатации и ликвидации скотомогильников. «Документ предусматривает введение полного запрета на строительство скотомогильников на территории Российской Федерации. Разумеется, это не означает, что все действующие в России скотомогильники должны быть одновременно, одноmomentно ликвидированы», — отметил спикер.

Ю.Г. Седова



УДК 619: 638.1 : 615.9

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-21-26

Г.С. Мишуковская,
Д.В. Шелехов,
М.Г. Гиниятуллин,
А.В. Андреева ✉

Башкирский государственный аграрный
университет, Уфа, Россия

✉ alfia_andreeva@mail.ru

Поступила в редакцию:
02.02.2023

Одобрена после рецензирования:
01.03.2023

Принята к публикации:
15.03.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-21-26

Galina S. Mishukovskaya,
Dmitry V. Shelekhov,
Marat G. Giniyatullin,
Alfiya V. Andreeva ✉

Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

✉ alfia_andreeva@mail.ru

Received by the editorial office:
02.02.2023

Accepted in revised:
01.03.2023

Accepted for publication:
15.03.2023

Оценка острой токсичности биоинсектицида Туринбаш-Ж для пчелы медоносной *Apis mellifera mellifera* L.

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Отравление пестицидами является одной из основных причин массовой гибели пчелиных семей, наблюдаемой в разных странах мира. Однако в настоящее время отказ от использования средств защиты растений невозможен, поскольку насекомые и сорняки сельскохозяйственных культур являются причиной потери не менее половины мировых запасов продовольствия. Биоинсектициды на основе энтомопатогенов могут стать альтернативой химическим препаратам, обладающим выраженным токсическим действием на нецелевые организмы.

Методика. Объект исследования — медоносные пчелы *Apis mellifera mellifera* L. карпатской породы, подвергнутые пероральному и контактному воздействию препарата Туринбаш-Ж, действующим веществом которого является бактерия *Bacillus thuringiensis subsp. aizawai*, штамм 12K и *Bacillus thuringiensis subsp. thuringiensis*, штамм ВНИИВЭА-177. Для постановки экспериментов в работе использованы «Методические рекомендации по оценке действия и потенциальной опасности пестицидов для медоносных пчел», утвержденные РАСХН и Департаментом ветеринарии Минсельхоза РФ, а также ГОСТ 33038-2014 и ГОСТ 33039-2014 «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды». В ходе исследований провели оценку острой оральной токсичности и острой контактной токсичности действующего вещества препарата Туринбаш-Ж.

Результаты. Исследования не выявили признаков острой токсичности биоинсектицида Туринбаш-Ж для медоносных пчел как при пероральном, так и при контактном воздействии препарата. Максимальный показатель смертности пчел в опытных группах через 96 часов после окончания воздействия изучаемым препаратом — 16,7%. LD₅₀ при определении острой оральной токсичности действующего вещества препарата Туринбаш-Ж — выше значения 1·10⁶ КОЕ/пчелу, LK₅₀ — выше 100 мл/л; при определении острой контактной токсичности LD₅₀ выше значения 1·10⁵ КОЕ/пчелу, LK₅₀ — выше 100 мл/л.

Ключевые слова: биопестициды, медоносные пчелы, инсектицид Туринбаш-Ж, острая оральная токсичность, острая контактная токсичность

Для цитирования: Мишуковская Г.С. и др. Оценка острой токсичности биоинсектицида Туринбаш-Ж для пчелы медоносной *Apis mellifera mellifera* L. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 21–26. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-21-26>

© Мишуковская Г.С., Шелехов Д.В., Гиниятуллин М.Г., Андреева А.В.

Estimation of acute toxicity of bioinsecticide Turinbash-G for honey bee *Apis mellifera* *mellifera* L.

ABSTRACT

Introduction. Pesticide poisoning is one of the main causes of mass death of bee colonies observed in different countries of the world. However, at present, abandoning the use of plant protection products is not possible, since insects and crop weeds are responsible for the loss of at least half of the world's food supply. An increase in insect pest activity due to global warming will lead to even greater losses. All this dictates the need for a wider introduction of biological methods of plant protection. Bioinsecticides based on entomopathogens can become an alternative to chemicals that have a pronounced toxic effect on non-target organisms.

Methods. The object of the study was honey bee *Apis mellifera mellifera* L. of the Carpathian breed, subjected to oral and contact exposure to Turinbash-G, the active ingredient of which is the bacterium *Bacillus thuringiensis subsp. aizawai* strain 12K and *Bacillus thuringiensis subsp. thuringiensis*, strain VNIIVEA-177. As a guide, the work used «Methodological recommendations for assessing the effect and potential hazard of pesticides for honeybees», approved by the Russian Academy of Agricultural Sciences and the Department of Veterinary Medicine of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, as well as GOST 33038-2014 and GOST 33039-2014 «Methods for testing chemical products posing a danger to the environment.» In the course of the studies, the acute oral toxicity and acute contact toxicity of the active substance of Turinbash-G.

Results. Studies have not revealed signs of acute toxicity of the Turinbash-Zh bioinsecticide for honey bees both with oral and with contact exposure to the drug. The maximum mortality rate of bees in the experimental groups 96 hours after the end of exposure to the studied drug is 16.7%. LD₅₀ in determining the acute oral toxicity of the active substance of the drug Turinbash-Zh — above the value of 1·10⁶ CFU/bee, LK₅₀ — above 100 ml/l; in determining the acute contact toxicity LD₅₀ above the value of 1·10⁵ CFU/bee, LK₅₀ — above 100 ml/l.

Key words: biopesticides, honey bees, insecticide Turinbash-G, acute oral toxicity; acute contact toxicity

For citation: Mishukovskaya G.S. et al. Estimation of acute toxicity of bioinsecticide Turinbash-G for honey bee *Apis mellifera mellifera* L. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 21–26. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-21-26> (In Russian).

© Mishukovskaya G.S., Shelekhov D.V., Giniyatullin M.G., Andreeva A.V.

Введение / (Introduction)

В решении проблемы продовольственной безопасности и дальнейшего развития сельского хозяйства особое значение приобретает повышение продуктивности агробиосистем. Немаловажную роль в этом играют насекомые — опылители растений, так как 75% видов сельскохозяйственных культур в системах сельскохозяйственного и садоводческого производства являются энтомофильными [1]. Энтомофильными культурами в мире занято больше половины обрабатываемых площадей, и они дают более одной трети продуктов питания. В Российской Федерации около 190 видов растений (без учета лекарственных и декоративных) нуждаются в опылении насекомыми [2].

Однако в результате антропогенного воздействия в последние десятилетия во всем мире наблюдается сокращение биомассы и биоразнообразия энтомофауны. Недавнее исследование, проведенное на охраняемых территориях в Германии, показало, что за последнюю четверть века биомасса летающих насекомых сократилась более чем на 75% [3]. Еще большее сокращение наблюдается на неохраняемых территориях, особенно на землях сельскохозяйственного назначения, где применяются пестициды. В этих условиях роль медоносных пчел как основных опылителей растений продолжает возрастать. Преимущество использования пчел по сравнению с другими естественными опылителями состоит еще и в том, что пчелиная семья — это нескольких десятков тысяч особей, которых можно перевезти в нужное время к опыляемому участку.

Собирая нектар и пыльцу на посевах сельскохозяйственных культур, медоносные пчелы, так же как и другие представители энтомофауны, подвергаются воздействию широко используемых в растениеводстве агрохимикатов. Применение различных химических веществ для борьбы с сорняками, насекомыми-вредителями и патогенами растений ориентировано в основном на минимизацию потерь урожая, однако они наносят существенный вред и популяциям нецелевых организмов, включая медоносных пчел. Различные виды пестицидов могут представлять собой остатки фунгицидов, остающихся в растении после обработки семян, гербицидов, распыляемых непосредственно на сорняки, и, что особенно опасно, инсектицидов, которые могут воздействовать на пчел в результате прямого распыления либо могут быть занесены в улей с воздушным потоком. Пчелы-фуражиры, собирая нектар и пыльцу с обработанных химикатами растений, несут их в улей, где они попадают в организм внутриульевых пчел и личинок. Отравление пестицидами является одной из основных причин массовой гибели пчелиных семей, наблюдаемой в разных странах мира [4].

Среди большого спектра пестицидов, применяемых в растениеводстве в настоящее время, наиболее опасными для пчел являются инсектициды, поскольку мишень их действия — представители класса насекомых. В настоящее время для борьбы с насекомыми-вредителями доступны инсектициды, принадлежащие к разным классам, в том числе пиретроиды, фосфоорганические соединения, карбаматы, неоникотиноиды, а также инсектициды растительного происхождения, которые специфически воздействуют на метаболизм насекомых, рост и воспроизведение [5].

Большинство инсектицидов обладают нейротоксическим действием, активируя или блокируя ацетилхолиновые рецепторы (например, неоникотиноиды), ингибируя ацетилхолинэстеразы (карбаматы) или нарушая

функцию ионных каналов в мембранах нервных клеток (пиретроиды) [6].

Доказано влияние инсектицидов на иммунитет пчел. Фосфоорганические соединения, а также инсектициды растительного происхождения влияют на дифференцировку гемоцитов, а следовательно, и на процесс фагоцитоза. Некоторые инсектициды воздействуют на процессы меланизации и метаболизма фенолоксидазы. Многие синтетические инсектициды усиливают окислительный стресс — это может серьезно повлиять на выработку ряда антимикробных пептидов у насекомых [7].

Пчелы чувствительны ко всем инсектицидам, но наиболее токсичными для этих нецелевых насекомых являются авермектины ($LD_{50} = 0,04$ мкг/пчелу), неоникотиноиды ($LD_{50} = 0,03–3,6$ мкг/пчелу) и пиретроиды ($LD_{50} = 0,07–1,3$ мкг/пчелу). Ингибиторы ацетилхолинэстеразы и хлорорганические соединения также высокотоксичны для пчел, но их LD_{50} , как правило, на порядок выше — 0,2–1,8 мкг/пчелу и 0,8–5,1 мкг/пчелу соответственно. Хотя некоторые аналоги ювенильного гормона могут быть очень токсичными для медоносных пчел (гидропрен и метопрен), как правило, эти и другие ингибиторы роста лишь умеренно токсичны для перепончатокрылых, имея LD_{50} 30–150 мкг/пчелу [8].

К. Трапнор и др. (2016) исследовали наличие пестицидов внутри ульев на трех коммерческих пасеках на восточном побережье США. В отобранных образцах пчел, перги и воска выявлены остаточные количества 93 пестицидов: фунгицидов, гербицидов и инсектицидов. Только в каждом из образцов перги обнаружено от 5 до 20 различных видов пестицидов. Выявлена четкая взаимосвязь между гибелью семей и концентрацией пестицидов в гнезде пчел [9].

Однако в настоящее время отказ от использования средств защиты растений невозможен, поскольку насекомые и сорняки сельскохозяйственных культур являются причиной потери не менее половины мировых запасов продовольствия. Увеличение активности насекомых-вредителей вследствие глобального потепления приведет к еще большим потерям. Ученые подсчитали, что даже при безопасном сценарии ежегодные потери урожая пшеницы достигнут 59 млн т при нынешнем объеме производства в 749,4 млн т. Вместе с рисом и кукурузой потери составят около 213 млн т [10].

Всё это диктует необходимость более широкого внедрения биологических методов защиты растений. Энтомопатогены, в том числе бактерии, грибы и вирусы, могут дополнять или даже заменять использование химических пестицидов, повышая уровень смертности и замедляя развитие и размножение популяций насекомых-вредителей.

Цель исследования — оценка токсического действия на медоносных пчел *A. mellifera mellifera* L. биологического инсектицида Туринбаш-Ж.

Материалы и методы исследования / Materials and methods of research

Исследования проведены в 2021 году в лаборатории пчеловодства ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ». При постановке экспериментов были использованы в качестве руководства «Методические рекомендации по оценке действия и потенциальной опасности пестицидов для медоносных пчел», утвержденные РАСХН и Департаментом ветеринарии Минсельхоза РФ, а также ГОСТ 33038-2014 и ГОСТ 33039-2014 «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды». В ходе исследований

проводили оценку острой оральной токсичности и острой контактной токсичности действующего вещества препарата Туринбаш-Ж, разработанного ООО НВП «БашИнком» (Уфа, Россия).

Туринбаш-Ж — это инсектицид, действующим веществом которого является *Bacillus thuringiensis subsp. aizawai* (штамм 12K) и *Bacillus thuringiensis subsp. thuringiensis* (штамм ВНИИВЭА-177). Данный инсектицид эффективен против гусениц и личинок младших возрастов. Применяется для борьбы с вредителями овощных культур (колорадский жук, капустная моль), плодовых деревьев (плодовая и яблонная моль), листовых пород деревьев (непарный шелкопряд), хвойных пород деревьев (сосновый шелкопряд, шелкопряд монашенка).

В качестве вещества сравнения использовали биологический фунгицид BioSleep BW (Казань, Россия). В его состав входят бластомеры гриба *Beauveria bassiana* (штамм OPB-43) (титр не менее $1 \cdot 10^8$ КОЕ/мл). Препарат обладает направленным действием против возбудителей болезней сельскохозяйственных культур (препарат BioSleep BW organic утвержден для использования в органическом сельском хозяйстве согласно Стандарту международных аккредитованных органов сертификации по органическому производству и переработке, эквивалентному регламентам ЕС № 834/2007 и № 889/2008).

В опыте использованы медоносные пчелы *Apis mellifera mellifera* L. карпатской породы. Рамки с расплодом были получены от одной семьи, которая размещалась на пасеке в Уфимском районе Республики Башкортостан. Семья была здоровой, бактериальных и вирусных инфекций не выявлено.

С помощью сетчатого изолятора были получены разновозрастные одно- и двухсуточные пчелы, используемые в эксперименте. Пчел помещали в чистые, хорошо вентилируемые деревянные садки (по 10 пчел в каждый) и содержали при температуре 23–25 °С и относительной влажности 60–70%. Всего в опыте использовали 7 групп пчел (по три садка в каждой группе).

В качестве подкормки пчелы получали сахарный сироп в концентрации 500 г/л (50% вес/объем). Контрольная группа получала чистый сахарный сироп без добавок, опытные группы — сахарный сироп с добавлением инсектицидов в соответствующих концентрациях (табл. 1).

При определении острой оральной токсичности пчел не кормили в течение двух часов перед опытом. Затем в садки опытных групп помещали кормушки, содержащие по 10 мл сахарного сиропа с тестируемой дозой инсектицида, в садки контрольной группы — сироп без добавок. Через четыре часа кормушки с инсектицидом удаляли из садка, строго фиксируя количество потребленного сахарного сиропа в опытных и контрольной группах. После завершения опытного кормления и до конца эксперимента пчелы всех групп получали чистый сахарный сироп в концентрации 500 г/л (50% вес/объем). Корм и воду предоставляли в неограниченном количестве (*ad libitum*). Смертность пчел учитывали спустя 4 часа после начала теста и далее через каждые 24 часа до окончания опыта. В ходе эксперимента фиксировали

Таблица 1. Концентрация изучаемого препарата в сахарном сиропе (пероральный способ введения) и в водном растворе (контактный способ применения)
Table 1. Concentration of study drug in sugar syrup (oral administration) and in aqueous solution (contact administration)

Группа	Препарат	Определение оральной токсичности		Определение контактной токсичности	
		доза в 50%-ном растворе сахарозы		доза в водном растворе	
		мл/л	КОЕ/мл	мл/л	КОЕ/мл
Контрольная	-	-	-	-	-
Опытные группы					
1-я	Туринбаш-Ж	20	$2 \cdot 10^7$	20	$2 \cdot 10^7$
2-я	Туринбаш-Ж	50	$5 \cdot 10^7$	50	$5 \cdot 10^7$
3-я	Туринбаш-Ж	100	$1 \cdot 10^8$	100	$1 \cdot 10^8$
4-я	Bio Sleep BW	10	$1 \cdot 10^6$	10	$1 \cdot 10^6$
5-я	Bio Sleep BW	50	$5 \cdot 10^6$	50	$5 \cdot 10^6$
6-я	Bio Sleep BW	100	$1 \cdot 10^7$	100	$1 \cdot 10^7$

все аномальные поведенческие реакции пчел опытных и контрольной групп.

В качестве статистического метода обработки данных использован пробит-анализ [11]. По итогам эксперимента определена острая пероральная токсичность инсектицида Туринбаш-Ж (LD_{50} , выраженная в КОЕ *Bacillus thuringiensis subsp. aizawai* (штамм 12K) и *Bacillus thuringiensis subsp. thuringiensis* на пчелу).

Для теста на острую контактную токсичность также использовали молодых рабочих пчел одинакового возраста, которых содержали в деревянных садках при температуре воздуха 23–25 °С и относительной влажности 60–70%. В каждый садок заселяли по 10 пчел.

В качестве подкормки пчелы получали 50%-ный сахарный сироп. Корм и воду пчелам предоставляли в неограниченном количестве (*ad libitum*).

Анестезированных пчел опытных групп обрабатывали индивидуально путем нанесения микроаппликатором на верхнюю часть грудки каждой пчелы 1 мкл водного раствора инсектицидов в соответствующей концентрации (табл. 1). Пчелам контрольной группы на грудку наносили воду. После нанесения вещества пчел помещали в садок и обеспечивали сахарным сиропом и водой.

Смертность пчел учитывали спустя 4 часа после начала теста и далее через каждые 24 часа до окончания опыта. В ходе эксперимента фиксировали все аномальные поведенческие реакции пчел опытных и контрольной групп.

По итогам эксперимента определена острая контактная токсичность инсектицида Туринбаш-Ж LD_{50} , выраженная в КОЕ *Bacillus thuringiensis subsp. aizawai* (штамм 12K) и *Bacillus thuringiensis subsp. thuringiensis* на пчелу.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

При определении острой оральной токсичности через четыре часа, после того как корм с инсектицидом был удален из кормушки, гибели пчел в контрольной и опытных группах, получавших с кормом Туринбаш-Ж, не выявлено (табл. 2).

Не отмечено гибели также и через 24 часа. Через 48 часов в одном из садков 3-й группы погибла одна пчела, отход в этой группе составил 3,3%.

Через 72 часа регистрировали гибель пчел в двух садках в контроле (6,7%) и в одном садке в 3-й опытной группе, в 1-й и 2-й опытных группах отхода пчел не наблюдали. На 4-е сутки опыта (через 96 часов) отмечена гибель пчел практически во всех садках. Отход в контроле, а также в 1-й и 2-й опытных группах составил 13,3%, в 3-й — 16,7%.

По окончании эксперимента через 96 часов после подкормки сахарным сиропом с добавлением инсектицида Туринбаш-Ж смертность пчел в опытных группах не достигла уровня 50%. Максимальный показатель (16,7%) получен в 3-й опытной группе. Статистический анализ не выявил достоверных различий в показателях летальности пчел опытных и контрольной групп.

Оценка действия вещества сравнения на медоносных пчел показала, что при добавлении в корм инсектицида BioSleep BW смертность к концу эксперимента составила при минимальной и средней концентрации 6,7%, при максимальной — 13,3%. Достоверных различий с контролем и группами, получавшими Туринбаш-Ж, не выявлено.

Расход корма в контрольной и опытных группах находился на уровне 0,09–0,1 мл на группу пчел, или 0,009–0,01 мл/пчелу. Таким образом, в 1-й опытной группе каждая пчела получила с кормом дозу Туринбаш-Ж $2 \cdot 10^5$ КОЕ в перерасчете на действующее вещество, во 2-й — $5 \cdot 10^5$ КОЕ, в 3-й — $1 \cdot 10^6$ КОЕ.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что острая оральная токсичность действующего вещества пестицида Туринбаш-Ж составляет: $LD_{50} > 1 \cdot 10^6$ КОЕ/пчелу; $LK_{50} > 100$ мл/л.

Аномальных поведенческих реакций пчел в контрольной и опытных группах не выявлено.

При контактном внесении препарата Туринбаш-Ж не выявлено его негативного влияния на медоносных пчел. Смертность в садках 1–3-й групп при обработке препаратом к концу эксперимента находилась в пределах 13–16,7% (табл. 3).

Достоверных различий с контролем по показателю летальности в этих группах не выявлено. Также не выявлена зависимость показателя летальности пчел от дозы препарата. Не отмечено и достоверных различий в смертности пчел при сравнительном изучении препарата Туринбаш-Ж и вещества сравнения (препарат BioSleep BW).

Каждая пчела в процессе обработки получила 0,001 мл препарата Туринбаш-Ж, в перерасчете на действующее вещество в 1-й опытной группе — $2 \cdot 10^4$ КОЕ/пчелу, во 2-й — $5 \cdot 10^4$ КОЕ/пчелу, в 3-й — $1 \cdot 10^5$ КОЕ/пчелу.

Таблица 2. Летальность пчел и расход корма в садках при пероральном введении инсектицида Туринбаш-Ж, %

Table 2. Lethality of bees and feed consumption in cages after oral administration of insecticide Turinbash-G, %

Группа, препарат	Доза		Расход корма на одну пчелу, мл	Летальность пчел, %				
	мл/л	КОЕ/мл		через 4 часа	через 24 часа	через 48 часов	через 72 часа	через 96 часов
Контрольная	0	0	0,009	0	0	0	6,7	13,3
1-я опытная, Туринбаш-Ж	20	$2 \cdot 10^7$	0,01	0	0	0	0	13,3
2-я опытная, Туринбаш-Ж	50	$5 \cdot 10^7$	0,01	0	0	0	0	13,3
3-я опытная, Туринбаш-Ж	100	$1 \cdot 10^8$	0,009	0	0	3,3	3,3	16,7
4-я опытная, BioSleep BW	10	$1 \cdot 10^6$	0,009	0	3,3	3,3	3,3	6,7
5-я опытная, BioSleep BW	50	$5 \cdot 10^6$	0,009	0	6,7	6,7	6,7	6,7
6-я опытная, BioSleep BW	100	$1 \cdot 10^7$	0,01	3,3	3,3	3,3	10	13,3

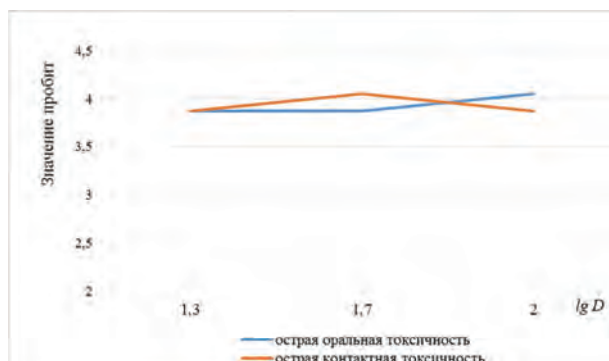
Таблица 3. Летальность пчел в зависимости от дозы препарата при контактном способе внесения, %

Table 3. Lethality of bees depending on the dose of the drug at contact method of application, %

Группа, препарат	Доза		Летальность пчел, %,				
	мл/л	КОЕ/мл	через 4 часа	через 24 часа	через 48 часов	через 72 часа	через 96 часов
Контрольная	0	0	0	0	6,7	10,0	16,7
1-я опытная, Туринбаш-Ж	20	$2 \cdot 10^7$	0	3,3	6,7	6,7	13,3
2-я опытная, Туринбаш-Ж	50	$5 \cdot 10^7$	3,3	3,3	10,0	13,3	16,7
3-я опытная, Туринбаш-Ж	100	$1 \cdot 10^8$	0	0	3,3	6,7	13,3
7-я опытная, BioSleep BW	10	$1 \cdot 10^6$	0,0	6,7	6,7	10,0	13,3
8-я опытная, BioSleep BW	50	$5 \cdot 10^6$	0,0	0,0	3,3	10,0	16,7
9-я опытная, BioSleep BW	100	$1 \cdot 10^7$	0,0	0,0	3,3	13,3	13,3

Рис. 1. График зависимости «доза — эффект» через 96 часов после воздействия инсектицидом Туринбаш-Ж

Fig. 1. Dose-effect curve 96 hours after exposure to insecticide Turinbash-G



Таким образом, анализ результатов исследований свидетельствует о том, что при определении острой контактной токсичности действующего вещества препарата Туринбаш-Ж: $LD_{50} > 1 \times 10^5$ КОЕ/пчелу; $LK_{50} > 100$ мл/л.

Графически показатели летальности пчел по итогам пробит-анализа в опытных группах через 96 часов после начала эксперимента отражены на рисунке 1.

Аномальных поведенческих реакций пчел в контрольной и опытных группах не выявлено.

Полученные в ходе эксперимента данные согласуются с данными других исследователей. Так, Libardoni et al. (2021), добавляя препараты по основе *Bacillus thuringiensis* в разных концентрациях в канди для подкормки африканизированных пчел, не выявили снижения выживаемости, изменения поведения и длины ворсинок кишечника пчел, подвергнутых обработке по сравнению

с контролем [12]. Итальянские пчелы *A. mellifera*, которых кормили пыльцой, содержащей белки Cry-токсины, продуцируемые *Bacillus thuringiensis*, также не показали существенных отклонений в выживаемости, потреблении пыльцы, весе, активности ферментов детоксикации [13].

Выводы / Conclusion

Таким образом, исследования не выявили признаков острой токсичности биоинсектицида Туринбаш-Ж для медоносных пчел как при пероральном, так и при контактном воздействии препарата. LD_{50} при определении острой оральной токсичности действующего вещества препарата Туринбаш-Ж лежит выше значения $1 \cdot 10^6$ КОЕ/пчелу, LK_{50} — выше значения 100 мл/л; при определении острой контактной токсичности — выше значения $1 \cdot 10^5$ КОЕ/пчелу, LK_{50} — выше значения 100 мл/л.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.

Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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. Cloyd R.A. Effects of Pesticides and Adjuvants on the Honey Bee, *Apis mellifera*: An Updated Bibliographic Review. Ranz R.E.R. (ed.) Modern Beekeeping - Bases for Sustainable Production. *IntechOpen*. 2019; 1. <https://doi.org/10.5772/intechopen.89082>
2. Ченикалова Е.В. Охрана и повышение эффективности природных опылителей в хозяйствах Ставропольского края. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2019; (5): 105–108. eLIBRARY ID: 41288890
3. Hallmann C.A., Sorg M., Jongejans E., Siepel H., Hofland N., Schwan H., Stenmans W., Müller A., Sumser H., Hörren Th., Goulson D., de Kroon H. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*. 2017; 12(10): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
4. Goulson D., Nicholis E., Botías C., Rotheray E.L. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*. 2015; 347(6229): 1255957. <https://doi.org/10.1126/science.1255957>
5. Калининкова Т.Б., Гатиятуллина А.Ф., Егорова А.В. Токсическое действие пестицидов на пчел: обзор. *Российский журнал прикладной экологии*. 2021; (3): 50–57. <https://doi.org/10.24852/2411-7374.2021.3.50.57>
6. Casida J.E., Durkin K.A. Neuroactive insecticides: targets, selectivity, resistance, and secondary effects. *Annual Review of Entomology*. 2013; 58: 99–117. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153645>
7. James R.R., Xu J. Mechanisms by which pesticides affect insect immunity. *Journal of Invertebrate Pathology*. 2012; 109(2): 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2011.12.005>
8. Sanchez-Bayo F. Insecticides mode of action in relation to their toxicity to non-target organisms. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*. 2011; S4: e002. <https://doi.org/10.4172/2161-0525.s4-002>
9. Traynor K.S., Pettis J.S., Tarpy D.R., Mullin Ch.A., Frazier J.L., Frazier M., van Engelsdorp D. In-hive Pesticide Exposome: Assessing risks to migratory honey bees from in-hive pesticide contamination in the Eastern United States. *Scientific Reports*. 2016; 6: 33207. <https://doi.org/10.1038/srep33207>
10. Deutsch C.A., Tewksbury J.J., Tigchelaar M., Battisti D.S., Merrill S.C., Huey R.B., Naylor R.L. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*. 2018; 361(6405): 916–919. <https://doi.org/10.1126/science.aat3466>

REFERENCES

1. Cloyd R.A. Effects of Pesticides and Adjuvants on the Honey Bee, *Apis mellifera*: An Updated Bibliographic Review. Ranz R.E.R. (ed.) Modern Beekeeping - Bases for Sustainable Production. *IntechOpen*. 2019; 1. <https://doi.org/10.5772/intechopen.89082>
2. Chenikalova E.V. Protection and efficiency improvement of natural pollinators on the farm holdings of Stavropol region. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2019; (5): 105–108 (In Russian) eLIBRARY ID: 41288890
3. Hallmann C.A., Sorg M., Jongejans E., Siepel H., Hofland N., Schwan H., Stenmans W., Müller A., Sumser H., Hörren Th., Goulson D., de Kroon H. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*. 2017; 12(10): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
4. Goulson D., Nicholis E., Botías C., Rotheray E.L. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*. 2015; 347(6229): 1255957. <https://doi.org/10.1126/science.1255957>
5. Kalinnikova T.B., Gatiyatullina A.F., Egorova A.V. Toxic effects of pesticides on honey bees: review. *Russian Journal of Applied Ecology*. 2021; (3): 50–57. (In Russian) <https://doi.org/10.24852/2411-7374.2021.3.50.57>
6. Casida J.E., Durkin K.A. Neuroactive insecticides: targets, selectivity, resistance, and secondary effects. *Annual Review of Entomology*. 2013; 58: 99–117. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153645>
7. James R.R., Xu J. Mechanisms by which pesticides affect insect immunity. *Journal of Invertebrate Pathology*. 2012; 109(2): 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2011.12.005>
8. Sanchez-Bayo F. Insecticides mode of action in relation to their toxicity to non-target organisms. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*. 2011; S4: e002. <https://doi.org/10.4172/2161-0525.s4-002>
9. Traynor K.S., Pettis J.S., Tarpy D.R., Mullin Ch.A., Frazier J.L., Frazier M., van Engelsdorp D. In-hive Pesticide Exposome: Assessing risks to migratory honey bees from in-hive pesticide contamination in the Eastern United States. *Scientific Reports*. 2016; 6: 33207. <https://doi.org/10.1038/srep33207>
10. Deutsch C.A., Tewksbury J.J., Tigchelaar M., Battisti D.S., Merrill S.C., Huey R.B., Naylor R.L. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*. 2018; 361(6405): 916–919. <https://doi.org/10.1126/science.aat3466>

11. Лошадкин Н.А., Гладких В.Д., Голденков В.А., Синицын А.Н., Дарина Л.В., Буланова Л.П. Пробит-метод в оценке эффектов физиологически активных веществ при низких уровнях воздействия. *Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева)*. 2002; 46(6): 63–67.
12. Libardoni G., Neves P.M.O.J., Abati R., Sampaio A.R., Costa-Maia F.M., de Souza Vismara E., Lozano E.R., Potrich M. Possible interference of *Bacillus thuringiensis* in the survival and behavior of Africanized honey bees (*Apis mellifera*). *Scientific Reports*. 2021; 11: 3482. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82874-1>
13. Yi D., Fang Z., Yang L. Effects of Bt cabbage pollen on the honeybee *Apis mellifera* L. *Scientific Reports*. 2018; 8: 482. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18883-w>

ОБ АВТОРАХ:

Галина Сергеевна Мишуковская,
доктор биологических наук, профессор,
Башкирский государственный аграрный университет,
ул. 50-летия Октября, 34, Уфа, 450001, Россия
mishukovskaya@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3892-9969>

Дмитрий Викторович Шелехов,
кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой,
Башкирский государственный аграрный университет,
ул. 50-летия Октября, 34, Уфа, 450001, Россия
shelehov_d_v@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3417-8774>

Марат Гиндуллинович Гиниятуллин,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Башкирский государственный аграрный университет,
ул. 50-летия Октября, 34, Уфа, 450001, Россия
0803marat@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1337-5931>

Альфия Васильевна Андреева,
доктор биологических наук, профессор,
Башкирский государственный аграрный университет,
ул. 50-летия Октября, 34, Уфа, 450001, Россия
alfia_andreeva@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3947-7087>

11. Loshadkin N.A., Gladkikh V.D., Goldenkov V.A., Sinitsyn A.N., Darina L.V., Bulanova L.P. Probit-method in assessing the effects of physiologically active substances at low levels of exposure. *Russian Chemistry Journal*. 2002; 46(6): 63–67. (In Russian)

12. Libardoni G., Neves P.M.O.J., Abati R., Sampaio A.R., Costa-Maia F.M., de Souza Vismara E., Lozano E.R., Potrich M. Possible interference of *Bacillus thuringiensis* in the survival and behavior of Africanized honey bees (*Apis mellifera*). *Scientific Reports*. 2021; 11: 3482. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82874-1>

13. Yi D., Fang Z., Yang L. Effects of Bt cabbage pollen on the honeybee *Apis mellifera* L. *Scientific Reports*. 2018; 8: 482. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18883-w>

ABOUT THE AUTHORS:

Galina Sergeevna Mishukovskaya,
Doctor of Biological Sciences, Professor,
Bashkir State Agrarian University,
34 50-letiya Oktyabrya Str., Ufa, 450001, Russia
mishukovskaya@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3892-9969>

Dmitry Viktorovich Shelekhov,
Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department,
Bashkir State Agrarian University,
34 50-letiya Oktyabrya Str., Ufa, 450001, Russia
shelehov_d_v@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3417-8774>

Marat Gindullinovich Giniyatullin,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Bashkir State Agrarian University,
34 50-letiya Oktyabrya Str., 450001 Ufa, Russia
0803marat@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1337-5931>

Alfia Vasilevna Andreeva,
Doctor of Biological Sciences, Professor,
Bashkir State Agrarian University,
34 50-letiya Oktyabrya Str., 450001 Ufa, Russia
alfia_andreeva@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3947-7087>

УДК 619:676.807.7:579.678:579.672

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-27-37

Ю.О. Ляшук¹, ✉
К.А. Иванищев²,
А.А. Кудрявцев¹

¹ Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Россия

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

✉ ularzn@mail.ru

Поступила в редакцию:
09.09.2022

Одобрена после рецензирования:
15.12.2022

Принята к публикации:
15.03.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-27-37

Yulia O. Lyashchuk¹, ✉
Konstantin A. Ivanishchev²,
Alexander A. Kudryavtsev¹

¹ Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia

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

✉ ularzn@mail.ru

Received by the editorial office:
09.09.2022

Accepted in revised:
15.12.2022

Accepted for publication:
15.03.2023

Trend-анализ биологических угроз для пищевых производств на основе корреляционной зависимости между алиментарно-обусловленными инфекционными и паразитарными заболеваниями животных и людей

РЕЗЮМЕ

В статье приведены аналитические данные оценки циклических тенденций заболеваемости и летальности, корреляционный анализ заболеваемости, обусловленной зооантропонозами, и trend-анализа биологических угроз на основе статистических данных по Рязанской области с 2017 по 2021 гг. Данный анализ позволил составить матрицу попарных коэффициентов корреляции Пирсона для инфекционных и паразитарных заболеваний животных и людей, являющихся зооантропонозами, и выявить корреляционную зависимость между заболеваемостью людей и животных.

Наибольший балловый ранг (2,208) и коэффициент корреляции (0,88) характерны для туберкулеза, вызываемого микобактериями. Данное заболевание является зооантропонозом и относится к особо опасным. Второе место тренда занимают бактерии рода *Salmonella* (балловый ранг — 1,362, коэффициент корреляции — 0,75). Третье, четвертое и пятое место тренда занимают острые кишечные инфекции, вызываемые золотистым стафилококком (балловый ранг — 0,577, коэффициент корреляции — 0,79), колиформными бактериями *Escherichia* (балловый ранг — 0,397, коэффициент корреляции — 0,82), *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* (балловый ранг — 0,308, коэффициент корреляции — 0,87).

Ключевые слова: биологическая опасность, пищевой путь передачи, зооантропонозы, контроль качества, безопасность продуктов питания, антибиотикорезистентность, мутагенные факторы, мутагенез

Для цитирования: Ляшук Ю.О., Иванищев К.А., Кудрявцев А.А. Trend-анализ биологической опасности для пищевых производств на основе корреляционной зависимости между алиментарно-обусловленными инфекционными и паразитарными заболеваниями животных и людей. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 27–37. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-27-37>

© Ляшук Ю.О., Иванищев К.А., Кудрявцев А.А.

Trend-analysis of biological hazard for food production based on the correlation between alimentary-caused infectious and parasitic diseases of animals and humans

ABSTRACT

The article presents analytical data for assessing cyclical trends in morbidity and mortality, correlation analysis of morbidity due to zoonoses, and trend analysis of biological threats based on statistical data for the Ryazan region from 2017 to 2021. This analysis made it possible to compile a matrix of pairwise Pearson correlation coefficients for infectious and parasitic diseases of animals and humans, which are zoonoses, and to reveal a correlation between the incidence of humans and animals.

The highest score rank (2.208) and correlation coefficient (0.88) are typical for tuberculosis caused by mycobacteria. This disease is zoonosis and is particularly dangerous. The second place of the trend is occupied by bacteria of the genus *Salmonella* (point rank — 1.362, correlation coefficient — 0.75). The third, fourth and fifth places of the trend are occupied by acute intestinal infections caused by *Staphylococcus aureus* (score rank — 0.577, correlation coefficient — 0.79), *Escherichia coli* form bacteria (score rank — 0.397, correlation coefficient — 0.82), *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* (score rank — 0.308, correlation coefficient — 0.87).

Key words: biological hazard, food route of transmission, zoonoses, quality control, food safety, antibiotic resistance, mutagenic factors, mutagenesis

For citation: Lyashchuk Yu.O., Ivanishchev K.A., Kudryavtsev A.A. Trend-analysis of biological hazard for food production based on the correlation between alimentary-caused infectious and parasitic diseases of animals and humans. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 27–37. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-27-37> (In Russian).

© Lyashchuk Yu.O., Ivanishchev K.A., Kudryavtsev A.A.

Введение / Introduction

В последние десятилетия всё чаще звучит тревожный лейтмотив массового применения биологического оружия. Такая потенциальная опасность, безусловно, существует, поскольку биологическое оружие имеет ряд преимуществ в виде отсутствия масштабных разрушений инфраструктуры человеческих поселений и экологических ниш. Негативному влиянию, как правило, подвергаются восприимчивые организмы, не имеющие иммунной защиты и находящиеся в зоне поражения. При этом одним из явных недостатков биооружия является высокая вероятность потери контроля над распространением возбудителя и его склонностью к мутагенезу [1–3].

Минимизация уровня неопределенности в управлении факторами биологического риска (возбудителями заболеваний, которые могут нанести ущерб жизни и здоровью), позволит перейти от тестирования в условиях лаборатории и экспериментов на небольших группах испытуемых к более масштабной апробации [4, 5].

К факторам биологического риска относятся возбудители инфекционных и паразитарных заболеваний различной этиологии, а также их токсины, представляющие опасность для нормальной жизнедеятельности людей, животных, растений и функционирования природных экосистем и биоценозов [6].

Применение технологий синтетической биологии при работе с генетическим материалом послужило расширению перечня патогенных биологических объектов, в который, помимо факторов биологического риска бактериальной, вирусной (вирусы и вирионы), микологической (грибы и дрожжеподобные организмы), паразитарной (гельминты, паукообразные (клещи), насекомые и их личинки) и протозойной этиологии, были включены прионы (белковоподобные инфекционные частицы), инсерционные последовательности (Is-элементы), ДНК-транспозоны (бактериальные транспозоны, эукариотические транспозоны), ретротранспозоны (вирусные и невирусные), плазмиды и другие мобильные генетические элементы (МГЭ).

В настоящее время уделяется большое внимание мониторингу новых патогенных биологических объектов, поскольку список опасностей периодически пополняется в результате направленных генетических манипуляций, являющихся результатом деятельности человека.

В связи с этим возникает множество споров вокруг генно-модифицированных организмов (ГМО). Особый интерес представляет содержание ГМО в пищевом сырье и продуктах питания. По данным Роспотребнадзора за 2017–2021 гг., оборот пищевых продуктов, содержащих ГМО, колеблется от 0,9 до 1 % [7], что, безусловно, является относительным показателем, поскольку популярность использования ГМО в пищевой индустрии и сельском хозяйстве базируется на экономическом аспекте, позволяющем увеличить урожайность и снизить себестоимость готовой продукции.

Алиментарно-обусловленные факторы биологического риска представляют собой возбудителей инфекционных и паразитарных заболеваний различной этиологии, передающихся с пищевой продукцией (включая питьевую бутилированную воду).

Алиментарно-обусловленные факторы биологического риска играют важную роль в развитии онкологических заболеваний органов пищеварительной системы. При этом алиментарный (пищевой) путь передачи является ведущим в данном процессе. Распространение алиментарно-обусловленных инфекционных и парази-

тарных заболеваний в первую очередь связано с наличием группы заболеваний, общих для животных и людей (зооантропонозов).

Ряд авторов [9–11] придерживаются мнения, что присутствие ГМО в продуктах питания может увеличивать риск пищевых аллергий и являться фактором роста онкологических заболеваний среди населения.

Пищевые ГМО наряду с алиментарно-обусловленными факторами биологического риска представляют собой широкое поле мониторинга для специалистов в области пищевой безопасности [8].

Цель исследования — проведение trend-анализа биологических угроз для пищевых производств.

Задачи исследования:

- актуализировать перечень алиментарно-обусловленных факторов биологического риска, значимых для пищевых производств;
- на основе статистических данных по Рязанской области составить матрицу попарных коэффициентов корреляции Пирсона для инфекционных и паразитарных заболеваний животных и людей, являющихся зооантропонозами;
- провести корреляционный анализ связи между заболеваемостью людей и животных;
- провести trend-анализ биологических угроз для пищевых производств Рязанской области.

Материалы и методы исследования / Material and methods

Проведение аналитической работы было построено на статистических данных о динамике заболеваемости и летальности людей, предоставленных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Рязанской области». Корреляционный анализ связи между заболеваемостью людей и животных проводился на основании данных, предоставленных Главным управлением ветеринарии Рязанской области.

В ходе проведения исследований применялись статистические методы анализа и оценки циклических тенденций заболеваемости и летальности, корреляционного анализа заболеваемости, обусловленной зооантропонозами, и trend-анализа биологических угроз.

Статистический анализ проводился на материалах Рязанской области и охватывал период с 2017 по 2021 год. Расчеты были выполнены в программном пакете Statistica 6.0.

Анализ и оценка циклических тенденций заболеваемости и летальности были проведены с целью расчета вероятностей летального исхода от различных заболеваний и причин смерти для жителей Рязанской области (результаты анализа на рис. 1).

Анализ заболеваемости, проведенный на основе статистических данных по Рязанской области, позволил составить матрицу попарных коэффициентов корреляции Пирсона для инфекционных и паразитарных заболеваний животных и людей, являющихся зооантропонозами, и выявить корреляционную зависимость между ними [14]. Результаты анализа представлены в таблице 1.

При проведении анализа использовались следующие обозначения:

r — коэффициент корреляции;

$Y_j = \overline{1, j}$ — заболевания животных;

$Z_k = \overline{1, k}$ — заболевания людей.

Шкала оценки корреляции:

$r \geq 0,5$ — связь сильная (9 баллов);

$0,3 \leq r \leq 0,5$ — связь средняя (3 балла);

$r \leq 0,3$ — связь слабая или отсутствует (0 баллов).

Результаты анализа представлены в таблицах 2–4 и на рисунках 2–9.

Trend-анализ проводился с целью выявления тенденций формирования биологических угроз, актуальных для пищевых производств.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

На первом этапе аналитической работы были проведены анализ и оценка циклических тенденций заболеваемости и летальности людей на основании данных, предоставленных Центром гигиены и эпидемиологии Рязанской области за 2017–2021 гг. Полученные в результате анализа вероятности летального исхода от различных заболеваний и причин смерти для жителей Рязанской области представлены на рисунке 1.

Анализ рисунка показывает, что наибольшие вероятности летального исхода имеют сердечно-сосудистые заболевания (в частности, болезни системы кровообращения, цереброваскулярные заболевания и ишемическая болезнь сердца), которые занимают первое место в рейтинге смертности населения не только в России, но и в мире. На втором месте находятся онкологические заболевания, третье место занимают болезни органов дыхания, четвертое — болезни органов пищеварения. Замыкают пятерку инфекционные и паразитарные заболевания.

Циклический анализ заболеваемости и причин смертности позволяет не только рассчитать прямые вероятности, но и учесть их синергическое влияние на организм.

Довольно часто причина смерти является следствием не одного заболевания, а целого комплекса хронических процессов. Например, довольно часто диагноз «ХОБЛ» (хроническая обструктивная болезнь легких) как причина смерти является результатом синергетического взаимодействия инфекционных факторов и ослабленной сердечно-сосудистой системы. Однако по критерию летальности причина смерти будет отнесена к болезням органов дыхания. При этом первопричиной будет являться инфекционный фактор, запустивший деструктивные процессы в тканях легких.

Данная тенденция распространяется на многие причины летальности. Синергетическое взаимодействие с инфекционными и паразитарными факторами биологического риска характерно не только для заболеваний органов дыхания, но также для болезней органов пищеварения, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний.

Мнения ученых (касаемо причин данной тенденции) представлены двумя крупными направлениями исследований мутагенных факторов, к которым относятся физические (различные виды излучений), химические (арбитражное применение антимикробных препаратов) и биологические факторы (мутации в результате взаимодействия с различным генетическим материалом, в том числе и целенаправленное создание ГМО).

Ряд авторов [14–16] указывают на взаимосвязь роста уровня вышеописанных заболеваний с ростом уровня электромагнитного загрязнения, в том числе фона сверхвысокочастотного излучения (СВЧ). Человеческий организм не обладает достаточно развитым сенсорным аппаратом для распознавания электромагнитных излучений (ЭМИ) нетепловой интенсивности, в связи с чем люди практически не ощущают негативного воздействия на свой организм непосредственно во время его осуществления. Зачастую последствия можно наблюдать только по прошествии значительного периода времени, при этом картина расстройств электромагнитной природы будет неспецифичной по набору клинических признаков и практически дифференциально недиагностируемой от заболеваний иной этиологии с аналогичными проявлениями.

При интенсивности ЭМИ СВЧ-диапазона 15 мВт/см² и выше наблюдается эффект теплового воздействия на облучаемые объекты (в том числе и биологические). Влияние ЭМИ интенсивностью ниже 15 мВт/см² на биологические объекты рассматривает теория нетеплового специфического воздействия микроволн.

Наиболее восприимчивыми к воздействию электромагнитных излучений (ЭМИ) диапазона 300 МГц — 300 ГГц являются жидкие соединительные ткани (кровь, лимфа, тканевая жидкость) и ткани-флюиды с высоким содержанием воды (цереброспинальная и синовиальная жидкость, внутриглазная жидкость (водянистая влага), стекловидное тело, хрусталик и другие).

ЭМИ оказывают влияние на клеточном уровне как на макро-, так и на микроорганизмы. Согласно теории нетеплового специфического воздействия микроволн, в биологических объектах с высоким содержанием жидкости происходят резонансные взаимодействия макромолекул (в том числе белковых) и поляризация молекул воды, что приводит к нарушению физико-химического гомеостаза и электромагнитному поражению объекта. Степень причиненного ущерба будет зависеть от силы,

Рис. 1. Вероятности летального исхода от различных заболеваний и причин смерти для жителей Рязанской области

Fig. 1. Probabilities of death from various diseases and causes of death for residents of the Rязan region



длительности и частотности негативного воздействия и компенсаторных возможностей организма.

У людей в первую очередь негативному воздействию факторов электромагнитной этиологии подвержены сердечно-сосудистая, нервная и эндокринная системы, у микроорганизмов бактериальной и протозойной природы могут запускаться мутационные процессы с целью адаптации и поддержания гомеостаза клетки.

Также довольно распространенной является теория лекарственных мутаций [8–10, 12, 17], которая находит подтверждение в исследованиях процесса появления антибиотико-резистентных штаммов микроорганизмов, а также образования L-форм бактерий, которые приводят к длительному носительству и хроническим формам инфекции латентного характера. В результате чего здоровье человека медленно и еле заметно разрушается под воздействием инфекционных агентов, что в итоге может привести к летальному исходу при резком ослаблении иммунитета или сильном стрессе. При этом официальной причиной смерти во многих случаях будет диагностически признано соматическое, а не инфекционное заболевание.

По официальным данным медицинской статистики [8, 12, 17], первопричиной 1/3 сердечно-сосудистых и 1/5 онкологических заболеваний являются инфекционные и паразитарные факторы биологического риска.

Динамика смертности в нашей стране имеет ряд особенностей. В частности, наблюдаются половозрастные различия летальности от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Мужская летальность (МЛ) от сердечно-сосудистых заболеваний превышает женскую (ЖЛ) скачкообразно:

30–39 лет — МЛ > ЖЛ в 10 раз;

40–49 лет — МЛ > ЖЛ в 3 раза;

50–59 лет — МЛ > ЖЛ в 2 раза.

60–70⁺ лет — показатели смертности начинают выравниваться.

Доля мужчин, умерших от всех причин до пенсионного возраста, составляет 3/4, в то время как доля женщин — 1/4.

Мужская летальность от онкологических заболеваний превышает женскую в среднем в два раза, относительно равномерно распределяясь по возрастному отрезку от 30 до 70⁺ лет [12].

По общемировым данным [12], на первом месте находится онкология дыхательных путей (преимущественно легких), второе место занимает онкология органов репродуктивной системы (рак шейки матки, яичников, тестикул, молочной и предстательной железы), третье место (без существенной разницы в показателях) — рак желудка и рак толстой кишки. При этом показатели смертности от онкологии органов желудочно-кишечного тракта неуклонно растут.

Рост смертности от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний связывают с внешними причинами:

- курение (в том числе и пассивное) и употребление алкоголя способствуют развитию сердечно-сосудистых заболеваний, рака легких, полости рта, пищевода и поджелудочной железы;

- низкокачественное питание и дисбалансированный рацион способствуют развитию ожирения, сердечно-сосудистых заболеваний, рака различных отделов кишечника и поджелудочной железы;

- загрязнение окружающей среды химическими веществами и различными типами излучений способствует снижению иммунитета и развитию широкого

спектра онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний;

- активные мутационные процессы патогенных биологических объектов в результате воздействия химических и физических факторов, влияющих на наследственность и изменчивость организмов различной этиологии (по данным медицинской статистики [8, 12, 17], первопричиной 1/3 сердечно-сосудистых и 1/5 онкологических заболеваний являются инфекционные и паразитарные факторы биологического риска (в том числе алиментарно-обусловленные). Например, простейшее *Chlamydia trachomatis* и вирус папилломы человека являются факторами риска развития рака шейки матки, вирусы гепатитов В и С — факторы развития рака печени, бактерии *Helicobacter pylori* — фактор развития рака желудка, ВИЧ — фактор развития саркомы Капоши.

Анализируя вышеизложенную информацию, необходимо отметить, что алиментарно-обусловленные факторы биологического риска играют важную роль в развитии онкологических заболеваний органов пищеварительной системы. При этом алиментарный (пищевой) путь передачи является ведущим в данном процессе. Распространение алиментарно-обусловленных инфекционных и паразитарных заболеваний в первую очередь связано с наличием группы заболеваний, общих для животных и людей (зооантропонозов). Заражение сельскохозяйственных и промысловых животных биопатогенами происходит при контакте с инфицированными объектами окружающей среды (включая природно-очаговые заболевания), зараженными животными, через корма и питьевую воду и другими путями, приводящими к началу заболевания у продуктивных животных, продукты жизнедеятельности которых потом используют в качестве сырья для производства продуктов питания (мясо, молоко, яйца, рыба и другая продукция).

Повышение заболеваемости сельскохозяйственных и промысловых животных может представлять серьезную опасность для эпидемиологического благополучия людей по параметру алиментарного пути передачи патогенных биологических объектов даже в случае надлежащего фитосанитарного и ветеринарного контроля пищевой безопасности.

Корреляционный анализ связи между заболеваемостью людей и животных проводился на основании данных, предоставленных Центром гигиены и эпидемиологии Рязанской области и Главным управлением ветеринарии Рязанской области с 2017 по 2021 г.

Анализ заболеваемости, проведенный на основе статистических данных по Рязанской области, позволил составить матрицу попарных коэффициентов корреляции Пирсона для инфекционных и паразитарных заболеваний животных и людей, являющихся зооантропонозами, и выявить корреляционную зависимость между заболеваемостью людей и животных. Результаты анализа представлены в таблицах 1–4 и на рисунках 2–9.

Анализ данных (табл. 1) показывает, что выполненный корреляционный анализ установил различную степень связи между заболеваниями животных и людей, а также между данными в указанных группах.

На рисунках 2, 3 представлены корреляционные зависимости заболеваемости людей туберкулезом в прямой и косвенной зависимости от заболеваемости животных туберкулезом и сальмонеллезом.

Анализ данных показывает, что между заболеваемостью туберкулезом людей и животных наблюдается

Таблица 1. Матрица попарных коэффициентов корреляции Пирсона для инфекционных и паразитарных заболеваний животных и людей

Table 2. Matrix of pairwise Pearson correlation coefficients for infectious and parasitic diseases of animals and humans

Показатели	Y ₁ — Tuberculosis	Y ₂ — Mastitis (S. aureus)	Y ₃ — Leptospirosis	Y ₄ — Colibacillosis	Y ₅ — Salmonellosis	Y ₆ — Fasciolosis	Y ₇ — Echinococcosis	Y ₈ — Тениаринхоз	Z ₁ — Tuberculosis	Z ₂ — IIA (S. aureus)	Z ₃ — Leptospirosis	Z ₄ — IIA (E. coli)	Z ₅ — IIA (CGB)	Z ₆ — Salmonellosis	Z ₇ — Shigellosis	Z ₈ — IIA (rotavirus infectio)	Z ₉ — Giardiasis	Z ₁₀ — Enterobiasis	Z ₁₁ — Ascariasis	Z ₁₂ — Тениаринхоз	Z ₁₃ — Echinococcosis	Z ₁₄ — Opisthorchiasis
Y ₁ — Tuberculosis	1,00	0,38	-0,04	0,11	0,59	0,13	-0,07	-0,02	0,88	0,31	-0,04	0,32	0,37	0,51	0,10	-0,09	0,02	0,03	0,01	-0,32	-0,41	-0,08
Y ₂ — Mastitis (S. aureus)	0,38	1,00	-0,21	0,54	0,31	0,03	0,09	0,04	0,02	0,79	-0,43	0,53	0,58	0,35	0,03	-0,10	0,14	0,01	0,02	-0,48	-0,59	-0,22
Y ₃ — Leptospirosis	-0,04	-0,21	1,00	-0,08	-0,02	-0,34	-0,01	-0,52	-0,01	-0,07	0,32	-0,11	-0,08	-0,04	0,02	-0,04	0,07	-0,01	-0,02	-0,13	-0,16	-0,21
Y ₄ — Colibacillosis	0,11	0,54	-0,08	1,00	0,33	-0,01	-0,06	-0,09	-0,02	0,31	0,12	0,87	0,82	0,34	0,31	0,12	-0,06	-0,08	-0,02	-0,14	-0,07	-0,17
Y ₅ — Salmonellosis	0,59	0,31	-0,02	0,33	1,00	-0,14	-0,01	-0,26	-0,04	0,31	-0,17	0,31	0,38	0,75	0,32	0,01	0,03	0,01	0,02	-0,11	-0,09	-0,14
Y ₆ — Fasciolosis	0,13	0,03	-0,34	-0,01	-0,14	1,00	0,25	0,14	-0,18	-0,22	-0,35	-0,28	-0,31	-0,42	-0,34	-0,30	-0,24	0,03	0,01	-0,08	-0,05	-0,14
Y ₇ — Echinococcosis	-0,07	0,09	-0,01	-0,06	-0,01	0,25	1,00	0,12	-0,74	-0,52	-0,49	-0,65	-0,69	-0,41	-0,44	-0,57	-0,27	0,02	0,01	0,02	0,44	-0,11
Y ₈ — Тениаринхоз	-0,02	0,04	-0,52	-0,09	-0,26	0,14	0,12	1,00	-0,58	-0,55	-0,51	-0,58	-0,66	-0,53	-0,48	-0,59	-0,22	0,01	0,01	0,27	-0,14	-0,24
Z ₁ — Tuberculosis	0,88	0,02	-0,01	-0,02	-0,04	-0,18	-0,74	-0,58	1,00	0,21	0,11	0,24	0,28	0,18	0,13	0,17	-0,14	0,03	0,01	-0,11	-0,15	-0,01
Z ₂ — IIA (S. aureus)	0,31	0,79	-0,07	0,31	0,31	-0,22	-0,52	-0,55	0,21	1,00	0,03	0,33	0,36	0,31	0,08	-0,07	-0,02	0,01	0,01	-0,48	-0,54	-0,27
Z ₃ — Leptospirosis	-0,04	-0,43	0,32	0,12	-0,17	-0,35	-0,49	-0,51	0,11	0,03	1,00	0,05	0,12	0,07	0,02	0,02	-0,04	0,01	0,01	-0,57	-0,49	-0,31
Z ₄ — IIA (E. coli)	0,32	0,53	-0,11	0,87	0,31	-0,28	-0,65	-0,58	0,24	0,33	0,05	1,00	0,91	0,73	0,52	0,32	0,38	-0,24	-0,28	-0,61	-0,47	-0,69
Z ₅ — IIA (CGB)	0,37	0,58	-0,08	0,82	0,38	-0,31	-0,69	-0,66	0,28	0,36	0,12	0,91	1,00	0,54	0,47	0,31	0,33	-0,18	-0,25	-0,57	-0,38	-0,68
Z ₆ — Salmonellosis	0,51	0,35	-0,04	0,34	0,75	-0,42	-0,41	-0,53	0,18	0,31	0,07	0,73	0,54	1,00	0,49	0,15	0,31	0,04	0,08	0,01	0,01	0,03
Z ₇ — Shigellosis	0,10	0,03	0,02	0,31	0,32	-0,34	-0,44	-0,48	0,13	0,08	0,02	0,52	0,47	0,49	1,00	0,13	0,32	0,09	0,06	0,01	0,01	0,02
Z ₈ — IIA (Rotavirus infectio)	-0,09	-0,10	-0,04	0,12	0,01	-0,30	-0,57	-0,59	0,17	-0,07	0,02	0,32	0,31	0,15	0,13	1,00	0,34	0,11	0,08	-0,03	-0,08	-0,02
Z ₉ — Giardiasis	0,02	0,14	0,07	-0,06	0,03	-0,24	-0,27	-0,22	-0,14	-0,02	-0,04	0,38	0,33	0,31	0,32	0,34	1,00	0,18	0,15	-0,07	-0,11	-0,01
Z ₁₀ — Enterobiasis	0,03	0,01	-0,01	-0,08	0,01	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	-0,24	-0,18	0,04	0,09	0,11	0,18	1,00	0,03	0,01	0,02	0,01
Z ₁₁ — Ascariasis	0,01	0,02	-0,02	-0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,28	-0,25	0,08	0,06	0,08	0,15	0,03	1,00	0,03	0,01	0,01
Z ₁₂ — Тениаринхоз	-0,32	-0,48	-0,13	-0,14	-0,11	-0,08	0,02	0,27	-0,11	-0,48	-0,57	-0,61	-0,57	0,01	0,01	-0,03	-0,07	0,01	0,03	1,00	0,02	0,01
Z ₁₃ — Echinococcosis	-0,41	-0,59	-0,16	-0,07	-0,09	-0,05	0,44	-0,14	-0,15	-0,54	-0,49	-0,47	-0,38	0,01	0,01	-0,08	-0,11	0,02	0,01	0,02	1,00	0,02
Z ₁₄ — Opisthorchiasis	-0,08	-0,22	-0,21	-0,17	-0,14	-0,14	-0,11	-0,24	-0,01	-0,27	-0,31	-0,69	-0,68	0,03	0,02	-0,02	-0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	1,00

Infectioes intestinorum acuta (IIA) — острые кишечные инфекции (ОКИ)

Coli group bacteria (CGB) — бактерии группы кишечной палочки (БГКП)

Рис. 2. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей туберкулезом в зависимости от заболеваемости животных туберкулезом

Fig. 2. Scatterplot of the relationship between the incidence of tuberculosis in humans, depending on the incidence of tuberculosis in animals

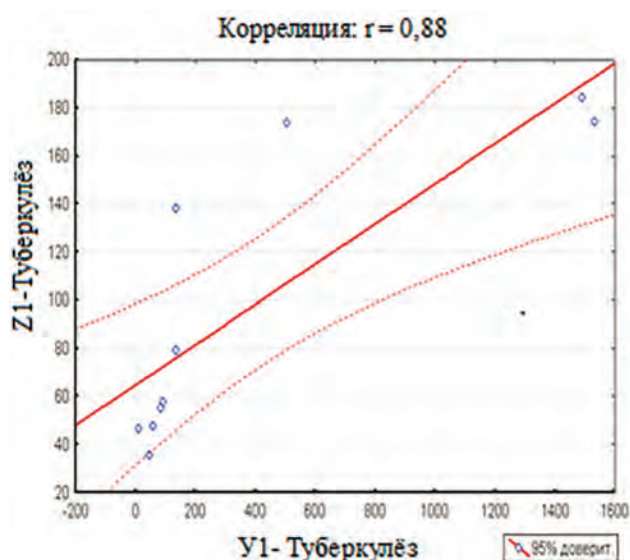


Рис. 3. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей сальмонеллезом в зависимости от заболеваемости животных туберкулезом

Fig. 3. Scatterplot of the relationship between the incidence of salmonellosis in humans, depending on the incidence of tuberculosis in animals

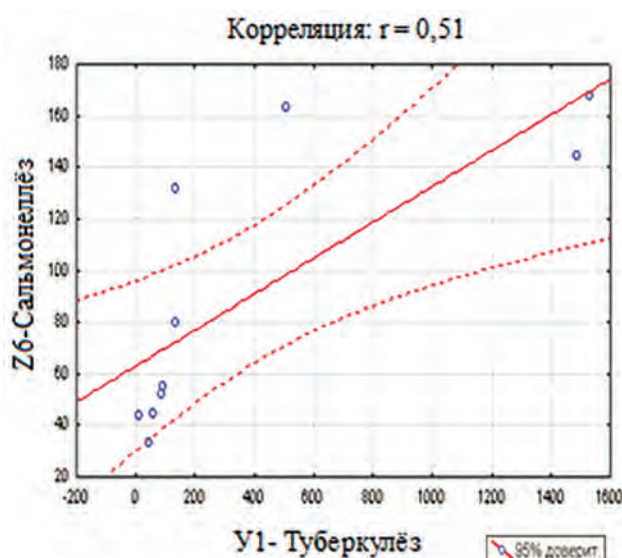


Рис. 4. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей острыми кишечными инфекциями, вызванными *S. Aureus*, в зависимости от заболеваемости животных стафилококковыми маститами

Fig. 4. Scatterplot of the relationship of humans incidence of acute intestinal infections caused by *S. aureus*, depending on the incidence of staphylococcal mastitis in animals

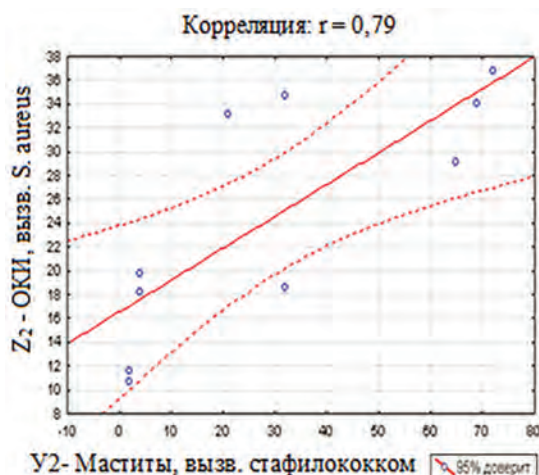


Рис. 5. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей острыми кишечными инфекциями, вызванными БГКП, в зависимости от заболеваемости животных стафилококковыми маститами

Fig. 5. Scatterplot of the relationship between the incidence of acute intestinal infections caused by CGB in humans, depending on the incidence of staphylococcal mastitis in animals

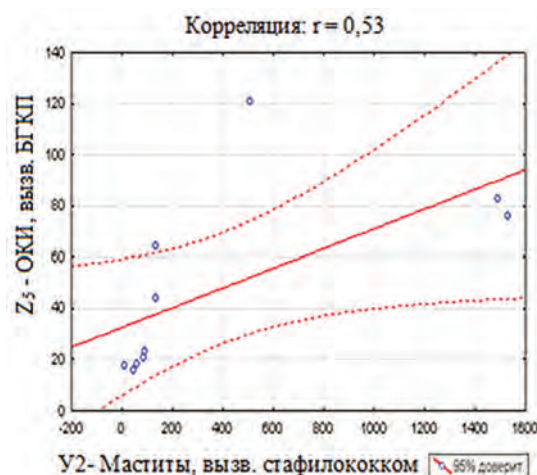


Рис. 6. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей острыми кишечными инфекциями, вызванными эшерихиями, в зависимости от заболеваемости животных стафилококковыми маститами

Fig. 6. Scatterplot of the relationship between the incidence of people with acute intestinal infections caused by *Escherichia*, depending on the incidence of animals with staphylococcal mastitis

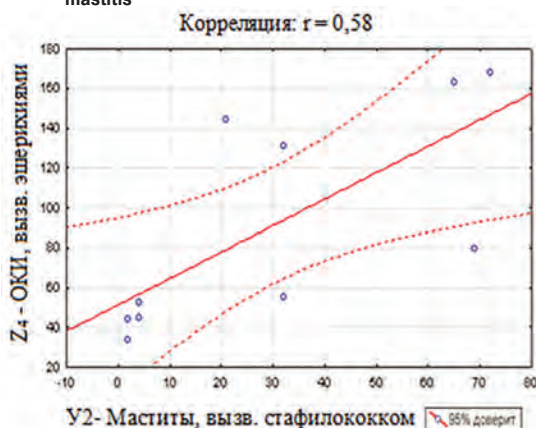


Рис. 7. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей сальмонеллезом в зависимости от заболеваемости животных сальмонеллезом

Fig. 7. Scatterplot of the relationship between the incidence of salmonellosis in humans, depending on the incidence of salmonellosis in animals

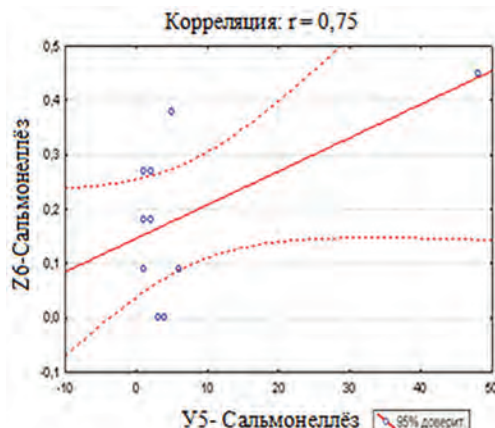


Рис. 8. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей острыми кишечными инфекциями, вызванными бактериями группы кишечной палочки, в зависимости от заболеваемости животных колибактериозом

Fig. 8. Scatter diagram of the relationship between the incidence of people with acute intestinal infections caused by bacteria of the *Escherichia coli* group, depending on the incidence of colibacillosis in animals

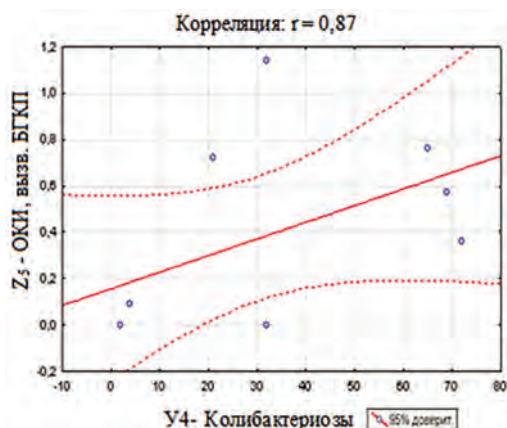


Рис. 9. Диаграмма рассеивания взаимосвязи заболеваемости людей острыми кишечными инфекциями, вызванными эшерихиями, в зависимости от заболеваемости животных колибактериозом

Fig. 9. Scatterplot of the relationship between the incidence of people with acute intestinal infections caused by *Escherichia*, depending on the incidence of colibacillosis in animals

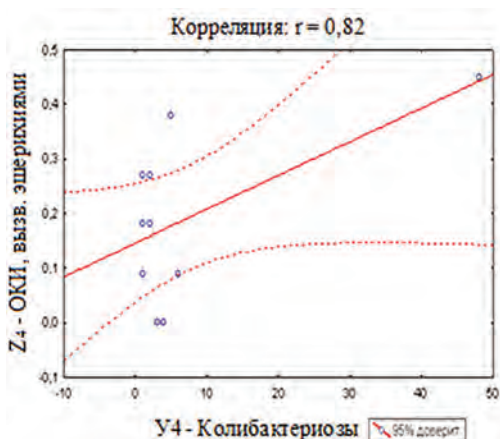


Таблица 2. Показатели, отражающие силу корреляционной связи между заболеваемостью людей и животных (балловый ранг, первичные баллы)

Table 2. Indicators reflecting the strength of the correlation between humans and animals morbidity (score rank, primary scores)

Заболевания животных	Вероятность появления заболевания	Заболевания людей											
		Y_1 — Tuberculosis	Z_{10} — Enterobiasis	Z_9 — Giardiasis	Z_8 — IIA (Rotavirus infectio)	Z_6 — Salmonellosis	Z_2 — IIA (S. aureus)	Z_{11} — Ascariasis	Z_7 — Shigellosis	Z_5 — IIA (CGB)	Z_4 — IIA (E. coli)	Z_3 — Leptospirosis	Z_{13} — Echinococcosis
		0,639	0,533	0,469	0,283	0,191	0,178	0,122	0,086	0,082	0,068	0,018	0,002
Y_1 — Tuberculosis	0,384	9,000	0,000	0,000	0,000	9,000	3,000	0,000	0,000	3,000	3,000	0,000	0,000
Y_7 — Echinococcosis	0,194	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000
Y_2 — Mastitis (S. aureus)	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000	9,000	0,000	0,000	9,000	9,000	0,000	0,000
Y_4 — Colibacillosis	0,086	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000	3,000	0,000	3,000	9,000	9,000	0,000	0,000
Y_5 — Salmonellosis	0,062	0,000	0,000	0,000	0,000	9,000	3,000	0,000	3,000	3,000	3,000	0,000	0,000
Y_3 — Leptospirosis	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,000	0,000

довольно сильная взаимосвязь (коэффициент корреляции $r = 0,88$). Зависимость между заболеваемостью туберкулезом и сальмонеллезом имеет важное значение как усугубляющий фактор вторичной инфекции и ослабления иммунной системы, делающих организм более восприимчивым (коэффициент корреляции $r = 0,51$) и податливым перед лицом заражения микобактериями.

На рисунках 4–6 представлены корреляционные зависимости заболеваемости между острыми кишечными инфекциями (ОКИ) и инфекциями, вызванными золотистым стафилококком (*S. aureus*).

Анализ данных показывает, что между уровнем заболеваемости животных маститами, вызванными *S. aureus*, уровнем заболеваемости людей острыми кишечными инфекциями, вызванными *S. aureus* ($r = 0,79$), диареогенными серовариантами *E. coli* ($r = 0,58$) и БГКП ($r = 0,53$), наблюдается сильная взаимосвязь, что говорит о широких возможностях наложения данных патогенных биологических объектов друг на друга и инициации развития вторичных инфекций, усугубляющих течение заболевания и смазывающих картину дифференциальной диагностики возбудителя.

На рисунке 7 представлена корреляционная зависимость между заболеваемостью животных и людей сальмонеллезом.

Анализ данных показывает, что между заболеваемостью животных и людей сальмонеллезом наблюдается довольно сильная взаимосвязь ($r = 0,75$). Сальмонелла может передаваться от животных к людям через такие продукты питания, как мясо (в замороженном мясе, мясных полуфабрикатах и тушках птицы может сохраняться более года, в сыром — до 6 месяцев), молоко и молочная продукция (в молоке — до 20 дней, в кефире — до месяца, в масле — до 4 месяцев, в сырах — до года), яйца и яичная продукция (в яичном порошке — до 9 месяцев, на яичной скорлупе — до 24 дней, в замороженном желтке — до 13 месяцев).

На рисунках 8 и 9 представлены корреляционные зависимости между заболеваемостью животных колибактериозом и заболеваемостью людей острыми ки-

шечными инфекциями, вызванными диареогенными эшерихиями и бактериями группы кишечной палочки.

Анализ данных показывает, что между заболеваемостью животных колибактериозом и заболеваемостью людей острыми кишечными инфекциями, вызванными диареогенными эшерихиями ($r = 0,82$) и бактериями группы кишечной палочки ($r = 0,87$), наблюдается сильная взаимосвязь.

Колиформы играют крайне важную роль в патогенезе кишечных инфекций животных и людей, могут передаваться через различные виды пищевой продукции. В последние годы ведущими являются случаи заражения при употреблении готовых блюд.

Для того чтобы выразить силу имеющихся связей в формате балльно-рейтинговой оценки, на основании имеющихся данных проведен расчет показателей по методологии QFD, отражающих силу корреляционной связи между заболеваемостью людей и животных (табл. 2, 3).

Для дальнейшего расчета коэффициентного баллового ранга необходимо пройти путем умножения показателей вероятности появления заболевания на значение баллового ранга показателя, характеризующего силу корреляционной связи между заболеваемостью людей и животных, с последующим суммированием полученных коэффициентов показателей.

Полученные результаты показателей, отражающих силу корреляционной связи между заболеваемостью людей и животных, наглядно представлены в таблице 3.

На следующем этапе расчетов на основании полученных показателей баллового ранга были составлены сводная таблица и диаграмма корреляционной связи (табл. 4, рис. 10).

Как видно из таблицы и рисунка, имеется некоторая закономерность между этиологической принадлежностью возбудителя и итоговым балловым рангом.

Анализ данных показывает, что наибольший балловый ранг (2,208) имеют микобактерии туберкулеза, на втором месте находятся сальмонеллы, имеющие балловый ранг 1,362, третье место занимают острые кишечные инфекции, вызванные золотистым стафилокок-

Таблица 3. Показатели, отражающие силу корреляционной связи между заболеваемостью людей и животных (балловый ранг, коэффициенты)

Table 3. Indicators reflecting the strength of the correlation between humans and animals morbidity (point rank, coefficients)

Заболевания животных	Вероятность появления заболевания	Заболевания людей											
		У1 — Tuberculosis	Z10 — Enterobiasis	Z9 — Giardiasis	Z8 — I/A (Rotavirus infectio)	Z6 — Salmonellosis	Z2 — I/A (S. aureus)	Z11 — Ascariasis	Z7 — Shigellosis	Z5 — I/A (CGB)	Z4 — I/A (E. coli)	Z3 — Leptospirosis	Z13 — Echinococcosis
		0,639	0,533	0,469	0,283	0,191	0,178	0,122	0,091	0,082	0,068	0,018	0,002
У1 — Tuberculosis	0,384	2,208	0,000	0,000	0,000	0,660	0,205	0,000	0,000	0,095	0,078	0,000	0,000
У7 — Echinococcosis	0,194	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
У2 — Mastitis (S. aureus)	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,105	0,293	0,000	0,000	0,135	0,112	0,000	0,000
У4 — Colibacillosis	0,086	0,000	0,000	0,000	0,000	0,049	0,046	0,000	0,023	0,063	0,053	0,000	0,000
У5 — Salmonellosis	0,062	0,000	0,000	0,000	0,000	0,107	0,033	0,000	0,017	0,015	0,027	0,000	0,000
У3 — Leptospirosis	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
Итоговый балловый ранг		2,208	0,000	0,000	0,000	1,362	0,577	0,000	0,040	0,308	0,297	0,002	0,001

Таблица 4. Показатели, отражающие силу корреляционной связи между заболеваемостью людей и животных (итоговый балловый ранг)

Table 4. Indicators reflecting the strength of the correlation between humans and animals morbidity (final score rank)

Наименование заболевания	Возбудители заболеваний	Балловый ранг
Echinococcosis	Subfamily helminths Echinococcine	0,001
Leptospirosis	Bacteria generis Leptospira	0,002
Shigellosis	Bacteria generis Shigella	0,040
Infectiones intestinorum acuta (Escherichia coli)	Bacteria generis Escherichia (E. coli)	0,297
Infectiones intestinorum acuta (Coli group bacteria)	Bacteria generis Enterobacter, Citrobacter, Klebsiella	0,308
Infectiones intestinorum acuta (Staphylococcus aureus)	Staphylococcus aureus	0,577
Salmonellosis	Bacteria generis Salmonella	1,362
Tuberculosis	Mycobacterium tuberculosis, M. bovis, M. avium	2,208

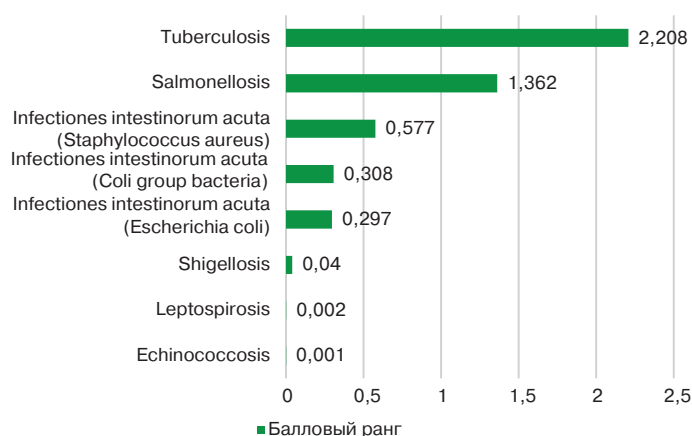
ком, имеющие балловый ранг 0,577, четвертое и пятое место разделяют, соответственно, диареегенные сероварианты кишечной палочки, имеющие балловый ранг 0,397, и БГКП (бактерии родов *Enterobacter*, *Citrobacter* и *Klebsiella*), имеющие балловый ранг 0,308.

Опираясь на данные корреляционного анализа, проведен trend-анализ биологических угроз для пищевых производств.

Наибольший балловый ранг (2,208) и коэффициент корреляции (0,88) характерны для туберкулеза, вызываемого микобактериями. Данное заболевание является зооантропонозом и относится к особо опасным. В последние годы появи-

Рис. 10. Диаграмма корреляционной связи между заболеваемостью людей и животных

Fig. 10. Diagram of the correlation between humans and animals morbidity



лась тенденция, при которой зачастую в качестве причины смерти у людей от болезней дыхательной системы ставится диагноз «ХОБЛ» (хроническая обструктивная болезнь легких) или «ТОРС» (тяжелый острый респираторный синдром), что отчасти затрудняет дифференциальную диагностику туберкулеза у людей.

С точки зрения алиментарного пути передачи особый интерес представляет туберкулез кишечника, в связи с чем для пищевых производств актуален мониторинг молочного сырья, поскольку заражение людей микобактериями (особенно *M. bovis*) происходит в первую очередь при употреблении сырого молока и инфицированных молочных продуктов. Микобактерии туберкулеза могут сохраняться в молоке на протяжении 10 дней, в масле и сырах — 10 месяцев.

Второе место тренда занимают бактерии рода *Salmonella*, балловый ранг — 1,362, коэффициент корреляции — 0,75. Данные бактерии вызывают сальмонеллез, также являющиеся зооантропонозами. Сальмонелла может передаваться от животных к людям через такие продукты питания, как мясо (в замороженном мясе, мясных полуфабрикатах и тушках птицы может сохраняться более года, в сыром — до 6 месяцев), молоко и молочная продукция (в молоке может сохраняться до 20 дней, в кефирных продуктах — до месяца, в масле — до 4 месяцев, в сырах — до года), яйца и яичная продукция (в яичном порошке может сохраняться до 9 месяцев, на яичной скорлупе — до 24 дней, в замороженном желтке — до 13 месяцев).

Актуальной тенденцией заболеваемости людей сальмонеллезом является появление антибиотико-резистентных штаммов. Среди патогенных сальмонелл, которые приобрели лекарственную устойчивость, наиболее значимыми являются *Typhimurium* и *Enteritidis*. У данных представителей за прошедшее десятилетие наблюдается повышение устойчивости к ампициллину, пefлоксацину и ципрофлоксацину. Относительно стабильные показатели антимикробного эффекта характерны для цефотаксима и имипенема.

Третье, четвертое и пятое места тренда занимают острые кишечные инфекции, вызываемые золотистым стафилококком (балловый ранг — 0,577, коэффициент корреляции — 0,79), колиформными бактериями *Escherichia* (балловый ранг — 0,397, коэффициент корреляции — 0,82), *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* (балловый ранг — 0,308, коэффициент корреляции — 0,87).

Поскольку вышеописанные острые кишечные инфекции вызывают заболевания, являющиеся зооантропонозами, то необходимо указать, что заражение людей чаще всего происходит при употреблении молока от зараженных животных и инфицированных молочных продуктов (бактерии золотистого стафилококка могут сохраняться до четырех месяцев в молоке коров, больных маститом, диареогенные колиформы не только со-

храняются, но также могут размножаться в молоке, полученном от больных животных).

Подводя итог, сделали вывод, что для пищевых производств, расположенных на территории Рязанской области, актуален мониторинг качества и безопасности молочного сырья, поскольку заражение людей инфекциями, занимающими топ-5 проведенного trend-анализа, происходит в первую очередь при употреблении инфицированного молока и молочных продуктов.

Выводы / Conclusion

В заключение отметим, что анализ заболеваемости, проведенный на основе статистических данных по Рязанской области, позволил составить матрицу попарных коэффициентов корреляции Пирсона для инфекционных и паразитарных заболеваний животных и людей, являющихся зооантропонозами, и выявить корреляционную зависимость между заболеваемостью людей и животных.

По результатам анализа, наибольшие балловый ранг (2,208) и коэффициент корреляции (0,88) имеют микобактерии туберкулеза, на втором месте находятся сальмонеллы, имеющие балловый ранг 1,362 и коэффициент корреляции 0,75, третье место занимают острые кишечные инфекции, вызванные золотистым стафилококком, имеющие балловый ранг 0,577 и коэффициент корреляции 0,79, четвертое и пятое место разделяют диареогенные сероварианты кишечной палочки, имеющие балловый ранг 0,397 и коэффициент корреляции 0,82, и БГКП (бактерии *Enterobacter*, *Citrobacter* и *Klebsiella*), имеющие балловый ранг 0,308 и коэффициент корреляции 0,87.

Второе место тренда занимают бактерии рода *Salmonella* (балловый ранг — 1,362, коэффициент корреляции — 0,75). Данные бактерии вызывают сальмонеллез, также являющиеся зооантропонозами. Сальмонелла может передаваться от животных к людям через такие продукты питания, как мясо, молоко и молочная продукция, яйца и яичная продукция.

Третье, четвертое и пятое места тренда занимают острые кишечные инфекции, вызываемые золотистым стафилококком (балловый ранг — 0,577, коэффициент корреляции — 0,79), колиформными бактериями *Escherichia* (балловый ранг — 0,397, коэффициент корреляции — 0,82), *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* (балловый ранг — 0,308, коэффициент корреляции — 0,87).

Подводя итог trend-анализа, сделали вывод, что для пищевых производств, расположенных на территории Рязанской области, актуален мониторинг качества и безопасности молочного сырья, поскольку заражение людей инфекциями, занимающими топ-5 рейтинга, происходит в первую очередь при употреблении инфицированного молока и молочных продуктов.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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. Тюрина Д.Г., Лаптев Г.Ю., Новикова Н.И., Йылдырым Е.А., Ильина Л.А., Тарлавин Н.В. Научная революция в микробиологии и ее значение для практики. *Аграрная наука*. 2020; (9): 37–42. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-341-9-37-42>
2. Самарин Г.Н., Васильев А.Н., Мамахай А.К., Ружьев В.А. Анализ современных способов определения качества молока. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2019; (5): 158–162. eLIBRARY ID: 41288906
3. Шишкина М.С., Лобова Т.П., Михайлова В.В., Скворцова А.Н. Анализ результатов эпизоотического мониторинга вирусной диареи (болезни слизистых крупного рогатого скота) на территории Российской Федерации за 2021 год. *Аграрная наука*. 2023; (1): 31–34. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-31-34>
4. Зюзгина С.В., Зиновьева О.В., Нурлыгаянова Г.А. Анализ эпизоотической ситуации по инфекционной анемии лошадей в Российской Федерации за 2018–2020 годы. *Аграрная наука*. 2022; (1): 30–33. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-30-33>
5. Самарин Г.Н., Мамахай А.К., Ружьев В.А., Евентьева Е.А. Анализ нормативных документов, определяющих требования к молоко-сырью в различных экономических зонах. *Научный журнал КубГАУ*. 2019; 154: 383–395. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-154-034>
6. Lozovaya O., Martynushkin A., Fedoskina I., Vanyushina O., Polyakov M., Anikin N. Management justification and applications of the personal approach at the enterprise of the AIC. *E3S Web of Conferences*. 2021; 284: 07010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128407010>
7. Lozovaya O.V., Martynushkin A.B., Fedoskina I.V., Barsukova N.V., Vanyushina O.I., Polyakov M.V. Management justification and applications of the personal approach at the enterprise of the AIC. *AIP Conference Proceedings*. 2022; 2661(1): 020022. <https://doi.org/10.1063/5.0107472>
8. Martynushkin A.B., Konkina V.S., Kostrova J.B., Fedoskina I.V., Barsukova N.V., Polyakov M.V. Modern trends and development problems of the milk and dairy products market in the Russian Federation. *Modern Trends in Agricultural Production in the World Economy. Proceedings of XVIII International Scientific and Practical Conference*. 2020; 77–84. <https://doi.org/10.32743/kuz.agri.2020.77-84>
9. Поляков М.В., Мартынушкин А.Б., Бакулина Г.Н., Федоскин В.В. Рост эффективности использования основных фондов за счет технологий заготовки кормов. *Стратегия социально-экономического развития общества: управленческие, правовые, хозяйственные аспекты. Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции*. Курск: Юго-Западный государственный университет. 2020; II: 89–93. eLIBRARY ID: 44470183
10. Бакулина Г.Н., Мартынушкин А.Б., Федоскин В.В., Поляков М.В. Экономическая сущность оборотных средств автотранспортного предприятия. *Стратегия социально-экономического развития общества: управленческие, правовые, хозяйственные аспекты. Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции*. Курск: Юго-Западный государственный университет. 2020; I: 40–52. eLIBRARY ID: 44504620
11. Бакулина Г.Н., Федоскин В.В., Мартынушкин А.Б., Поляков М.В. Обоснование повышения производительности труда за счет увеличения производства продукции животноводства. *Стратегия социально-экономического развития общества: управленческие, правовые, хозяйственные аспекты. Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции*. Курск: Юго-Западный государственный университет. 2020; I: 53–57. eLIBRARY ID: 44504621
12. Федоскин В.В., Бакулина Г.Н., Мартынушкин А.Б., Поляков М.В. Организационно-экономическое обоснование повышения производительности труда. *Стратегия социально-экономического развития общества: управленческие, правовые, хозяйственные аспекты. Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции*. Курск: ЮЗГУ. 2020; II: 228–232. eLIBRARY ID: 44470155
13. Lyashchuk Yu.O., Ovchinnikov A.Yu., Ivanishchev K.A., Shchur A.V. Assessment of the resistance of alimentary-related risk factors to the effects of chemical disinfectants. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; (12): 54–61. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-227-12-54-61>
14. Kostrova Y.B., Shibarshina O.Y., Tuarmenskiy V.V., Lyaschuk Y.O. Ensuring Regional Food Security in the Ryazan Region. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020; 753: 062022. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/753/6/062022>

REFERENCES

1. Tyurina D.G., Laptev G.Yu., Novikova N.I., Yildyrym E.A., Ilyina L.A., Tarlavin N.V. The scientific revolution in microbiology and its implications for practice. *Agrarian science*. 2020; (9): 37–42. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-341-9-37-42>
2. Samarin G.N., Vasiliev A.N., Mamakhay A.K., Ruzhiev V.A. Analysis of modern methods for determining milk quality. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2019; (5): 158–162. (In Russian) eLIBRARY ID: 41288906
3. Shishkina M.S., Lobova T.P., Mikhailova V.V., Skvortsova A.N. Analysis of the results of epizootic monitoring of viral diarrhea (mucosal diseases of cattle) in the Russian Federation for 2021. *Agrarian science*. 2023; (1): 31–34. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-31-34>
4. Zyuzgina S.V., Zinovieva O.V., Nurlygayanova G.A. Analysis of the epizootic situation of infectious anemia of horses in the Russian Federation for 2018–2020. *Agrarian science*. 2022; (1): 30–33. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-30-33>
5. Samarin G.N., Mamakhay A.K., Ruzhev V.A., Eventeva E.A. Analysis of regulatory documents determining the requirements for raw milk material in various economic zones. *Scientific Journal of KubSAU*. 2019; 154: 383–395. (In Russian) <https://doi.org/10.21515/1990-4665-154-034>
6. Lozovaya O., Martynushkin A., Fedoskina I., Vanyushina O., Polyakov M., Anikin N. Management justification and applications of the personal approach at the enterprise of the AIC. *E3S Web of Conferences*. 2021; 284: 07010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128407010>
7. Lozovaya O.V., Martynushkin A.B., Fedoskina I.V., Barsukova N.V., Vanyushina O.I., Polyakov M.V. Management justification and applications of the personal approach at the enterprise of the AIC. *AIP Conference Proceedings*. 2022; 2661(1): 020022. <https://doi.org/10.1063/5.0107472>
8. Martynushkin A.B., Konkina V.S., Kostrova J.B., Fedoskina I.V., Barsukova N.V., Polyakov M.V. Modern trends and development problems of the milk and dairy products market in the Russian Federation. *Modern Trends in Agricultural Production in the World Economy. Proceedings of XVIII International Scientific and Practical Conference*. 2020; 77–84. <https://doi.org/10.32743/kuz.agri.2020.77-84>
9. Polyakov M.V., Martynushkin A.B., Bakulina G.N., Fedoskin V.V. Increase in the efficiency of the use of fixed assets due to feed harvesting technologies. *Strategy of socio-economic development of society: managerial, legal, economic aspects. Collection of scientific articles of the X International Scientific and Practical Conference*. Kursk: Southwest State University. 2020; II: 89–93. (In Russian) eLIBRARY ID: 44470183
10. Bakulina G.N., Martynushkin A.B., Fedoskin V.V., Polyakov M.V. Economic essence of working capital of a motor transport enterprise. *Strategy of socio-economic development of society: managerial, legal, economic aspects. Collection of scientific articles of the X International Scientific and Practical Conference*. Kursk: Southwest State University. 2020; I: 40–52. (In Russian) eLIBRARY ID: 44504620
11. Bakulina G.N., Fedoskin V.V., Martynushkin A.B., Polyakov M.V. Justification for increasing labor productivity by increasing the production of livestock products. *Strategy of socio-economic development of society: managerial, legal, economic aspects. Collection of scientific articles of the X International Scientific and Practical Conference*. Kursk: Southwest State University. 2020; I: 53–57. (In Russian) eLIBRARY ID: 44504621
12. Fedoskin V.V., Bakulina G.N., Martynushkin A.B., Polyakov M.V. Organizational and economic justification for increasing labor productivity. *Strategy of socio-economic development of society: managerial, legal, economic aspects. Collection of scientific articles of the X International Scientific and Practical Conference*. Kursk: Southwest State University. 2020; II: 228–232. (In Russian) eLIBRARY ID: 44470155
13. Lyashchuk Yu.O., Ovchinnikov A.Yu., Ivanishchev K.A., Shchur A.V. Assessment of the resistance of alimentary-related risk factors to the effects of chemical disinfectants. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; (12): 54–61. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-227-12-54-61>
14. Kostrova Y.B., Shibarshina O.Y., Tuarmenskiy V.V., Lyaschuk Y.O. Ensuring Regional Food Security in the Ryazan Region. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020; 753: 062022. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/753/6/062022>

15. Ингель Ф.И., Охрименко С.Е., Коренков И.П., Бирюков А.П. Стресс как модификатор последствий техногенного радиационного воздействия в области малых доз. *Сысинские чтения – 2021. Материалы II Национального конгресса с международным участием по экологии человека, гигиене и медицине окружающей среды*. Москва. 2021; 188–192. eLIBRARY ID: 47404496

16. Банний В.А., Игнатенко В.А., Азаренок А.С., Евтухова Л.А. Современные материалы и способы защиты биологических объектов от воздействия электромагнитных полей и излучений. *Проблемы здоровья и экологии*. 2018; (2): 4–10. <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2018-15-2-1>

17. Ляшук Ю.О., Тетерин В.С., Овчинников А.Ю., Панферов Н.С. Количественная оценка уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных инфекций и инвазий в Рязанской области. *Аграрная наука*. 2022; (6): 27–32. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-27-32>

15. Ingel F.I., Okhrimenko S.E., Korenkov I.P., Biryukov A.P. Stress as the modifier of stochastic consequences of technogenic irradiation in low doses. *Sysin readings – 2021. Proceedings of the II National Congress with International Participation on Human Ecology, hygiene and Environmental Medicine*. Moscow. 2021; 188–192. (In Russian) eLIBRARY ID: 47404496

16. Bannyi V.A., Ignatenko V.A., Azaryonok A.S., Evtuhova L.A. The modern materials and methods of protection of biological objects from influence of electromagnetic fields and radiations. *Health and Ecology Issues*. 2018; (2): 4–10. (In Russian) <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2018-15-2-1>

17. Lyashchuk Yu.O., Teterin V.S., Ovchinnikov A.Yu., Panferov N.S. Quantitative assessment of the level of biological risk for alimentary-caused infections and invasions in the Ryazan region. *Agrarian science*. 2022; (6): 27–32. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-27-32>

ОБ АВТОРАХ:

Юлия Олеговна Ляшук,
кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
1-й Институтский проезд, д. 5, Москва, 109428, Россия
ularzn@mail.ru
ORCID: 0000-0002-3612-1707

Константин Александрович Иванищев,
кандидат ветеринарных наук,
Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева,
ул. Костычева, д. 1, Рязань, 390044, Россия
ksaireks@mail.ru
ORCID: 0000-0003-0535-4070

Александр Алексеевич Кудрявцев,
научный сотрудник,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
1-й Институтский проезд, д. 5, Москва, 109428, Россия
kudralex94@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-6122-0168

ABOUT THE AUTHORS:

Yuliya Olegovna Lyashchuk,
Candidate of Technical Sciences,
Leading Researcher,
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
5, 1st Institute Passage, Moscow, 109428, Russia
ularzn@mail.ru
ORCID: 0000-0002-3612-1707

Konstantin Aleksandrovich Ivanishchev,
Candidate of Veterinary Sciences,
Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev,
1 Kostycheva str., 390044, Ryazan, Russia
ksaireks@mail.ru
ORCID: 0000-0003-0535-4070

Alexander Alekseevich Kudryavtsev,
Researcher,
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
5, 1st Institute Passage, Moscow, 109428, Russia
kudralex94@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-6122-0168

В.Н. Егорова¹, ✉
О.В. Романова²,
Л.М. Белова²

¹ ООО «НПК «БИОТЕХ», Санкт-Петербург, Россия

² Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Россия

✉ egorova_v@mail.ru

Поступила в редакцию:
30.01.2023

Одобрена после рецензирования:
15.02.2023

Принята к публикации:
15.03.2023

Valentina N. Egorova¹, ✉
Olga V. Romanova²,
Larisa M. Belova³

¹ LLC Research and Production Company Biotech, Saint Petersburg, Russia

² St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg, Russia

✉ egorova_v@mail.ru

Received by the editorial office:
30.01.2023

Accepted in revised:
15.02.2023

Accepted for publication:
15.03.2023

Сочетанное применение рекомбинантного интерлейкина-2 и антигельминтных препаратов для лечения гельминтозов животных

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Широкая распространенность гельминтозов приводит к значительному экономическому ущербу: потере продукции, снижению плодовитости, существенным затратам на лечебно-профилактические мероприятия, выбраковке и массовому падежу домашних животных (особенно молодняка). Паразитирование гельминтов, наблюдаемое у сельскохозяйственных животных, сопряжено с развитием иммунодефицитов. Дегельминтизация, как правило, также приводит к определенным негативным изменениям в иммунной системе.

Методы. Использование комбинированной терапии, включающей применение антигельминтных препаратов в сочетании с рекомбинантным интерлейкином-2 (Ронколейкин®) для лечения гельминтозов животных различной этиологии.

Результаты. Применение антигельминтиков в сочетании с патогенетической терапией рекомбинантным интерлейкином-2 способствует восстановлению иммунореактивности животных, снижает вероятность возникновения побочных реакций и улучшает результаты дегельминтизации. Применение комбинированной терапии у крупного рогатого скота, лошадей и свиней повышает эффективность лечения гельминтозов: наблюдается достоверное снижение интенсивности инвазии в 2, 8, 19 раз и экстенсивности инвазии на 7%, 13%, 21%, повышение значений интенсивности на 8%, 13%, 25% и экстенсивности на 7%, 16%, 21%. Применение способа комбинированной дегельминтизации способствует достоверному увеличению среднесуточных привесов животных в сравнении с монотерапией антигельминтными препаратами.

Ключевые слова: гельминтозы животных, антигельминтные препараты, дегельминтизация, интерлейкина-2, иммунодефициты при гельминтозах, иммуномодуляторы при дегельминтизации

Для цитирования: Егорова В.Н., Романова О.В., Белова Л.М. Сочетанное применение рекомбинантного интерлейкина-2 и антигельминтных препаратов для лечения гельминтозов животных. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 38–50. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-38-50>

© Егорова В.Н., Романова О.В., Белова Л.М.

Combined use of recombinant interleukin-2 and anthelmintic drugs for the treatment of helminthiasis of animals

ABSTRACT

Relevance. The widespread occurrence of helminthiasis leads to significant economic damage: loss of production, decreased fertility, significant costs for therapeutic and preventive measures, culling and mass death of domestic animals (especially young animals). Parasitization of helminths observed in farm animals is associated with the development of immunodeficiency. Deworming, as a rule, also leads to certain negative changes in the immune system.

Methods. The use of combination therapy, including the use of anthelmintic drugs in combination with recombinant interleukin-2 (Roncoleukin®) for the treatment of helminthiasis of animals of various etiologies.

Results. The use of anthelmintics in combination with pathogenetic therapy with recombinant interleukin-2 promotes the restoration of immunoreactivity of animals, reduces the likelihood of adverse reactions and improves the results of deworming. The use of combination therapy in cattle, horses and pigs increases the effectiveness of the treatment of helminthiasis: there is a significant decrease in the intensity of invasion by 2, 8, 19 times and the extent of invasion by 7, 13, 21%, an increase in the values of intensity effectiveness by 8, 13, 25% and extensivity by 7, 16, 21%. The use of the combined deworming method contributes to a significant increase in the average daily weight gain of animals in comparison with monotherapy with anthelmintic drugs.

Key words: helminthiasis of animals, anthelmintic drugs, deworming, interleukin-2, immunodeficiency in helminthiasis, immunomodulators in deworming

For citation: Egorova V.N., Romanova O.V., Belova L.M. Combined use of recombinant interleukin-2 and anthelmintic drugs for the treatment of helminthiasis of animals. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 38–50. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-38-50> (In Russian).

© Egorova V.N., Romanova O.V., Belova L.M.

Введение / Introduction

Гельминтозы возникают при инвазии паразитическими плоскими, круглыми и ленточными червями, которые используют организм другого вида в качестве среды обитания и источника пищи. Такая форма взаимоотношений между организмами широко распространена в природе, и паразиты включены в большинство (практически 3/4) существующих экологических связей. Наличие сложных жизненных циклов и использование хозяев разных трофических уровней указывают на участие гельминтов в экологических связях между различными группами экосистемы. Их воздействие проявляется влиянием на популяционные взаимоотношения в экосистеме и колебания численности особей в популяциях [1–4].

Иная ситуация наблюдается в среде одомашненных животных, которые очень подвержены паразитарным заболеваниям. Особенно это ощутимо в крупных сельскохозяйственных производственных комплексах. Широкая распространенность гельминтозов приводит к значительному экономическому ущербу: потере продукции, снижению плодовитости, развитию вторичных иммунодефицитов, существенным затратам на лечебно-профилактические мероприятия, выбраковке и массовому падежу домашних животных (особенно молодняка) [5–8].

Паразитируя в организме животного, гельминты могут поражать практически все органы и системы с проявлением заболеваний различной степени тяжести. При этом эволюционно они приобрели самые разнообразные способы нивелирования защитных механизмов иммунной системы организма хозяина. Результаты исследований показали, что реакция иммунной системы при гельминтозах непродолжительная и неярко выражена, характеризуется слабым напряжением и в большинстве случаев ограничена периодом пребывания гельминта в организме инвазированного хозяина [9–11].

В то же время необходимо отметить установленную иммуномодулирующую роль транзитных кишечных паразитов, которая имеет значение в качестве источника антигенной стимуляции Т-хелперного ответа 1-го

типа исключительно у молодых особей в период формирования клеточного иммунитета. Однако чрезмерная инвазия у взрослых особей, связанная с производственным циклом, условиями содержания животных, может приводить к обтурационному илеусу и впоследствии к разрыву кишок. В процессе формирования системы «паразит — хозяин» происходит смена острой фазы гельминтоза на хроническую. Наблюдается развитие хронического воспаления с формированием специфической толерантности. При развитии хронического гельминтозного процесса паразитогенная иммуносупрессия может затрагивать различные звенья системы иммунореактивности.

Основным средством борьбы с гельминтозами является применение этиопатогенетической терапии, которая направлена на эрадикацию гельминта и должна иметь высокий профиль безопасности. Антигельминтные препараты, обладая высокой противопаразитарной активностью, тем не менее в ряде случаев оказывают супрессивное влияние на иммунную систему организма хозяина (данные суммированы в табл. 17), что может способствовать заражению новыми инфекциями и обострению хронических заболеваний. В связи с этим для нивелирования данного негативного влияния на иммунитет животного патогенетически оправдано применение противогельминтной терапии в комбинации с иммунорегуляторными лекарственными средствами для восстановления нормального состояния иммунитета животного [12–15]. К числу таких лекарственных препаратов можно отнести рекомбинантный интерлейкин-2 (препарат Ронколейкин®), который плеiotропно влияет на активацию, пролиферацию и функционирование иммунокомпетентных клеток, способствует снижению степени эндотоксикоза [16–18].

Материалы и методы / Materials and methods

Материал для обзора получен при проведении поиска с использованием поисковых систем Elibrary, Cyberleninka, Medline, PubMed по следующим ключевым словам и выражениям: гельминтозы сельскохозяйственных животных, дегельминтизация, влияние гель-

Таблица 1. Накопленный опыт применения Ронколейкина® в сочетании с антигельминтными препаратами при гельминтозах животных

Table 1. Accumulated experience in the use of Roncoleukin® in combination with anthelmintic drugs for helminthiasis of animals

Животные	Исследовано животных	Возбудитель	Гельминтоз	Антигельминтный препарат	Авторы [лит. источник]
Мыши	800	<i>Trichinella spiralis</i> <i>Syphacia obvelata</i> <i>Trichocephalus muris</i>	Трихинеллез Сифациоз Трихоцефалез	Левамизол Альбендазол Мебендазол	Е.А. Гришина [11, 19, 20, 49], О.И. Мамыкова [21, 23]
Крупный рогатый скот	595	<i>Fasciola hepatica</i> <i>Fasciola gigantica</i> <i>Dicrocoelium dendriticum</i> <i>Paramphistomum cervi</i>	Фасциолез Дикроцелиоз Парамфистомоз	Фаскоцид	О.М. Чухлебова [25], Н.С. Беспалова и др. [26], О.М. Лопатина и др. [27]
Свиньи	2160	<i>Ascaris suum</i> <i>Trichocephalus suis</i> <i>Oesophagostomum dentatum</i>	Аскаридоз Эзофагостомоз Трихоцефалез	Альвет гранулят Альбен Фебтал Альбен С	М.В. Островский [33], Н.С. Беспалова и др. [34–36], Н.С. Сащенко [37]
Лошади	824	<i>Parascaris quorum</i> Семейство Strongylidae: <i>Delafondia vulgaris</i> , <i>Strongylus equinus</i> , <i>Alfortia edentatus</i>	Параскаридоз Альфортиоз Деляфондиоз Стронгилез Трихонематоз Аноплоцефалидоз	Эквисект-паста Универм Эквалан Алезан Фенбендазол Беламизол-10	С.А. Бутова [28], С.А. Бутова и др. [29], Н.С. Беспалова и др. [30–32], М.В. Островский [33]
Северные олени	60	<i>Nematoda</i> <i>Cestoda</i> <i>Trematoda</i>	Трематодозы Нематодозы Цестодозы	Гельмицид	А.Н. Сибен и др. [58]

минтозов на иммунитет животных, иммунотоксичность антигельминтных препаратов, сочетанное применение антигельминтиков и иммуномодуляторов, комбинированные методы дегельминтизации животных, интерлейкин-2 при дегельминтизации.

Проанализировано 170 научных источников, из которых отобрано 58, содержащих конкретный клинический и обзорный материал по теме статьи.

Результаты / Results

К настоящему моменту эффективность комбинированной терапии антигельминтными препаратами в сочетании с Ронколейкином® исследована как на экспериментальных, так и на сельскохозяйственных животных (табл. 1).

Экспериментальные исследования влияния дегельминтизации на динамику показателей иммунореактивности

Разработка способов комбинированной терапии предполагает, с одной стороны, сохранение фармакологического эффекта основного препарата, с другой — предупреждение нежелательных реакций антигельминтика на иммунную систему организма хозяина (данные суммированы в табл. 17). Проведение экспериментальных исследований доказало обоснованность включения Ронколейкина® в состав комбинированной терапии дегельминтизации.

Эффективность комбинированной терапии «левамизол — Ронколейкин®» продемонстрирована при исследовании экспериментального сифациоза и трихоцефалеза мышей, зараженных нематодами *Syphacia obvelata* и *Trichocephalus muris*. Проведена оценка эффективности дегельминтизации левамизолом при изолированном применении и в сочетании с Ронколейкином®. Объектом исследования послужили белые беспородные мыши и мыши линии СВА, содержащиеся в одинаковых условиях вивария на обычном пищевом рационе.

Результаты проведенных экспериментов показали, что развитие инвазионного процесса у мышей сопровождается увеличением частоты апоптоза лимфоцитов. Как при сифациозе, так и при трихоцефалезе происходит нарушение динамического равновесия между молекулярными маркерами апоптоза: проапоптотической эффекторной каспазой Caspase-3, участвующей в разрушении клеточных структур, и антиапоптотического белка Bcl-2, поддерживающего в инактивированном состоянии проапоптотический белковый комплекс. Установлено, что достоверное увеличение в иммунокомпетентных клетках уровня Caspase-3 и снижение

Таблица 2. Влияние комбинированной терапии на динамику молекулярных показателей апоптоза при сифациозе мышей [Е.А. Гришина, 2018]

Table 2. The effect of combined therapy on the dynamics of molecular indicators of apoptosis in siphaciosis of mice [E.A. Grishina, 2018]

Динамика молекулярных показателей апоптоза при сифациозе мышей ($M \pm m$)					
Показатель апоптоза лимфоцитов	Время учета от начала эксперимента	Группы животных			
		здоровые мыши, (контроль), $n = 10$	зараженные мыши		
			без лечения, $n = 60$	левамизол, $n = 50$	левамизол + Ронколейкин, $n = 50$
Caspase-3 (мкг/мл), р	7-й день	2,24 $\pm$ 0,04	4,53 $\pm$ 0,08*#	4,89 $\pm$ 0,07*	4,49 $\pm$ 0,09*
	21-й день	2,61 $\pm$ 0,11	8,40 $\pm$ 0,03*#	6,44 $\pm$ 0,12*#	2,44 $\pm$ 0,12*#
Bcl-2 (нг/мл), р	7-й день	7,45 $\pm$ 0,05	6,87 $\pm$ 0,07*#	7,87 $\pm$ 0,17*	7,63 $\pm$ 0,14*
	21-й день	7,85 $\pm$ 0,07	3,48 $\pm$ 0,06*#	4,68 $\pm$ 0,16*#	6,64 $\pm$ 0,14*#

Примечание: * — достоверные отличия в сравнении с контролем при $p < 0,05$; # — достоверные отличия в сравнении с началом эксперимента при $p < 0,01$

Таблица 3. Влияние комбинированной терапии на динамику молекулярных показателей апоптоза при трихоцефалезе мышей [Е.А. Гришина, 2018]

Table 3. The effect of combined therapy on the dynamics of molecular indicators of apoptosis in trichocephalosis of mice [E.A. Grishina, 2018]

Динамика молекулярных показателей апоптоза при трихоцефалезе мышей ($M \pm m$)					
Показатель апоптоза лимфоцитов	Время учета от начала эксперимента	Группы животных			
		здоровые мыши, (контроль), $n = 35$	зараженные мыши		
			без лечения, $n = 30$	левамизол, $n = 30$	левамизол + Ронколейкин, $n = 30$
Caspase-3 (мкг/мл), р	7-й день	2,54 $\pm$ 0,06	3,53 $\pm$ 0,02*†	3,66 $\pm$ 0,04*	3,40 $\pm$ 0,06*
	28-й день	2,43 $\pm$ 0,10	6,50 $\pm$ 0,10*†	5,53 $\pm$ 0,12*†	2,62 $\pm$ 0,11*†
Bcl-2 (нг/мл), р	7-й день	8,55 $\pm$ 0,05	7,40 $\pm$ 0,02*†	8,44 $\pm$ 0,05	8,69 $\pm$ 0,05
	28-й день	8,61 $\pm$ 0,10	5,42 $\pm$ 0,06*†	7,42 $\pm$ 0,08*†	8,03 $\pm$ 0,03*†

Примечание: * — достоверные отличия в сравнении с контролем при $p < 0,05$; † — достоверные отличия в сравнении с началом эксперимента при $p < 0,05$

количества белка Bcl-2 сопутствует инвазионному процессу (табл. 2, 3, «зараженные мыши, без лечения»). Однократное введение левамизола в дозе 7,5 мг/кг способствовало сдерживанию роста значений Caspase-3 и некоторому повышению величины Bcl-2. Применение комбинированного лечения (7,5 мг/кг левамизола и 5000 МЕ/кг Ронколейкина® однократно) приводило практически к восстановлению до нормы указанных показателей апоптоза (табл. 2, 3) [19, 20].

Оценка эффективности дегельминтизации также проведена при исследовании экспериментального трихинеллеза мышей, зараженных *Trichinella spiralis*. В качестве антигельминтных препаратов применяли альбендазол и мебендазол, являющиеся производными бензимидазола. Объектом исследования послужили белые беспородные мыши. Проведена оценка эффективности нескольких вариантов дегельминтизации: монотерапией альбендазолом и мебендазолом и в сочетании с Ронколейкином®. Препараты вводили в желу-

док с помощью пищевого зонда двукратно в течение двух дней подряд с интервалом 24 часа. Состояние клеточного иммунитета мышей тестировали по реакции гиперчувствительности замедленного типа (ГЗТ), стимулированной тимусзависимым антигеном [21].

В ходе эксперимента установлено подавление мебендазолом (75 мг/кг, двукратно) клеточной реакции ГЗТ [22]. Ронколейкин® (10 000 МЕ/кг) при совместном применении с антигельминтным препаратом полностью устранял нежелательный побочный эффект мебендазола на реакции клеточного иммунитета (табл. 4) [21].

Альбендазол в дозе 2,5 мг/кг проявлял выраженное иммуносупрессивное действие на клеточный иммунитет, способствуя девиации иммунного ответа в сторону реакций гуморального типа. Установлено статистически достоверное подавление ГЗТ на 55% ($IP = 5,96 \pm 2,51\%$) [23, 24]. Применение комбинированной терапии (Ронколейкин® 10 000 МЕ/кг и альбендазол 2,5 мг/кг) способствовало нормализации соотношения клеточного и гуморального звеньев иммунореактивности, что проявлялось подавлением избыточного антителообразования (на 22,8% в сравнении с контролем, $p < 0,05$) с одновременной стимуляцией клеточного звена иммунитета [23, 24]. При этом сохранялась высокая противопаразитарная активность антигельминтика.

Терапевтический эффект комбинированной терапии антигельминтных препаратов и Ронколейкина® на кишечной стадии экспериментального трихинеллеза проявлялся уменьшением числа инкапсулированных личинок трихинелл в мышечной ткани на 51,4%, что способствовало повышению сопротивляемости организма к инвазии [24].

Терапевтическая и иммунологическая эффективность дегельминтизации сельскохозяйственных животных

Эффективность комбинированной терапии, предусматривающей применение антигельминтных препаратов в сочетании с рекомбинантным интерлейкином-2 (препарат Ронколейкин®), была исследована на спонтанно зараженных гельминтами животных, включая крупный рогатый скот, лошадей, свиней и северных оленей. Проведенные клинические исследования на сельскохозяйственных животных подтвердили эффективность комбинированного метода дегельминтизации животных.

Фасциолез крупного рогатого скота

Оценка эффективности комбинированной терапии в лечении фасциолеза крупного рогатого скота (КРС) проведена на спонтанно зараженных коровах трехлетнего возраста симментальской и красно-пестрой породы. Схема лечения включала применение

Таблица 4. Влияние мебендазола и Ронколейкина® на индекс реакции ГЗТ при лечении экспериментального трихинеллеза мышей [О.И. Мамикова, 2016]
Table 4. The effect of Mebendazole and Roncoleukin® on the HRT response index in the treatment of experimental mouse trichinosis [O.I. Mamikova, 2016]

Группы животных	Терапия препаратами	Индекс реакции ГЗТ, %
Больные животные	Мебендазол	$6,81 \pm 2,95$
Больные животные	Мебендазол + Ронколейкин	$11,27 \pm 2,33$
Здоровые животные, контроль	—	$11,18 \pm 2,54$

Таблица 5. Влияние дегельминтизации на неспецифическую резистентность коров, больных фасциолезом [О.М. Чухлебова, 2012]
Table 5. Effect of deworming on nonspecific resistance of cows with fascioliasis [O.M. Chuhlebova, 2012]

Схемы лечения фасциолеза	Время учета от начала лечения	Динамика показателей неспецифической резистентности при лечении фасциолеза		
		ФАЛ, %	КАСК, %	ЛАСК, %
Фаскоцид	здоровые животные	$75,3 \pm 2,92$	$12,9 \pm 0,52$	$55,6 \pm 1,03$
	до лечения	$57,48 \pm 0,78$	$7,82 \pm 0,10$	$41,1 \pm 0,81$
	10-й день	$57,64 \pm 0,43$	$8,07 \pm 0,20$	$41,2 \pm 0,78$
	30-й день	$57,94 \pm 0,30$	$9,69 \pm 0,19$	$50,3 \pm 1,15^*$
Фаскоцид + Ронколейкин	здоровые животные	$75,3 \pm 2,92$	$12,9 \pm 0,52$	$55,6 \pm 1,03$
	до лечения	$57,48 \pm 0,78$	$7,82 \pm 0,10$	$41,1 \pm 0,81$
	10-й день	$67,24 \pm 1,06^*$	$9,11 \pm 0,59^*$	$45,8 \pm 1,07^*$
	30-й день	$71,58 \pm 0,71^*$	$12,5 \pm 0,31^*$	$54,9 \pm 0,84^*$

Примечание: * — $p < 0,01$ (сравнение с показателями до лечения)

антигельминтного препарата фаскоцид в смеси с концентрированным кормом в дозе 1 г / 10 кг массы тела совместно с двукратным (с интервалом 72 часа) подкожным введением Ронколейкина® в дозе 5000 МЕ/кг массы тела. Эффективность дегельминтизации оценивали по показателям интенсивности инвазии (ИИ), экстенсивности инвазии (ЭИ), экстенсивности инвазии (ЭЭ) и интенсификации (ИЭ), по динамике иммунологических показателей, показателям белкового обмена, активности печеночных ферментов и среднесуточному привесу животных.

Фасциолы паразитируют в печени КРС, это приводит к гиперплазии желчных протоков, их дискинезии, деструкции гепатоцитов и повышению активности аминотрансфераз (АсАТ и АлАТ), щелочной фосфатазы и билирубина. Применение комбинированной терапии (фаскоцид + Ронколейкин®) способствовало достоверному снижению активности АсАТ на 8,9% и АлАТ — на 36,4% на 10-й день от начала исследования. К 30-му дню опыта активность сывороточных ферментов приблизилась к клинической норме [38].

Иммунологический профиль животных оценивали по показателям неспецифической резистентности — лизоцимная активность сыворотки крови (ЛАСК), комплементарная активность сыворотки крови (КАСК) и фагоцитарная активность лейкоцитов (ФАЛ) — в течение 30 дней опыта [25].

Угнетение иммунной системы при фасциолезе проявлялось снижением показателей неспецифической резистентности: ЛАСК — в 1,4 раза, КАСК — в 1,7 раза, ФАЛ — на 35,9%. В процессе дегельминтизации проис-

Таблица 6. Влияние дегельминтизации на ИИ и ЭИ *F. hepatica* у коров (О.М. Чухлебова, 2012)Table 6. The effect of deworming on the II and EI of *F. hepatica* in cows (O.M. Chuhlebova, 2012)

Группы животных	ИИ		ЭИ	
	до лечения	30-й день	до лечения	30-й день
Контроль (без лечения)	115,2 ± 11,7	115,0 ± 11,6	100%	100%
Лечение фаскоцидом	112,4 ± 10,4	11,8 ± 0,82	100%	12,5%
Комплексная терапия: фаскоцид + Ронколейкин	114,5 ± 11,1	5,5 ± 0,87	100%	6,3%

Примечание: данные получены на основании гелиминтокопрологических исследований при определении количества яиц *F. hepatica* в 1 г фекалий

Таблица 7. Терапевтическая эффективность лечения фасциолеза КРС (О.М. Чухлебова, 2012, О.М. Лопатина и др., 2010)

Table 7. Therapeutic efficacy of treatment of fascioliasis of cattle (O.M. Chuhlebova, 2012, O.M. Lopatina et al., 2010)

Исследование, n	Терапия препаратами	ЭЭ, %	ИЭ, %
№ 1, n = 40	Фаскоцид	91,0	83,8
	Фаскоцид + Ронколейкин	98,3	92,5
№ 2, n = 58	Фаскоцид	87,5	89,5
	Фаскоцид + Ронколейкин	93,8	95,2
№ 3, n = 485	Фаскоцид	88,1	85,0
	Фаскоцид + Ронколейкин	95,6	94,9

Таблица 8. Влияние дегельминтизации на среднесуточные привесы коров (О.М. Лопатина и др., 2010)

Table 8. The effect of deworming on the average daily weight gain of cows (O.M. Lopatina et al., 2010)

Группы животных	Применение препаратов	Среднесуточные привесы, г/сут	
		до лечения	через 30 дней от начала терапии
Больные фасциолезом	Без лечения	358,5 ± 12,4	334 ± 11,3
	Фаскоцид	352,8 ± 14,6	368,4 ± 14,1
	Фаскоцид + Ронколейкин	357,2 ± 12,5	494,4 ± 16,5
Здоровые животные	Контроль	697,2 ± 25,1	703,5 ± 25,5

ходило восстановление защитных сил организма, однако динамика этого процесса была различной в зависимости от применяемой схемы лечения (табл. 5).

Так, у животных в группе «фаскоцид + Ронколейкин» повышение всех исследованных показателей наблюдали уже к 10-му дню от начала лечения с достижением практически уровня нормы к 30-му дню. В то же время в группе «фаскоцид» на 10-й день наблюдения все исследованные показатели были достоверно снижены по сравнению со здоровыми животными, приближение значений к норме наблюдали только к 30-му дню лечения [25].

На фоне комплексной терапии ФАЛ к 30-му дню исследования соответствовала нормальным значениям, аналогичная картина была характерна для фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса. Комплексная терапия способствовала также повышению сниженных значений КАСК и ЛАСК. В результате включения Ронколейкина® в процесс дегельминтизации фаскоцидом на-

блюдали повышение ЛАСК на 35,3%, КАСК — на 60,1%, ФАЛ — на 24,5%.

Исследования, проведенные в хозяйствах Острожного и Хохольского районов Воронежской области, продемонстрировали эффективность применения комплексного метода лечения фасциолеза КРС. Результаты гелиминтокопрологических исследований показали, что применение комплексной терапии способствует практически двукратному снижению ИИ и ЭИ по сравнению с лечением фаскоцидом (учет на 30-й день опыта). В контрольной группе (без лечения) исследуемые показатели практически не изменились и остались на прежнем уровне (табл. 6).

Оценка терапевтической эффективности к 30-му дню исследования по ЭЭ и ИЭ показала, что терапия (фаскоцид + Ронколейкин®) достоверно ($p < 0,05$) превышала аналогичные значения при монотерапии фаскоцидом (табл. 7) [25–27].

Лечение коров фаскоцидом в комплексе с рекомбинантным интерлейкином-2 (РИЛ-2) способствовало снижению воспалительного процесса, повышению общего белка в сыворотке крови, нормализации работы печени, что проявлялось в снижении активности аминотрансфераз (АсАТ — на 8,9%, АлАТ — на 36,4%) уже к 10-му дню от начала комбинированной терапии [25]. Всё это позитивно сказывалось на среднесуточных привесах животных (табл. 8).

Здоровые животные прибавляли за сутки в среднем 700 г, у коров, больных фасциолезом, наблюдалось снижение среднесуточных привесов, в среднем, на 24 г в сутки. Лечение фаскоцидом способствовало увеличению привеса за сутки, который составил 368 г. Применение

комплексной терапии позволило более значительно увеличить среднесуточный привес до $494,4 \pm 16,5$ г в сутки [27].

Смешанные гельминтозы лошадей

Гельминты, паразитирующие в пищеварительном тракте лошадей, относятся к разным типам и классам. К наиболее часто встречающимся гельминтозам относятся параскаридоз, альфортиоз, деляфондиоз, трихонематоз, стронгилоидоз, аноплоцефалидоз. Наиболее опасными считают личиночные формы стронгилид: паразитируя в кровеносном русле, они приводят к повреждению эндотелия, увеличивают риск тромбообразования, что приводит к ишемии и инфаркту тканей, и часто являются причиной спонтанного разрыва крупных сосудов.

В Воронежском государственном аграрном университете им. К.Д. Глинки проведены исследования эффективности разных способов дегельминтизации на

лошадях, спонтанно зараженных кишечными гельминтами во время пастбищного периода. Сбор данных проводили в период максимального подъема экстенсивности и интенсивности инвазии — с конца июня по октябрь. Учет результатов лечения — на 30-й день от начала терапии.

Комплексное лечение включало применение антигельминтных препаратов в сочетании с патогенетической терапией рекомбинантным интерлейкином-2 (препарат Ронколейкин®). Ронколейкин® вводили подкожно в дозе 5000 МЕ/кг дважды — за 24 часа до введения антигельминтиков и через 24 часа после введения.

Вторичный иммунодефицит при стронгилятозах лошадей проявлялся снижением абсолютного и относительного количества Т-лимфоцитов, в том числе Т-хелперов, и В-лимфоцитов. Индекс регуляции иммунитета (иммунорегуляторный индекс) — относительный показатель, рассчитываемый как соотношение абсолютного количества клеток CD4⁺ (Т-хелперов) к клеткам CD8⁺ (Т-цитотоксическим клеткам) — не превышал 1,14 у. е. При проведении дегельминтизации фенбендазолом (производные бензимидазола) и беламизолом (имидазолтиазолы) позитивные изменения в иммунологическом статусе животных отсутствовали (при наличии противопаразитарной активности препаратов). Индекс регуляции иммунитета не превышал 1,17 у. е. Применение комбинированной терапии (фенбендазол + Ронколейкин® и беламизол + Ронколейкин®) приводило к достоверному улучшению состояния иммунореактивности животных. Учет результатов на 30-й день опыта показал достоверные отличия количества иммунных клеток в сравнении с показателями больных животных и показателями после терапии только антигельминтными препаратами. Абсолютное и относительное количество Т-лимфоцитов выросло в 2,3–3,1 раза, Т-хелперов — в 1,8–1,9 раза, В-лимфоцитов — в 2,3–2,6 раза. Значения показателей приблизились к нормальным величинам здоровых животных. Индекс регуляции увеличился до 1,90–2,09 у. е. [28, 29].

Аналогичные данные получены при использовании комбинированной терапии аверсектином С (макроциклические лактоны) в сочетании с Ронколейкином®. Достоверно ($p < 0,01$) выросло общее количество Т-лимфоцитов, активированных Т-лимфоцитов, Т-хелперов, снизились по-

Таблица 9. Изменение иммунологических показателей при лечении нематодозов лошадей (Н.С. Беспалова, 2010)

Table 9. Changes in immunological parameters in the treatment of equine nematodosis (N.S. Besspalova, 2010)

Группы животных	Иммунологические показатели			
	лимфоциты, %	активированные Т-лимфоциты, %	Т-хелперы, %	ЦИК, у. е.
До проведения дегельминтизации				
Без лечения	20,6 ± 4,7	24,0 ± 5,0	20,3 ± 3,7	231,3 ± 8,7
Аверсектин С	19,6 ± 4,4	24,1 ± 5,0	20,3 ± 3,4	238,9 ± 8,8
Аверсектин С + Ронколейкин	19,2 ± 4,8	24,0 ± 5,1	20,1 ± 3,2	240,3 ± 8,7
После проведения дегельминтизации				
Без лечения	20,5 ± 4,1	24,0 ± 5,1	20,0 ± 3,0	281,2 ± 9,5
Аверсектин С	25,3 ± 4,9	24,7 ± 4,4	20,5 ± 3,2	245,4 ± 8,7
Аверсектин С + Ронколейкин	40,7 ± 9,7*	52,7 ± 12,4*	42,7 ± 7,3*	88,6 ± 3,3*

Примечание: * — $p < 0,01$ (сравнение с группами «Без лечения» и «Аверсектин С»).

Таблица 10. Влияние дегельминтизации на ИИ и ЭИ *S. equinus* [Н.С. Беспалова и др., 2009]

Table 10. The effect of deworming on the II and EI of *S. equinus* [N.S. Besspalova et al., 2009]

Группы животных	ИИ		ЭИ	
	до лечения	30-й день	до лечения	30-й день
Контроль (без лечения)	351,4 ±	354,8 ±	100%	100%
Лечение фенбендазолом	418,3 ±	114,5 ±	100%	22,4%
Комплексная терапия: фенбендазол + Ронколейкин	397,4 ±	54,3 ±	100%	2,7%
Лечение беламизолом	377,9 ±	117,2 ±	100%	26,6
Комплексная терапия: беламизол + Ронколейкин	384,5 ±	48,1 ±	100%	5,3

Таблица 11. Терапевтическая эффективность дегельминтизации лошадей [С.А. Бутова, 2009; Н.С. Беспалова и др., 2009, 2010; М.В. Островский, 2011]

Table 11. Therapeutic efficacy of horse deworming [S.A. Butova, 2009; N.S. Besspalova et al., 2009, 2010; M.V. Ostrovsky, 2011]

Исследование (заболевание), n	Терапия препаратами	ЭЭ, %	ИЭ, %
№ 1 (стронгилез), n = 40	Фенбендазол	77,6	72,6
	Фенбендазол + Ронколейкин	97,3	86,3
№ 2 (стронгилез), n = 40	Беламизол-10	73,4	69,0
	Беламизол-10 + Ронколейкин	94,7	87,5
№ 3 (смешанные гельминтозы), n = 40	Аверсектин С	78,2	73,3
	Аверсектин С + Ронколейкин	99,8	98,6
№ 4 (параскаридоз), n = 50	Аверсектин С	83,8	86,1
	Аверсектин С + Ронколейкин	100	100

казатели циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) (табл. 9) [30].

Оценка ИИ и ЭИ в процессе лечения стронгиленоза лошадей подтвердила эффективность применения ком-

Таблица 12. Влияние дегельминтизации на показатели ИИ и ЭИ при аскаридозе свиней [Н.С. Сащенко, 2008]

Table 12. The effect of deworming on the II and EI in ascariasis of pigs [N.S. Satshenko, 2008]

Группы животных	ИИ		ЭИ	
	до лечения	30-й день	до лечения	30-й день
Контроль (без лечения)	48,05 ± 2,89	53,42 ± 3,10	100%	100%
Лечение фенбендазолом	47,14 ± 2,76	4,11 ± 0,05	100%	5,8%
Комплексная терапия: фенбендазол + Ронколейкин	54,13 ± 3,19	0,05 ± 0,01	100%	0,2%
Лечение альбендазолом	52,14 ± 3,16	3,30 ± 0,02	100%	7,7%
Комплексная терапия: альбендазол + Ронколейкин	50,16 ± 3,10	0,71 ± 0,01	100%	0,2%

Таблица 13. Влияние дегельминтизации на показатели ИИ и ЭИ при трихоцефалезе свиней [Н.С. Сащенко, 2008]

Table 13. The effect of deworming on the II and EI in trichocephalosis of pigs [N.S. Satshenko, 2008]

Группы животных	ИИ		ЭИ	
	до лечения	30-й день	до лечения	30-й день
Контроль (без лечения)	17,42 ± 1,72	18,84 ± 1,71	100%	100%
Лечение фенбендазолом	16,33 ± 1,64	3,2 ± 0,04	100%	14,5%
Комплексная терапия: фенбендазол + Ронколейкин	18,25 ± 1,76	0,62 ± 0,01	100%	2,5%
Лечение альбендазолом	19,34 ± 1,86	2,8 ± 0,03	100%	12,6%
Комплексная терапия: альбендазол + Ронколейкин	19,48 ± 1,92	0,70 ± 0,04	100%	3,6%

Таблица 14. Влияние дегельминтизации на показатели ИИ и ЭИ при эзофагостомозе свиней [Н.С. Сащенко, 2008]

Table 14. The effect of deworming on the II and EI in esophagostomosis of pigs [N.S. Satshenko, 2008]

Группы животных	ИИ		ЭИ	
	до лечения	30-й день	до лечения	30-й день
Контроль (без лечения)	77,51 ± 4,10	79,82 ± 4,14	100%	100%
Лечение фенбендазолом	72,70 ± 4,10	10,6 ± 0,09	100%	15,4%
Комплексная терапия: фенбендазол + Ронколейкин	75,14 ± 4,12	2,85 ± 0,09	100%	1,3%
Лечение альбендазолом	76,34 ± 4,11	14,8 ± 1,12	100%	12,6%
Комплексная терапия: альбендазол + Ронколейкин	78,63 ± 4,20	3,3 ± 0,02	100%	1,4%

плексной терапии. В контрольной группе «Без лечения» позитивная динамика исследуемых показателей отсутствовала (табл. 10).

Терапевтическая эффективность комбинированной терапии значительно превышала таковую при монотерапии антигельминтиками по показателям ЭЭ и ИЭ (табл. 11) [28—33]. Совместное применение антигельминтных препаратов и Ронколейкина® повышает эффективность дегельминтизации лошадей в среднем на 20% по сравнению с монотерапией антигельминтиками. По мнению Н.С. Беспаловой (2009), химиотерапевтические средства действуют не только на паразитов, но и на макроорганизм, вызывая зачастую ухудшение его состояния за счет развития эндотоксикоза. Включение патогенетической терапии рИЛ-2 в процесс дегельминтизации способствует нормализации гемопоэза: по-

вышается количество эритроцитов, гемоглобина, снижается количество лейкоцитов, нейтрализуется токсическое действие как самих гельминтов, так и антигельминтиков [31].

Нематодозы свиней

Из кишечных нематодозов свиней, регистрируемых в различных животноводческих хозяйствах, наиболее распространенными являются аскаридоз, эзофагостомоз и трихоцефалез. Исследования распространенности гельминтозов и эффективности дегельминтизации свиней проведены в Воронежском государственном аграрном университете им. К.Д. Глинки и Всероссийском научно-исследовательском ветеринарном институте патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии.

Базой для проведения опытов служили свиноводческие хозяйства Воронежской области. Эффективность дегельминтизации оценивали на поросятах трехмесячного возраста крупной белой породы, спонтанно зараженных гельминтами. Антигельминтиками служили препараты из группы производных бензимидазола — альбендазол и фенбендазол. Животные получали антигельминтики однократно утром с кормом. Комбинированная терапия дополнительно включала двукратное подкожное (в область шеи или основания уха) введение Ронколейкина® в дозе 2000 МЕ/кг за 24 часа до и после применения антигельминтика.

Угнетение факторов клеточного иммунитета у свиней при микстинвазии нематодами приводит к развитию лимфопении. Выявлено снижение общего количества лимфоцитов до 22,7%, субпопуляций лимфоцитов и индекса регуляции иммунитета — до 0,46 у.е. Введение Ронколейкина® способствовало повышению иммунобиологической реактивности организма животных: общее количество лимфоцитов

увеличилось до 41,0%, количество Т-лимфоцитов — в среднем на 745 кл./мкл, Т-хелперов — на 396 кл./мкл, В-лимфоцитов — на 304 кл./мкл, индекс регуляции иммунитета вырос до 2,3–2,4 у.е. [34, 35].

Проведение дегельминтизации производными бензимидазола в сочетании с Ронколейкином® позволило купировать проявления иммунодефицита, вызываемого гельминтами и антигельминтными препаратами. Оценка влияния комплексной терапии на состояние иммунореактивности организма свиней при микстинвазии нематодами проведена по показателям неспецифической резистентности и адаптивного иммунитета. Установлено увеличение бактерицидной активности сыворотки крови (БАСК) в 2,2 раза, ФАЛ — в 2,9 раза, КАСК и ЛАСК — в 2,3 раза, также двукратно выросло количество Т- и В-лимфоцитов [36, 37].

Обследование свиней, больных гельминтозами (аскаридоз, трихоцефалез, зоофагостомоз), до лечения выявило значительную зараженность животных: 100% значения ЭИ и высокие показатели ИИ (табл. 12–14). Проведение дегельминтизации способствовало снижению показателей ЭИ и ИИ, которая была более успешной при использовании комплексной терапии «антигельминтик + Ронколейкин®» (табл. 12–14).

Достоверно выше была и терапевтическая эффективность комплексной терапии по величинам ЭЭ и ИЭ, которую также оценивали на 30-й день после начала лечения (табл. 15) [33, 34, 36, 37].

Сравнительная оценка терапевтической эффективности дегельминтизации сельскохозяйственных животных (КРС, лошади, свиньи) с применением антигельминтных препаратов и Ронколейкина® продемонстрировала высокую эффективность комплексной терапии в сравнении с этиопатогенетическим противопаразитарным лечением (табл. 6, 7, 10–15).

При включении в процесс дегельминтизации Ронколейкина® наблюдали кратное снижение ИИ паразитическими червями в сравнении с монотерапией различными антигельминтиками: в 2,1–2,4 раза — при фасциолезе коров [25, 27] и стронгилезе лошадей [28, 31]; в 3,7–4,5 раза — при эзофагостомозе свиней, в 4,0–5,2 раза — при трихоцефалезе свиней; в 4,6–8,2 раза — при аскаридозе свиней [37]. В ряде исследований уменьшение ИИ было еще более значительным: в 10,8 раза [33] и в 16,8 раза [36] при аскаридозе свиней, а также в 8,7 раза при аскаридозе [33] и в 19,1 раза при микстинвазии лошадей [30, 32].

Соответственно, происходило и уменьшение ЭИ: при фасциолезе коров — на 6,2–7,3% [25, 27]; при стронгилезе лошадей — на 13,7–18,5% [28, 31], при параскаридозе лошадей — на 16,2% [33], при микстинвазии лошадей — на 21,6% [30, 32]; при аскаридозе свиней — на 5,6–7,5% [37], 9,0% [36] и 24,6% [33], при трихоцефалезе свиней — на 9,0–12,0% [37], при эзофагостомозе свиней — на 14,3–16,4% [37].

Количественное сокращение зараженности животных непосредственно повлияло на терапевтическую эффективность дегельминтизации, что привело к достоверному увеличению значений ИЭ и ЭЭ (табл. 7, 11, 15).

Значения ИЭ увеличились: на 5,7–8,7% при фасциолезе коров [25, 27]; на 13,7–18,5% при стронгилезе лошадей [28, 31], на 13,9% при параскаридозе лошадей [33], на 25,3% при микстинвазии лошадей [30, 32]; у свиней — на 5,0–8,6% при аскаридозе, на 10,9–16,2% при трихоцефалезе, на 15,2–16,8% при эзофагостомозе [37].

Выросли значения ЭЭ: при фасциолезе коров — на 6,3–7,3% [25, 27]; при стронгилезе лошадей — на 19,7–

Таблица 15. Терапевтическая эффективность дегельминтизации свиней [Н.С. Беспалова и др., 2008; М.В. Островский, 2011; Н.С. Сашенко, 2008]

Table 15. Therapeutic efficacy of pig deworming [N.S. Bespalova et al., 2008; M.V. Ostrovsky, 2011; N.S. Satshenko, 2008]

Заболевание	Терапия препаратами	ЭЭ, %	ИЭ, %
<i>Исследование № 1, n = 50, антигельминтик фебтал [37]</i>			
Аскаридоз	Фенбендазол	94,2	91,3
	Фенбендазол + Ронколейкин	99,8	99,9
Трихоцефалез	Фенбендазол	85,5	80,4
	Фенбендазол + Ронколейкин	97,5	96,6
Эзофагостомоз	Фенбендазол	84,6	85,4
	Фенбендазол + Ронколейкин	98,7	96,2
<i>Исследование № 2, n = 50, антигельминтик альбен [37]</i>			
Аскаридоз	Альбендазол	92,3	93,6
	Альбендазол + Ронколейкин	99,8	98,6
Трихоцефалез	Альбендазол	87,4	85,5
	Альбендазол + Ронколейкин	96,4	96,4
Эзофагостомоз	Альбендазол	82,2	80,6
	Альбендазол + Ронколейкин	97,6	95,8
<i>Исследование № 3, n = 50, антигельминтик альвет-гранулят [33]</i>			
Аскаридоз	Альбендазол	75,4	73,0
	Альбендазол + Ронколейкин	100	100
<i>Исследование № 4, n = 30, антигельминтик альбен С [36]</i>			
Аскаридоз	Альбендазол	89,0	-
	Альбендазол + Ронколейкин	98,0	-

21,3% [28, 31], при параскаридозе лошадей — на 16,2% [33], при микстинвазии лошадей — на 21,6% [30, 32]; у свиней при аскаридозе — на 5,6–7,5%, при трихоцефалезе — на 9,0–12,0%, при эзофагостомозе — на 14,1–15,4% [37].

Улучшение результатов дегельминтизации, по мнению исследователей, сопровождалось более ранним освобождением животных от гельминтов, значительным снижением повторной интенсивности заражения и улучшением общего состояния животных [31].

Обсуждение / Discussion

Гельминтозы широко распространены как среди диких, так и среди сельскохозяйственных животных. Экологическая группа паразитических червей (гельминтов) имеет широкий спектр хозяев (как промежуточных, так и основных) и мест локализации в органах и тканях, но наибольшую численность гельминтов отмечают в пищеварительном канале животных. Их патологическое воздействие на организм хозяина многогранно и приводит к поражению практически всех органов и тканей. Негативное влияние гельминты оказывают и на иммунную систему животного, что в дальнейшем способствует развитию вторичных иммунодефицитных состояний.

Таблица 16. Иммунодепрессивное воздействие гельминтов на иммунную систему хозяина

Table 16. Immunosuppressive effect of helminths on the host's immune system

Факторы воздействия гельминтов	Ответная реакция иммунной системы организма хозяина
Молекулярная мимикрия: наличие поверхностных антигенов, сходных по составу с антигенами хозяина (эклеспивные антигены)	Отсутствие распознавания эклеспивных антигенов как «чужое»; при определенных условиях наблюдается развитие аутоиммунных процессов или полной ареактивности организма хозяина
Антигенная изменчивость	Снижение способности иммунной системы к продуктивному ответу
Модуляция иммунного ответа хозяина	Девияция иммунного ответа в сторону Th2-типа
Токсическое действие продуктов метаболизма гельминтов на иммунокомпетентные клетки хозяина	Подавление пролиферации лимфоцитов, изменение лейкоцитарной формулы периферической крови, нарушение нормального соотношения субпопуляций иммунных клеток, развитие окислительного стресса
Влияние на регуляцию апоптоза лимфоцитов	Нарушение равновесия между про- и противоапоптотическими белками, индукция апоптоза лимфоцитов
Подавление защитных реакций хозяина к другим инфицирующим агентам	Повышение восприимчивости к другим инфекционным заболеваниям
Чрезвычайно высокий уровень антигенов гельминтов	Сенсибилизация организма хозяина, развитие аллергических реакций

Таблица 17. Иммунодепрессивное воздействие антигельминтных препаратов на иммунную систему организма хозяина

Table 17. Immunosuppressive effect of anthelmintic drugs on the host's immune system

Антигельминтный препарат	Воздействие на иммунную систему организма хозяина
Производные бензимидазола. Иммуносупрессивное действие бензимидазолов коррелирует с дозой и сроками введения	
Альбендазол (альбен форте, альбен)	Антимитотический эффект. Тромбоцитопения, лейкопения, нейтропения, гранулоцитопения до агранулоцитоза. Разнонаправленное изменение (снижение или повышение) уровней IgG, IgE, IgA, IgM при лечении различных гельминтозов. При дозе альбена 10 мг/кг выявлены эмбриотоксический и тератогенный эффекты
Мебендазол	Лейкопения, эозинофилия, аллергические реакции. Подавление клеточной реакции ГЗТ при терапевтической дозе 75 мг/кг
Фенбендазол (февтал)	Лимфопения, уменьшение количества палочкоядерных нейтрофилов, увеличение количества сегментоядерных нейтрофилов и базофилов в первые недели после дегельминтизации. К 30-му дню наблюдения показатели приближаются к нижним пределам физиологической нормы
Макроциклические лактоны (препараты ивермектинового ряда)	
Ивермектин (эква-лан)	Угнетающее действие на клеточный иммунный ответ. Развитие гематотоксических эффектов с повышением лейкоцитарного индекса интоксикации. Выраженная эритропения, лейкопения, увеличение доли нейтрофилов в лейкограмме через 14 суток после однократного и повторного введения
Аверсектин С (эквисектаста «Универм»)	Стимулирует переваривающую активность нейтрофилов. Относится к малоопасным веществам (4-й класс опасности). Возможно появление аллергических реакций
Салициланилиды	
Оксиклозанид (фаскоцид)	Абсолютная лимфопения, снижение иммунорегуляторного индекса при наблюдении в течение 20 суток
Имидазолтиазолы	
Левамизола гидрохлорид (лева-мизол)	Увеличение числа Т-лимфоцитов. При продолжительном введении повышается риск отрицательного воздействия на другие гематологические показатели. Относится к умеренно опасным веществам (3-й класс опасности)

В основе воздействия гельминтов на иммунную систему организма хозяина лежат различные механизмы (табл. 16) [3, 11, 38, 39, 41–52]. В ряде случаев обнаружены компоненты, перекрестно реагирующие с антигенами хозяина, в силу чего они не воспринимаются как чужие. Наличие такой молекулярной мимикрии (или антигенной маскировки) приводит к ареактивности иммунной системы и повышает патогенность паразитов. Так, у лентецов известен антиген, аналогичный человеческому антигену группы крови В, а у бычьего цепня — антигену группы крови А. У нематоды *Onchocerca volvulus*, вызывающей онхоцеркоз, или «речную слепоту», имеется антиген, взаимодействующий с белком сетчатки [3, 38, 45].

Одной из характерных особенностей гельминтов является многоступенчатость их циклов развития, где каждая стадия может обладать своим антигенным комплексом. Такая антигенная изменчивость поверхностных белков установлена для личинок аскарид в период линьки при миграции в организме. У некоторых видов цестод антигенная изменчивость обеспечивается отторжением поверхностного слоя кутикулы и переносом в наружный слой тегумента компонентов внутренней поверхности кутикулы. Наличие этого феномена существенно осложняет иммунную защиту и приводит, как правило, к формированию нестерильного иммунитета [3, 41, 44].

В процессе развития паразит может оказывать модулирующее влияние на иммунную реактивность организма хозяина, приводя, как правило, к Th-2 девииции иммунного ответа [47].

Выраженное иммуносупрессивное действие в отношении иммунной системы хозяина свойственно всем паразитам. Цитотоксические вещества, продуцируемые гельминтами, подавляют пролиферацию Т- и В-лимфоцитов, снижают эффективность фагоцитоза. Установлена способность взрослых и личиночных форм тканевых паразитов угнетать хемотаксис лейкоцитов, необходимый для реализации фагоцитарной защитной реакции хозяина. Ленточные черви, секретируя ингибитор эластазы, препятствуют привлечению к ним нейтрофилов, а протеины нематод связывают интегрин CR3, ингибируя миграцию нейтрофилов. У некоторых нематод и трематод выработался механизм повреждения антител путем секреции проте-

аз, расщепляющих иммуноглобулины. При длительном гельминтозном процессе и его хронизации снижаются реакции гиперчувствительности и развивается иммунодепрессия [38, 40, 46, 49].

Метаболиты гельминтов могут активно влиять на регуляцию апоптоза за счет повышения уровня проапоптотических компонентов Caspase-3, CD95 и снижения уровня противоапоптотического белка Bcl-2 [38, 48, 49].

Гельминты способны подавлять развитие защитных реакций к другим инфицирующим агентам, что приводит к повышенной восприимчивости животных к инфекционным заболеваниям, а также оказывает негативное влияние на результативность вакцинации [50].

Доказано возможное развитие аутоиммунных реакций при различных паразитарных инвазиях, включая трихинеллез, цистицеркоз, филяриатоз, описторхоз и другие [11, 51, 52]. Аутоиммунные реакции, возникающие и постепенно усиливаясь при паразитарных инвазиях, оказывают существенное влияние на течение и прогноз гельминтозов.

Аллергические реакции часто сопутствуют гельминтозам. Например, при диктиокаулезе КРС, причиной которого является заражение нематодой *Dictyocaulus viviparus*, развивается гиперэргическая реакция высокой степени с проявлениями у животных дыхательного стресса [41].

Этиотропная терапия гельминтозов доказала свою эффективность, и в настоящее время имеется большое количество антигельминтных препаратов с широким противопаразитарным спектром активности. Тем не менее для многих используемых в настоящее время антигельминтиков характерны токсические свойства. Это негативно влияет на гомеостаз организма и его иммунную систему. В результате происходит усугубление иммунодефицитного состояния, обусловленного присутствием гельминтов (табл. 17) [21–23, 42, 53–57].

Описанные нарушения со стороны иммунной системы указывают на необходимость применения препаратов с иммуномодулирующими свойствами [13, 24, 44, 46, 56, 58]. К числу таких лекарственных средств относится Ронколейкин® — рекомбинантный интерлейкин-2 (РИЛ-2). Являясь аналогом эндогенного интерлейкина-2, он направлен на рост, дифференцировку и активацию Т- и В-лимфоцитов, моноцитов, макрофагов. От его присутствия зависит развитие цитолитической активности натуральных киллеров и цитотоксических Т-лимфоцитов. Расширение спектра лизирующего действия эффекторных клеток обуславливает элиминацию

разнообразных патогенных микроорганизмов, возбудителей вирусной, бактериальной и грибковой инфекции. Коррекция иммунологических нарушений, вызванных паразитом, восстановление иммунореактивности животного, нормализация показателей врожденного и адаптивного иммунитета и снижение уровня эндотоксикоза при включении в комплексные методы лечения рекомбинантного интерлейкина-2 позволяют снизить вероятность возникновения побочных реакций у животных и одновременно повысить эффективность дегельминтизации.

Применение комбинированной терапии различными антигельминтными препаратами в сочетании с Ронколейкином® позволило повысить эффективность лечения. Установлено достоверное снижение ИИ и ЭИ и одновременное повышение значений ИЭ и ЭЭ.

Выводы / Conclusion

В процессе дегельминтизации организм животного испытывает интенсивное токсическое воздействие, обусловленное компонентами биологического и химического происхождения. К биологическим компонентам относятся продукты жизнедеятельности паразитов и результаты их распада, химическая составляющая определяется химической природой антигельминтного препарата. Такое суммарное токсическое воздействие весьма опасно для организма животного и, по данным многих исследований, сопровождается нарушением гомеостаза организма, формированием вторичного иммунодефицита и снижением продуктивности.

Широкое распространение иммунодефицита среди сельскохозяйственных животных указывает на необходимость разработки методов комплексной терапии. Разработка комплексных способов лечения, включающих комбинированное применение препаратов противопаразитарного и иммуномодулирующего действия, является одним из перспективных направлений в терапии гельминтозов животных. Проведенные исследования и полученные результаты свидетельствуют о том, что включение патогенетической терапии Ронколейкином® в состав комплексного метода дегельминтизации повышает лечебную эффективность противопаразитарных мероприятий, стимулирует факторы неспецифической резистентности и адаптивного иммунитета, нормализует белковый обмен, гематологические показатели и гомеостаз организма, снижает уровень эндотоксикоза и предупреждает патогенное воздействие дегельминтизации на организм животных.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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

- Ерофеева В.В., Доронина Г.Н., Родионова О.М., Костина А.А. Социально-экологические аспекты распространения антропоозонозов. *Современные проблемы науки и образования*. 2019; 4. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29133>
- Шубина Т.В. Экологические аспекты паразитизма. Самара: РеаВиЗ. 2009; 164.
- Малютин Т.А. Взаимоотношения в системе паразит-хозяин: биохимические и физиологические аспекты адаптации (ретроспективный обзор). *Российский паразитологический журнал*. 2008; (1): 24–40. eLIBRARY ID: 11769490

REFERENCES

- Erofeeva V.V., Doronina G.N., Rodionova O.M., Kostina A.A. Socio-ecological aspects of the circulation of zoonotic helminthoses. *Modern Problems of Science and Education. Surgery*. 2019; 4. Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29133> (In Russian)
- Shubina T.V. Ecological aspects of parasitism. Samara: ReaViZ. 2009; 164. (In Russian)
- Malyutina T.A. The relationships in the system of parasite-host: biochemical and physiological aspects adaptations (retrospective review). *Russian Journal of Parasitology*. 2008; (1): 24–40. (In Russian) eLIBRARY ID: 11769490

4. Ройтман В.А., Беэр С.А. Паразитизм как форма симбиотических отношений. Москва: Товарищество научных изданий КМК. 2008; 310.
5. Енгашев С.В., Даугалиева Э.Х., Новак М.Д., Анисимова М.А. Методические положения по лечению и профилактике смешанных инвазий свиней в товарных, фермерских, индивидуальных хозяйствах. *Российский паразитологический журнал*. 2014; (2): 121–125. eLIBRARY ID: 21809556
6. Коколова Л.М., Гаврильева Л.Ю., Яковлева С.С. Разработка и внедрение научно обоснованной технологии комплексной терапии паразитозов лошадей табунного содержания в условиях Якутии. *Ветеринария Кубани*. 2020; (3): 12–14. <https://doi.org/10.33861/2071-8020-2020-3-12-14>
7. Успенский А.В., Никитин В.Ф., Лемехов П.А. Технологии скотоводства и концепция борьбы с «пастбищными» гельминтозами. *Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями*. 2010; 11: 3–6. eLIBRARY ID: 24552073
8. О состоянии эпизоотической обстановке в Российской Федерации и предпринимаемых противоэпизоотических мероприятиях по недопущению массовых заболеваний сельскохозяйственных животных. *Аналитический вестник*; 17. Москва. 2017; 274. Режим доступа: <http://council.gov.ru/media/files/1MoP1WkBZYbc2ZtcF3vZYFjfJ0qHAViY.pdf> (In Russian)
9. Бережно В.К. Иммунологическая реактивность, иммунодиагностика и иммунопрофилактика при гельминтозах животных. Автореферат дисс. докт. биол. наук. Москва. 1994; 48.
10. Беспалова Н.С., Островский М.В. Вторичные иммунодефицитные состояния у лошадей при гельминтозах. *Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями*. 2009; 10: 64–65. eLIBRARY ID: 24893254
11. Гришина Е.А. Иммунобиологические основы патогенеза кишечных нематодозов. Дисс. докт. биол. наук. Москва. 2019; 444. (In Russian)
12. Беспалова Н.С., Востроилова Г.А., Чухлебова О.М. Фармакологическая коррекция организма коров при гельминтозах. Монография. Saarbrücken, Deutschland: LAPLAMBERT Academic Publishing. 2012; 104. eLIBRARY ID: 24369050
13. Санин А.В., Сосновская О.Ю., Санина В.Ю., Кожевникова Т.Н., Васильев И.К., Наровлянский А.Н., Пронин А.В. Особенности применения иммуномодуляторов при паразитарных инвазиях. *Ветеринария Кубани*. 2010; (2): 15–18. Режим доступа: http://vetkuban.com/num2_20105.html (In Russian)
14. Щемелева Н.Ю., Якубовский М.В., Красочко И.А., Василькова В.П. Комплексные препараты: лечебный и экономический эффект применения при гельминтозах крупного рогатого скота. *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»*. 2021; 57(2): 71–77. eLIBRARY ID: 46447930
15. Yeshi K., Ruscher R., Loukas A., Wangchuk P. Immunomodulatory and biological properties of helminth-derived small molecules: Potential applications in diagnostics and therapeutics. *Frontiers in Parasitology*. 2022; 1: 984152. <https://doi.org/10.3389/fpara.2022.984152>
16. Николаева З.К., Егорова В.Н., Козлов В.К. Ронколейкин® – рекомбинантный интерлейкин-2 человека: фармакология и биологическая активность. Пособие для врачей. Санкт-Петербург: Издательство СПбГУ. 2002; 34. Режим доступа: <https://biotech.spb.ru/www/main.php?menu=books&list=find&id=210> (In Russian)
17. Егорова В.Н., Моисеев А.Н., Барышников П.И. Роль эндогенного интерлейкина-2 в регуляции иммунитета животных. *Ветеринария*. 2012; (12): 16–18. eLIBRARY ID: 18235854
18. Моисеев А.Н., Сахарова Е.Д., Егорова В.Н., Островский М.В., Романова О.В., Гречук А.Н., Некрасов А.А., Варюхин А.В., Барышников П.И. Ронколейкин®: применение у сельскохозяйственных животных. Санкт-Петербург: *Альтер Эго*. 2012; 36. Режим доступа: <https://biotech.spb.ru/v/download.php?menu=books&list=download&id=1252.pdf>
19. Гришина Е.А. Изменение молекулярных показателей апоптоза лимфоцитов крови мышей при сифациозе и его лечении. *Ветеринария*. 2018; (8): 14–20. eLIBRARY ID: 36006025
20. Гришина Е.А. Исследование молекулярных показателей апоптоза лимфоцитов крови мышей при развитии и лечении трихоцефалеза. *Ветеринарная патология*. 2018; (3): 11–17. eLIBRARY ID: 36351481
21. Мамикова О.И. Коррекция негативного побочного действия мебендазола на клеточный иммунитет. *Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями*. 2016; 17: 235–237. eLIBRARY ID: 28164134
22. Мамикова О.И. Сравнительная оценка побочных иммунобиологических эффектов антигельминтных препаратов албендазола и мебендазола – производных бензимидазола. *Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями*. 2013; 14: 217–219. eLIBRARY ID: 30461656
23. Мамикова О.И. Дозозависимый побочный эффект альбендазола на реакции клеточного иммунитета. Селективный механизм иммунобиологического действия комбинации рекомбинантного интерлейкина-2 (ронколейкина) и альбендазола. *Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями*. 2015; 16: 239–242. eLIBRARY ID: 28885823
4. Roitman V.A., Be'er S.A. Parasitism as a form of symbiotic relations. Moscow: KMK Scientific Press LTD. 2008; 310. (In Russian)
5. Yengashev S.V., Daugalieva E.H., Novak M.D., Anisimova M.A. Methodical guidelines for treatment and prevention of mixed infections in pigs in commercial, individual and husbandry farms. *Russian Journal of Parasitology*. 2014; (2): 121–125. (In Russian) eLIBRARY ID: 21809556
6. Kokolova L.M., Gavrilieva L.Yu., Yakovleva S.S. Development and implementation of scientifically based technology of treatment of parasitoses of horses herd keeping in conditions of Yakutia. *Veterinaria Kubani*. 2020; (3): 12–14. (In Russian) <https://doi.org/10.33861/2071-8020-2020-3-12-14>
7. Uspensky A.V., Nikitin V.F., Lemechov P.A. Technology of cattle husbandry and conceptions of control of “pasture” helminthoses. *Theory and practice of parasitic disease control*. 2010; 11: 3–6. (In Russian) eLIBRARY ID: 24552073
8. About the state of the epizootic situation in the Russia and the anti-epizootic measures taken to prevent mass diseases of agricultural animals. *Analytical Bulletin*; 17. Moscow. 2017; 274. Available from: <http://council.gov.ru/media/files/1MoP1WkBZYbc2ZtcF3vZYFjfJ0qHAViY.pdf> (In Russian)
9. Berezhno V.K. Immunological reactivity, immunodiagnostics and immunoprophylaxis in helminthiasis of animals. Abstract of the Doctoral (Biology) Thesis. Moscow. 1994; 48. (In Russian)
10. Bupalova N.S., Ostrovsky M.V. Secondary immunodeficient conditions in horses at helminthoses. *Theory and practice of parasitic disease control*. 2009; 10: 64–65. (In Russian) eLIBRARY ID: 24893254
11. Grishina E.A. Immunobiological bases of the pathogenesis of intestinal nematodes. Doctoral (Biology) Thesis. Moscow. 2019; 444. (In Russian)
12. Bupalova N.S., Vostroilova G.A., Chuhlebova O.M. Pharmacological correction of the body of cows with helminthiasis. Monograph. Saarbrücken, Deutschland: LAPLAMBERT Academic Publishing. 2012; 104. (In Russian) eLIBRARY ID: 24369050
13. Sanin A.V., Sosnovskaya O.Yu., Sanina V.Yu., Kozhevnikova T.N., Vasiliev I.K., Narovlyanskiy A.N., Pronin A.V. Features of the use of immunomodulators in parasitic invasions. *Veterinaria Kubani*. 2010; (2): 15–18. Available from: http://vetkuban.com/num2_20105.html (In Russian)
14. Shchemeliyova N.Yu., Yakubovsky M.V., Krasochko I.A., Vasilikova V.P. Complex drugs: therapeutic and economic efficiency of using against helminthiasis in cattle. *Transactions of the educational establishment “Vitebsk the Order of “the Badge of Honor” State Academy of Veterinary Medicine”*. 2021; 57(2): 71–77. (In Russian) eLIBRARY ID: 46447930
15. Yeshi K., Ruscher R., Loukas A., Wangchuk P. Immunomodulatory and biological properties of helminth-derived small molecules: Potential applications in diagnostics and therapeutics. *Frontiers in Parasitology*. 2022; 1: 984152. <https://doi.org/10.3389/fpara.2022.984152>
16. Nikolaeva Z.K., Egorova V.N., Kozlov V.K. Roncoleukin® - human recombinant interleukin-2: pharmacology and biological activity. A manual for doctors. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg State University. 2002; 34. Available from: <https://biotech.spb.ru/www/main.php?menu=books&list=find&id=210> (In Russian)
17. Egorova V.N., Moiseev A.N., Baryshnikov P.I. The role of interleukin-2 in the regulation of immune animals. *Veterinaria*. 2012; (12): 16–18. (In Russian) eLIBRARY ID: 18235854
18. Moiseev A.N., Sakharova E.D., Egorova V.N., Ostrovskiy M.V., Romanova O.V., Grechukhin A.N., Nekrasov A.A., Varyukhin A.V., Baryshnikov P.I. Roncoleukin®: application in agricultural animals. St. Petersburg: *Alter Ego*. 2012; 36. Available from: <https://biotech.spb.ru/v/download.php?menu=books&list=download&id=1252.pdf> (In Russian)
19. Grishina E.A. Study of lymphocytes apoptosis molecular markers in mice blood during syfacyosis and its treatment. *Veterinaria*. 2018; (8): 14–20. (In Russian) eLIBRARY ID: 36006025
20. Grishina E.A. Study of the molecular parameters of apoptosis of blood lymphocytes in mice in the development and treatment of trichocephalosis. *Veterinary Pathology*. 2018; (3): 11–17. (In Russian) eLIBRARY ID: 36351481
21. Mamikova O.I. Correction of adverse action of mebendazole on cell immunity. *Theory and practice of parasitic disease control*. 2016; 17: 235–237. (In Russian) eLIBRARY ID: 28164134
22. Mamikova O.I. Comparative evaluation of adverse effects of anthelmintics albendazole and mebendazole attributed to benzimidazole carbames. *Theory and practice of parasitic disease control*. 2013; 14: 217–219. (In Russian) eLIBRARY ID: 30461656
23. Mamikova O.I. Dose-dependent adverse effect of albendazole on cell immunity reactions. selective mode of immunobiological action of combination of recombinant interleukin 2 (roncoleukin) and albendazole. *Theory and practice of parasitic disease control*. 2015; 16: 239–242. (In Russian) eLIBRARY ID: 28885823

24. Мамыкова О.И. Методические положения по применению иммуномодулирующих средств в комбинированной терапии гельминтозов. *Российский паразитологический журнал*. 2015; (2): 120–123. eLIBRARY ID: 23855310
25. Чухлебова О.М. Фармакологическая коррекция обменных процессов у крупного рогатого скота при гельминтозах и антигельминтной терапии. Автореферат дисс. канд. вет. наук. Воронеж. 2012; 19.
26. Беспалова Н.С., Востроилова Г.А., Чухлебова О.М. Использование препаратов цитокиновой группы при фасциолезе крупного рогатого скота. *Актуальные вопросы ветеринарной медицины и технологии животноводства*. Воронеж. 2013; 2: 6–8. eLIBRARY ID: 24379107
27. Лопатина О.М., Беспалова Н.С., Востроилова Г.А. Способ лечения фасциолеза у коров. Патент № RU2385713C2. 2010; 12.
28. Бутова С.А. Иммунобиологическая реактивность и биохимический гомеостаз лошадей при гельминтозах и после дегельминтизации. Автореферат дисс. канд. вет. наук. Москва. 2009; 19.
29. Бутова С.А., Беспалова Н.С. Гематологический профиль лошадей при кишечных стронгилятозах после применения Ронколейкина. *Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями*. 2009; 10: 86–88. eLIBRARY ID: 25704139
30. Беспалова Н.С., Бутова С.А., Островский М.В., Смирнов М.Н. Способ лечения гельминтозов у млекопитающих. Патент № RU2406513C1. 2010; 6.
31. Беспалова Н.С., Бутова С.А., Островский М.В. Методические рекомендации по применению Ронколейкина в комплексной терапии лошадей при гельминтозах. Воронеж: ВГАУ им. К.Д. Глинки. 2009; 28. Режим доступа: <https://biotech.spb.ru/v/download.php?menu=books&list=download&id=1139.zip>
32. Беспалова Н.С. Островский М.В. Иммунотерапия ронколейкином при кишечных гельминтозах лошадей. *Актуальные проблемы биологии и ветеринарной медицины мелких домашних животных*. Троицк. 2009; 214–216. eLIBRARY ID: 25019234
33. Островский М.В. Иммунопатогенез и цитокиноterapia при гельминтозах животных. Автореферат дисс. канд. вет. наук. Нижний Новгород. 2011; 20.
34. Беспалова Н.С., Сашенко Н.С., Островский М.В. Методические рекомендации по профилактике и иммунотерапии кишечных гельминтозов свиней в условиях Центрального Черноземья России. Воронеж: ВГАУ им. К.Д. Глинки. 2008; 21. Режим доступа: <https://biotech.spb.ru/v/download.php?menu=books&list=download&id=1140.zip>
35. Беспалова Н.С., Островский М.В. Иммунобиологическая реактивность животных при гельминтозах и ее коррекция Ронколейкином. *Животноводство России*. 2009; (Свиноводство); 38.
36. Беспалова Н.С., Сашенко Н.С., Островский М.В., Сашенко Р.В. Способ дегельминтизации свиней. Патент № RU2328278C1. 2009; 1.
37. Сашенко Н.С. Эпизоотология основных гельминтозов свиней и методы их терапии в хозяйствах Воронежской области. Автореферат дисс. канд. вет. наук. Иваново. 2008; 18.
38. Гришина Е.А., Довгалева А.С. Некоторые механизмы вторичной иммуносупрессии в процессе хронизации геогельминтозов. *Российский паразитологический журнал*. 2016; (2): 202–209. eLIBRARY ID: 27339253
39. Лейкина Е.С. Основные достижения в изучении иммунологии гельминтозов. *Паразитология*. 1976; 10(2): 115–125.
40. Солдаткин П.К., Матешин Р.С., Гаврилов А.В., Долгих Т.А. Гельминтозы. Благовещенск. 2015; 102. Режим доступа: <https://www.amursma.ru/upload/iblock/0b5/Gelmintozy.pdf>
41. Шевкопляс В.Н., Лопатин В.Г. Влияние гельминтозов на течение иммунологических процессов у животных. *Российский паразитологический журнал*. 2008; (4): 94–101. eLIBRARY ID: 11769566
42. Шемякова С.А. Влияние некоторых отечественных антигельминтиков на иммунобиологическую реактивность крупного рогатого скота. *Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями*. 2017; 18: 543–545. eLIBRARY ID: 30283792
43. Якубовский М.В., Чистенко Г.Н., Горбачева В.Н., Веденьков А.Л. Современные проблемы иммунологии гельминтозов. *Медицинские новости*. 1997; (4). Режим доступа: <https://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=1429>
44. Ятусевич И.А. Фармакологическая коррекция иммунопатологии при паразитарных болезнях животных. *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»*. 2012; 48(2-1): 40–44. eLIBRARY ID: 21593706
45. Некоторые вопросы общей паразитологии. Чебышев Н.В. (ред.) *Медицинская паразитология*. Москва: Медицина. 2012; 3–26.
46. Várady M., Konigová A., Čerňanská D., Čorba J. Effect of combined therapy of an anthelmintic and an immunomodulator on the elimination of gastrointestinal nematodes in sheep. *Helminthologia*. 2005; 42(3): 133–136.
24. Mamykova O.I. Methodological guidelines for application of immunomodulatory agents in combination therapy of helminthosis. *Russian Journal of Parasitology*. 2015; (2): 120–123. (In Russian) eLIBRARY ID: 23855310
25. Chuhlebova O.M. Pharmacological correction of metabolic processes in cattle with helminthiasis and anthelmintic therapy. Abstract of the PhD (Veterinary) Thesis. Voronezh. 2012; 19. (In Russian)
26. Bepalova N.S., Vostroilova G.A., Chuhlebova O.M. The use of cytokine group drugs in bovine fascioliasis. *Topical issues of veterinary medicine and animal husbandry technology*. Voronezh. 2013; 2: 6–8. (In Russian) eLIBRARY ID: 24379107
27. Lopatina O.M., Bepalova N.S., Vostroilova G.A. A method of treating fascioliasis in cows. Patent No. RU2385713C2. 2010; 12. (In Russian)
28. Butova S.A. Immunobiological reactivity and biochemical homeostasis of horses with helminthiasis and after deworming. Abstract of the PhD (Veterinary) Thesis. Moscow. 2009; 19. (In Russian)
29. Butova S.A., Bepalova N.S. Hematological profile in horses infected by intestinal Strongylata and post application of roncoleukin. *Theory and practice of parasitic disease control*. 2009; 10: 86–88. (In Russian) eLIBRARY ID: 25704139
30. Bepalova N.S., Butova S.A., Ostrovsky M.V., Smirnov M.N. A method of treating helminthiasis in mammals. Patent No. RU2406513C1. 2010; 6. (In Russian)
31. Bepalova N.S., Butova S.A., Ostrovsky M.V. Methodological recommendations for the use of Roncoleukin in the complex therapy of horses with helminthiasis. Voronezh: Voronezh State Agricultural University. 2009; 28. Available from: <https://biotech.spb.ru/v/download.php?menu=books&list=download&id=1139.zip> (In Russian)
32. Bepalova N.S., Ostrovsky M.V. Roncoleukin immunotherapy for intestinal helminthiasis of horses. *Actual problems of biology and veterinary medicine of small pets*. Troitsk. 2009: 214–216. (In Russian) eLIBRARY ID: 25019234
33. Ostrovskiy M.V. Immunopathogenesis and cytokinotherapy in helminthiasis of animals. Abstract of the PhD (Veterinary) Thesis. Nizhny Novgorod. 2011; 20. (In Russian)
34. Bepalova N.S., Satshenko N.S., Ostrovsky M.V. Methodological recommendations for the prevention and immunotherapy of intestinal helminthiasis of pigs in the conditions of the Central Chernozem region of Russia. Voronezh: Voronezh State Agricultural University. 2008; 21. Available from: <https://biotech.spb.ru/v/download.php?menu=books&list=download&id=1140.zip> (In Russian)
35. Bepalova N.S., Ostrovskiy M.V. Immunobiological reactivity of animals with helminthiasis and its correction with Roncoleukin. *Animal Husbandry of Russia*. 2009; (Pig production); 38. (In Russian)
36. Bepalova N.S., Satshenko N.S., Ostrovsky M.V., Satshenko R.V. Method of deworming pigs. Patent No. RU2328278C1. 2009; 1. (In Russian)
37. Satshenko N.S. Epizootology of the main helminthiasis of pigs and methods of their therapy in farms of the Voronezh region. Abstract of the PhD (Veterinary) Thesis. Ivanovo. 2008; 18. (In Russian)
38. Grishina E.A., Dovgalev A.S. Certain mechanisms of secondary immunosuppression under chronisation of geohelminthiasis. *Russian Journal of Parasitology*. 2016; (2): 202–209. (In Russian) eLIBRARY ID: 27339253
39. Leikina E.S. Main achievements in the study of immunology of helminthiasis. *Parazitologiya*. 1976; 10(2): 115–125. (In Russian)
40. Soldatkin P.R., Mateishen R.S., Gavrilov A.V., Dolgikh T.A. Helminthiasis. Blagoveshchensk. 2015; 102. Available from: <https://www.amursma.ru/upload/iblock/0b5/Gelmintozy.pdf> (In Russian)
41. Shevkoplyas V.N., Lopatin V.G. THE Influence of helminthosis on current immunologic processes at animals. *Russian Journal of Parasitology*. 2008; (4): 94–101. (In Russian) eLIBRARY ID: 11769566
42. Shemyakova S.A. Effects of some domestic anthelmintics on immunobiological reactivity of cattle. *Theory and practice of parasitic disease control*. 2017; 18: 543–545. (In Russian) eLIBRARY ID: 30283792
43. Yakubovskiy M.V., Chistenko G.N., Gorbacheva V.N., Veden'kov A.L. Modern problems of helminthiasis immunology. *Medical news*. 1997; (4). Available from: <https://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=1429> (In Russian)
44. Yatusovich I.A. Pharmacological correction immunopathology in parasitic animal diseases. *Transactions of the educational establishment "Vitebsk the Order of "the Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine"*. 2012; 48(2-1): 40–44. (In Russian) eLIBRARY ID: 21593706
45. Some questions of general parasitology. Chebyshev N.V. (ed.) *Medical Parasitology*. Moscow: Meditsina. 2012; 3–26. (In Russian)
46. Várady M., Konigová A., Čerňanská D., Čorba J. Effect of combined therapy of an anthelmintic and an immunomodulator on the elimination of gastrointestinal nematodes in sheep. *Helminthologia*. 2005; 42(3): 133–136.

47. Sulaiman A.A., Zolnierczyk K., Japa O., Owen J.P., Maddison B.C., Emes R.D., Hodgkinson J.E., Gough K.C., Flynn R.J. A Trematode Parasite Derived Growth Factor Binds and Exerts Influences on Host Immune Functions via Host Cytokine Receptor Complexes. *PLoS Pathogens*. 2016; 12(11): e1005991. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1005991>
48. Бекиш В.Я., Коневалова Н.Ю., Бекиш О.-Я.Л. Метаболиты гельминтов как индукторы апоптоза клеток хозяина. *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. 2005; 4(2): 80–85. eLIBRARY ID: 15169234
49. Гришина Е.А. Исследование показателей апоптоза лимфоцитов крови животных при гельминтозах. *Российский паразитологический журнал*. 2017; 40(2): 162–167. eLIBRARY ID: 30108466
50. Герасимчик В.А., Еремеев Е.С. Влияние гельминтозной инвазии на уровень поствакцинальных антител против чумы плотоядных и парвовирусного энтерита у собак. *Аграрная наука*. 2021; (9): 18–24. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-352-9-18-24>
51. Гламаздин И.Г. Цистицеркозы жвачных и свиней, тенидозы плотоядных. Дисс. докт. вет. наук. Москва. 2005; 350.
52. Гришина Е.А. Антигены и метаболиты гельминтов как регулирующие факторы противопаразитарного иммунитета. *Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы*. 2016; (2): 58–63. eLIBRARY ID: 26093990
53. Кузьмин А.А. Антигельминтики в ветеринарной медицине. Москва: АКВАРИУМ ЛТД. 2000; 144.
54. Вовк А.А. Фармакокоррекция иммунотоксических эффектов Аверсекта-2 при обработке животных в экспериментальных и производственных условиях. Автореферат дисс. канд. вет. наук. Троицк. 2012; 30.
55. Семеряк Е.В. Патоморфологические признаки токсичности и отдаленные эффекты действия ивермектина на организм животных. Автореферат дисс. канд. вет. наук. Омск. 2009; 19.
56. Sajid M.S., Iqbal Z., Muhammad G., Iqbal M.U. Immunomodulatory effect of various anti-parasitics: A review. *Parasitology*. 2006; 132(3): 301–313. <https://doi.org/10.1017/S0031182005009108>
57. Malik M.A., Sajid M.S., Abbas R.Z., Aleem M.T., Anjum F.R., Khan A., Farhab M., Maqbool M., Zeeshan M., Hussain K., Rehman N., Ali Nisar R.H., Rizwan H.M., Bin Tahir U. Anthelmintic Drug Resistance in Livestock: Current Understanding and Future Trends. Morales-Montor J., Hugo Del Río-Araiza V., Hernández-Bello R. (eds.) *Parasitic Helminths and Zoonoses - From Basic to Applied Research. IntechOpen*. 2022; 2. <https://doi.org/10.5772/intechopen.104186>
58. Сибен А.Н., Силиванова Е.А., Левченко М.А. Сравнительная оценка иммуномодуляторов при гельминтозах северных оленей. *Ветеринария и кормление*. 2018; (6): 33–35. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2018-6-13>
47. Sulaiman A.A., Zolnierczyk K., Japa O., Owen J.P., Maddison B.C., Emes R.D., Hodgkinson J.E., Gough K.C., Flynn R.J. A Trematode Parasite Derived Growth Factor Binds and Exerts Influences on Host Immune Functions via Host Cytokine Receptor Complexes. *PLoS Pathogens*. 2016; 12(11): e1005991. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1005991>
48. Bekish V.Ya., Konevalova N.Yu., Bekish O.-Ya.L. Helminth metabolites as inducers of apoptosis of host cells. *Bulletin of the VSMU*. 2005; 4(2): 80–85. (In Russian) eLIBRARY ID: 15169234
49. Grishina E.A. Study of markers of blood lymphocytes apoptosis in animals at helminthiases. *Russian Journal of Parasitology*. 2017; 40(2): 162–167. (In Russian) eLIBRARY ID: 30108466
50. Gerasimchik V.A., Ereemeev E.S. The effect of helminthic invasion on the level of post-vaccination antibodies against canine distemper and parvovirus enteritis in dogs. *Agrarian science*. 2021; (9): 18–24. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-352-9-18-24>
51. Glamazdin I.G. Cysticercoses of ruminants and pigs, teniidoses of carnivores. Doctoral (Veterinary) Thesis. Moscow. 2005; 350. (In Russian)
52. Grishina E.A. Helminth antigens and metabolites as regulatory factors of antiparasitic immunity. *Epidemiology and Infectious Diseases. Current Items*. 2016; (2): 58–63. (In Russian) eLIBRARY ID: 26093990
53. Kuz'min A.A. Anthelmintics in veterinary medicine. Moscow: AKVARIUM LTD. 2000; 144. (In Russian)
54. Vovk A.A. Pharmacocorrection of the immunotoxic effects of Aversect-2 in the treatment of animals in experimental and industrial conditions. Abstract of the PhD (Veterinary) Thesis. Troitsk. 2012; 30. (In Russian)
55. Semeryak E.V. Pathomorphological signs of toxicity and long-term effects of ivermectin on the animal body. Abstract of the PhD (Veterinary) Thesis. Omsk. 2009; 19. (In Russian)
56. Sajid M.S., Iqbal Z., Muhammad G., Iqbal M.U. Immunomodulatory effect of various anti-parasitics: A review. *Parasitology*. 2006; 132(3): 301–313. <https://doi.org/10.1017/S0031182005009108>
57. Malik M.A., Sajid M.S., Abbas R.Z., Aleem M.T., Anjum F.R., Khan A., Farhab M., Maqbool M., Zeeshan M., Hussain K., Rehman N., Ali Nisar R.H., Rizwan H.M., Bin Tahir U. Anthelmintic Drug Resistance in Livestock: Current Understanding and Future Trends. Morales-Montor J., Hugo Del Río-Araiza V., Hernández-Bello R. (eds.) *Parasitic Helminths and Zoonoses - From Basic to Applied Research. IntechOpen*. 2022; 2. <https://doi.org/10.5772/intechopen.104186>
58. Siben A.N., Silivanova E.A., Levchenko M.A. Comparative evaluation of immunomodulators for helminthiases of reindeer. *Veterinaria i kormlenie*. 2018; (6): 33–35. (In Russian) <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2018-6-13>

ОБ АВТОРАХ:

Валентина Николаевна Егорова,
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
ООО «НПК «БИОТЕХ»,
ул. Большая Пушкарская, 20, Санкт-Петербург, 197198, Россия
egorova_v@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7136-3632>

Ольга Владимировна Романова,
кандидат ветеринарных наук,
Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины,
ул. Черниговская, 5, Санкт-Петербург, 196084, Россия
vetsova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0750-8654>

Лариса Михайловна Белова,
доктор биологических наук, профессор,
Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины,
ул. Черниговская, 5, Санкт-Петербург, 196084, Россия
larissabelova2010@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4473-1940>

ABOUT THE AUTHORS:

Valentina Nikolaevna Egogrova,
Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
LLC Research and Production Company Biotech, 20 Bolshaya
Pushkarskaya str., Saint Petersburg, 197198, Russia
egorova_v@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7136-3632>

Olga Vladimirovna Romanova,
Candidate of Veterinary Sciences,
St. Petersburg State University of Veterinary Medicine,
5 Chernihovskaya str., Saint Petersburg, 196084,
Russia
vetsova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0750-8654>

Larisa Mihailovna Belova,
Doctor of Biological Sciences, Professor,
St. Petersburg State University of Veterinary Medicine,
5 Chernihovskaya str., Saint Petersburg, 196084, Russia
larissabelova2010@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4473-1940>

УДК 619:615

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-51-56

**С.В. Ленев,
М.К. Пирожков,
А.В. Моторыгин,
А.А. Галиакбарова,
А.С. Клёнов,
Н.С. Абросимова** ✉

Всероссийский государственный центр
качества и стандартизации лекарственных
средств для животных и кормов, Москва,
Россия

✉ n.abrosimova@vgnki.ru

Поступила в редакцию:
01.02.2023

Одобрена после рецензирования:
28.02.2023

Принята к публикации:
30.03.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-51-56

**Sergey V. Lenev,
Mikhail K. Pirozhkov,
Anton V. Motorygin,
Alsu A. Galiakbarova,
Alexey S. Klenov,
Nadezhda S. Abrosimova** ✉

All-Russian State Center for Quality and
Standardization of Medicines for Animals and
Feed, Moscow, Russia

✉ n.abrosimova@vgnki.ru

Received by the editorial office:
01.02.2023

Accepted in revised:
28.02.2023

Accepted for publication:
30.03.2023

Селекция штаммов фагов сальмонелл для создания лечебно-профилактического препарата против сальмонеллеза поросят

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Препараты бактериофагов являются перспективным средством профилактики и лечения зоонозов. Доказана эффективность применения фаговых препаратов на разных стадиях производства пищевой продукции: при выращивании животных, при переработке продуктов их убоя и санации готовой продукции от возбудителя сальмонеллеза. Создание эффективного средства, способного предохранять поросят от заболевания сальмонеллезом в период высокого риска заражения при их отъеме, является актуальной задачей.

Методы. Для изучения свойств бактериофагов использовали методы определения: литической активности (по Аппельману и Грациа), спектра их литического действия, диапазона специфичности, частоты образования фагоустойчивых форм, выбранных для их размножения штаммов бактерий. Выбор штаммов фагов, перспективных для изготовления на их основе препарата для лечения и профилактики сальмонеллеза свиней, проводили по критериям, рекомендованным для выбора производственных штаммов бактериофагов.

Результаты. Сформирована коллекция из 24 вирулентных фагов сальмонелл. Изучение их биологических свойств позволило выбрать четыре штамма бактериофагов, перспективных для изготовления на их основе препарата против сальмонеллеза свиней.

Ключевые слова: сальмонеллы, бактериофаги, препараты, литическая активность, свиньи

Для цитирования: Ленев С.В., Пирожков М.К., Моторыгин А.В., Галиакбарова А.А., Клёнов А.С., Абросимова Н.С. Селекция штаммов фагов сальмонелл для создания лечебно-профилактического препарата против сальмонеллеза поросят. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 51–56. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-51-56>

© Ленев С.В., Пирожков М.К., Моторыгин А.В., Галиакбарова А.А., Клёнов А.С., Абросимова Н.С.

Selection of Salmonella phage strains for the creation of a therapeutic and prophylactic drug against salmonellosis in piglets

ABSTRACT

Relevance. Bacteriophage preparations are a promising tool for the prevention and treatment of zoonoses. The effectiveness of the use of phage preparations at different stages of food production has been proven: in the cultivation of animals, in the processing of their slaughter products and in the sanitation of finished products from the causative agent of salmonellosis. The creation of an effective agent capable of protecting piglets from salmonellosis during a period of high risk of infection during weaning is an urgent task.

Methods. To study the properties of bacteriophages, methods were used to determine: lytic activity (according to Appelman and Grazia), the spectrum of their lytic action, the range of specificity, the frequency of formation of phage-resistant forms, bacterial strains selected for their reproduction. The selection of phage strains that are promising for the manufacture of a preparation based on them for the treatment and prevention of pig salmonellosis was carried out according to the criteria recommended for the selection of industrial strains of bacteriophages.

Results. A collection of 24 virulent Salmonella phages was formed. The study of their biological properties made it possible to select 4 strains of bacteriophages promising for the manufacture on their basis of a drug against swine salmonellosis.

Key words: salmonella, bacteriophages, drugs, lytic activity, pigs

For citation: Lenev S.V., Pirozhkov M.K., Motorygin A.V., Galiakbarova A.A., Klenov A.S., Abrosimova N.S. Selection of Salmonella phage strains for the creation of a therapeutic and prophylactic drug against salmonellosis in piglets. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 51–56. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-51-56> (In Russian).

© Lenev S.V., Pirozhkov M.K., Motorygin A.V., Galiakbarova A.A., Klenov A.S., Abrosimova N.S.

Введение/Introduction

Сальмонеллез свиней — инфекционная болезнь, протекающая с первых дней жизни до шестимесячного возраста. Заболевание начинается проявляться в возрасте 12–15 дней, когда ослабевает колостральный иммунитет, однако массовое проявление сальмонеллеза происходит в возрасте 1–3 месяцев — в период отъема и перегруппировки поросят [1]. Сальмонеллез свиней способны вызывать несколько десятков сероваров сальмонелл. Большинство из них имеют у животных хроническое носительство. Энзоотии и спорадические случаи сальмонеллеза с большой смертностью поросят и массовым заболеванием животных связаны с небольшим количеством сероваров. Основная часть изолятов сальмонелл, выделяемых от свиней в России (около 80%), является сероваром, адаптированным к хозяину — *Salmonella Choleraesuis*. Вторым по этиологической значимости является серовар *S. Typhimurium*, обуславливающий 10–15% случаев возникновения сальмонеллеза свиней. Серовары сальмонелл *S. Enteritidis*, *S. London* и *S. Dublin* вызывают менее 3% заболеваний животных [2].

В ветеринарной практике для лечения больных сальмонеллезом поросят применяют антитоксическую сыворотку против сальмонеллеза животных, антибиотики, сульфаниламидные и нитрофурановые препараты. Эти препараты могут ликвидировать клинические проявления болезни, но часто не позволяют полностью санировать организм животных от возбудителей сальмонеллеза [3].

Одним из перспективных направлений для профилактики, лечения и контроля зоонозов бактериальной этиологии является применение препаратов на основе бактериофагов [4, 5]. Доказана эффективность применения фаговых препаратов на разных стадиях производства пищевой продукции: при выращивании животных, при переработке продуктов их убоя и санации готовой продукции от возбудителей зоонозов [6–8]. Несколько групп исследователей разрабатывают фаговые препараты и изучают их эффективность при сальмонеллезе свиней. Установлено, что введение фагов не оказывает негативного влияния на нормальную микрофлору желудочно-кишечного тракта свиней и позволяет в 100–1000 раз снизить количество сальмонелл в органах и тканях поросят-отъемышей, зараженных сальмонеллезом, в сравнении с их количеством в контрольной группе животных, не получивших препарат [9–12]. В течение многолетней практики разработки и применения лечебно-профилактических препаратов бактериофагов сформировался ряд критериев для выбора перспективных штаммов фагов для изготовления препаратов на их основе [13, 14].

Цель исследования — селекция штаммов бактериофагов для изготовления лечебно-профилактического препарата против сальмонеллеза свиней.

Материалы и методы/ Materials and methods

В работе были использованы:

- 19 изолятов бактериофагов, выделенных в 2019–2020 гг. из объектов внешней среды, отобранных в пяти свиноводческих хозяйствах Белгородской области и Краснодарского края, и 5 штаммов бактериофагов из коллекции отдела бактериологии ФГБУ «ВГНКИ»;
- 90 штаммов различных сероваров рода *Salmonella* из коллекции музея микроорганизмов ФГБУ «ВГНКИ», эпизоотические штаммы сальмонелл, выделенные в 2007–2020 гг. от больных животных в различных регио-

нах страны, а также штаммы бактерий родов *Escherichia*, *Proteus*, *Citrobacter*, *Morganella*, *Klebsiella* и *Shigella*.

Для определения биологических свойств штаммов использовали следующие питательные среды, реактивы и диагностикумы: мясопептонный бульон (Oxoid, Великобритания); мясопептонный агар (МПА) с концентрацией агара 0,25%, 0,6% и 1,2% (HiMedia, Индия); среда Эндо; хромогенный агар для сальмонелл (Oxoid, Великобритания); среда Раппапорта-Вассилиадиса (Oxoid, Великобритания); набор реактивов для окраски по Граму; тест-система для идентификации *Enterobacteriaceae* и других неприхотливых грамотрицательных палочек api20E (bioMérieux SA, Франция); сыворотки диагностические сальмонеллезные «Петсал» (ФГУП «СПбНИИВС» ФМБА России).

Метод выделения бактериофагов

Выделение изолятов фагов проводили из сточных вод и других объектов внешней среды свиноводческих комплексов, неблагополучных по сальмонеллезу свиней. Пробы, содержащие механические включения, предварительно центрифугировали на центрифуге Sigma 3-30KS (Германия) при 2000 g в течение 10 минут. Супернатант фильтровали через фильтр MF-Millipore с пористостью 0,45 мкм из нитрата и ацетата целлюлозы (Merck, Германия), очищенные образцы использовали для поиска в них вирусов бактерий. Пробы фекалий поросят, суспендированных в забуференном физиологическом растворе в соотношении 1:10, очищали аналогичным способом. Для повышения вероятности обнаружения фагов использовали метод обогащения, описанный Адамсом [15]. Исследуемый материал засеивали в мясопептонный бульон (МПБ) совместно со штаммами *S. Typhimurium* и *S. Choleraesuis*, находящимися в логарифмической фазе роста, инкубировали 18–24 часа при температуре 37 °С. Пробы фильтровали через фильтры MF-Millipore с пористостью 0,22 мкм из нитрата и ацетата целлюлозы (Merck, Германия), затем определяли наличие фагов в полученных стерильных фильтрах, высевая их на жидкие и плотные питательные среды, предварительно засеянные индикаторными штаммами *S. Typhimurium* и *S. Choleraesuis*.

Чистые линии фагов получали последовательным клонированием морфологически однотипных негативных колоний. Сравнительную оценку морфологии негативных колоний различных фагов проводили, используя одну партию питательной среды и одинаковые условия культивирования.

Методы исследования бактериофагов

Определение титра и количества фаговых частиц. Активность бактериофагов определяли общепринятыми способами — по количеству жизнеспособных фаговых частиц методом Грация и по литической активности фагов методом Аппельмана, описанными Адамс [15].

Определение спектра литической активности бактериофагов. Спектр литической активности бактериофагов оценивали методом нанесения фага (spot-тест) на газон бактериальной культуры в чашках Петри с 1,5% МПА. Наличие фагов определяли по пятнам лизиса на газоне после культивирования в течение 18–24 часов в термостате при температуре 37 °С. Для определения спектра использовали музейные и эпизоотические штаммы *S. Typhimurium* и *S. Choleraesuis*.

Определение диапазона специфичности бактериофагов. Оценку диапазона специфичности бактериофагов проводили аналогично с помощью spot-теста.

Для определения использовали музейные и эпизоотические штаммы сероваров сальмонелл гетерологичных *S. Typhimurium* и *S. Choleraesuis*, а также представителей других родов энтеробактерий.

Определение частоты возникновения фагорезистентных бактериальных мутантов. На поверхность 1,5% МПА в чашке Петри наносили 0,1 мл бактериофага с титром не менее 10^8 БОЕ/мл и равномерно распределяли шпателем до полного впитывания фага. Затем на поверхность агар с фагом наносили 0,1 мл бактериальной культуры с концентрацией не менее 10^8 КОЕ/мл и растирали по поверхности чашки шпателем. Чашки инкубировали при температуре 37 °C в течение 24 часов. Частоту возникновения фагорезистентных мутантов определяли как отношение количества фагорезистентных клонов к количеству жизнеспособных клеток бактерий в 1 мл среды.

Метод выделения и идентификации *Salmonella* spp. Исследования проводили согласно МУ 4.2.2723-10 «Лабораторная диагностика сальмонеллезов, обнаружение сальмонелл в пищевых продуктах и объектах окружающей среды». Для отнесения выделенных изолятов микроорганизмов к роду *Salmonella* изучали их ферментативные свойства с помощью тест-системы для идентификации *Enterobacteriaceae* и других неприхотливых грамотрицательных палочек ари20Е (bioMérieux SA, Франция). Изоляты сальмонелл также исследовали на бактериологическом анализаторе Sensititre (TREK Diagnostic Systems, Великобритания) с использованием тест-системы GNID, определяющей 32 ферментативные реакции для идентификации штамма. Серологическую идентификацию серовара проводили с помощью сальмонеллезных агглютинирующих сывороток «Петсал».

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Выделение бактериофагов, активных к *S. Typhimurium* и *S. Choleraesuis*. Поиск бактериофагов, активных к основным возбудителям сальмонеллеза поросят *S. Typhimurium* и *S. Choleraesuis*, проводили в образцах сточных вод, в смывах с оборудования и поверхности помещений и в пробах фекалий, отобранных в свиноводческих хозяйствах Белгородской области и Краснодарского края. В результате исследования 72 образцов было выделено 19 изолятов бактериофагов, способных лизировать культуры возбудителей сальмонеллеза свиней.

Таблица 1. Спектр литического действия бактериофагов *S. Typhimurium*
Table 1. Spectrum of lytic activity of *S. Typhimurium* bacteriophages

№ п/п	№ фага																
		1	2	3	4	5	11	12	13	14	15	17	18				
	Штамм сальмонелл																
1	<i>S. typhimurium</i> ATCC 10428	scl	scl	scl	scl	cl	-	scl	ol	cl	-	cl	scl				
2	<i>S. typhimurium</i> 38	-	cl	scl	-	cl	-	scl	cl	cl	-	scl	scl				
3	<i>S. typhimurium</i> 1626	cl	cl	cl	cl	cl	scl	cl	ol	-	scl	cl	cl				
4	<i>S. typhimurium</i> 3	scl	scl	cl	scl	scl	-	scl	cl	scl	-	cl	cl				
5	<i>S. typhimurium</i> 24	cl	cl	scl	cl	cl	-	cl	scl	-	-	scl	scl				
6	<i>S. typhimurium</i> 4/1	scl	cl	scl	-	cl	scl	ol	scl	-	-	scl	scl				
7	<i>S. typhimurium</i> Glasgow O1	scl	cl	scl	cl	cl	-	-	-	-	-	-	-				
8	<i>S. typhimurium</i> Индейка	cl	scl	scl	cl	cl	-	cl	scl	-	-	scl	scl				
9	<i>S. typhimurium</i> 6324	cl	cl	scl	-	scl	-	scl	scl	-	-	ol	t.v.				
10	<i>S. typhimurium</i> 1281	-	cl	scl	cl	cl	-	cl	scl	-	-	scl	scl				
11	<i>S. typhimurium</i> 3379	-	cl	scl	cl	cl	-	scl	ol	-	-	scl	scl				
12	<i>S. typhimurium</i> 383/2	-	scl	scl	cl	cl	-	-	-	-	-	scl	scl				
13	<i>S. typhimurium</i> 137	t.v.	t.v.	scl	scl	cl	-	-	-	-	-	scl	t.v.				
14	<i>S. typhimurium</i> 1279	-	cl	scl	scl	scl	-	scl	scl	scl	-	scl	scl				
15	<i>S. typhimurium</i> 3359	-	cl	scl	cl	cl	-	-	scl	-	-	scl	scl				
16	<i>S. typhimurium</i> 1282	-	scl	scl	scl	cl	-	-	-	-	-	scl	scl				
17	<i>S. typhimurium</i> 312	-	-	-	-	cl	-	-	-	-	-	-	-				
18	<i>S. typhimurium</i> M-2	cl	cl	cl	-	cl	ol	cl	cl	cl	-	scl	-				
19	<i>S. typhimurium</i> 371	scl	-	-	cl	cl	-	-	-	-	-	scl	-				
20	<i>S. typhimurium</i> № 3	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	scl	scl	cl	cl				
21	<i>S. typhimurium</i> Северин	scl	scl	scl	scl	cl	-	cl	cl	cl	-	scl	cl				
22	<i>S. typhimurium</i> Мос. обл. голубь	cl	scl	scl	scl	cl	-	ol	ol	ol	-	scl	scl				
23	<i>S. typhimurium</i> Габричевского	cl	scl	scl	scl	cl	-	scl	scl	scl	scl	scl	ol				
24	<i>S. typhimurium</i> «МС»	scl	scl	scl	scl	cl	-	-	-	scl	-	scl	scl				
25	<i>S. typhimurium</i> «М-9»	scl	scl	scl	cl	cl	-	scl	scl	cl	-	scl	scl				
26	<i>S. typhimurium</i> «МС»-2	ol	cl	cl	cl	cl	-	-	-	-	-	cl	cl				
27	<i>S. typhimurium</i> «Лопатникова»	scl	scl	scl	cl	cl	-	scl	-	scl	-	cl	cl				
28	<i>S. typhimurium</i> 415	scl	scl	scl	cl	cl	-	ol	-	ol	-	cl	cl				
29	<i>S. typhimurium</i> б/н, Тульская обл.	-	-	-	scl	cl	-	-	-	-	-	-	-				
30	<i>S. typhimurium</i> «Голубь»	cl	scl	scl	scl	scl	-	cl	cl	scl	-	cl	cl				
31	<i>S. typhimurium</i> «Казань»	scl	scl	scl	-	scl	-	-	-	-	-	scl	scl				
32	<i>S. typhimurium</i> H27	scl	-	-	scl	cl	-	-	-	-	-	ol	ol				

Примечания: cl, scl, ol, t.v. — степень лизиса бактериального газона культуры исследуемого штамма чистой линией бактериофага: cl — чистый полный лизис без вторичного роста бактерий, scl — полный лизис с небольшим ростом бактерий на негативном пятне, ol — лизис со значительным ростом бактерий, t.v. — отдельные мелкие негативные фага колонии на фоне пятна spot-теста; отсутствие лизиса.

Наибольшая эффективность выделения бактериофагов сальмонелл наблюдалась при исследовании образцов сточных вод и фекалий поросят.

В ряде случаев состав популяций выделенных изолятов бактериофагов был гетерогенным и представлен несколькими типами негативных колоний. В таких случаях от трех до пяти раз проводили последовательное клонирование фагов из негативных колоний до получения их однородной популяции (чистой линии).

Активность изолятов бактериофагов, полученных после клонирования в чистых линиях, составила от 10^{-2} до 10^{-7} по Аппельману, их фаголизаты содержали от $1,5 \times 10^3$ до $5,2 \times 10^7$ фаговых частиц в 1 мл.

Кроме выделенных изолятов, в исследованиях использовали пять штаммов бактериофагов (четыре фага *S. Typhimurium* и один — *S. Choleraesuis*) из коллекции лаборатории.

Определение спектра литической активности бактериофагов к *S. Typhimurium*. Результаты исследований определения спектра литической активности выделенных изолятов бактериофагов по отношению к музейным и эпизоотическим 32 штаммам *S. Typhimurium* представлены в таблице 1. Номер бактериофага определялся по моменту начала проведения исследований его свойств.

Наиболее широким литическим спектром из числа изученных обладали изоляты фагов: фаг № 5, способный лизировать все из 32 использованных в опыте штаммов *S. Typhimurium*; фаг № 3, лизирующий 87,5% штаммов; фаги № 2, 17, лизирующие 84,4% штаммов; фаг № 18, способный лизировать 71,9% штаммов.

Определение спектра литической активности бактериофагов к *S. Choleraesuis*. Результаты исследований определения спектра литической активности выделенных изолятов бактериофагов по отношению к музейным и эпизоотическим 25 штаммам *S. Choleraesuis* представлены в таблице 2. Номер бактериофага определялся по моменту начала проведения исследований его свойств.

Наиболее широким литическим спектром из числа изученных обладали изоляты фагов № 6, 7, способные лизировать 96% (24 из 25) испытанных штаммов сальмонелл серовара *S. Choleraesuis*, фаг № 22, способный лизировать 92% штаммов, фаги № 23, 24, лизирующие 88% штаммов.

Для проведения дальнейших исследований были отобраны восемь изолятов бактериофагов, обладающих наиболее широким спектром литического действия среди изученных фагов, а именно бактериофаги *S. Typhimurium* № 2, 5, 17, 18 и бактериофаги *S. Choleraesuis* № 6, 7, 22, 23.

Диапазон специфичности бактериофагов к гетерологичным сероварам сальмонелл. При определении диапазона специфичности исследуемых фагов использовали штаммы четырех серогрупп сальмонелл — O4(B), O7(C), O9(D) и O10(E), включающие серовары,

Таблица 2. Спектр литического действия бактериофагов *S. Choleraesuis*
Table 2. Spectrum of lytic activity of *S. choleraesuis* bacteriophages

№ п/п	№ фага	Штамм сальмонелл	6	7	8	9	10	16	19	20	21	22	23	24
1	<i>S. Choleraesuis</i> ATCC 10708		cl	cl	scl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl
2	<i>S. Choleraesuis</i> № 9		cl	cl	-	-	-	-	-	-	-	cl	scl	scl
3	<i>S. Choleraesuis</i> 370		-	cl	scl	-	-	-	cl	-	scl	cl	cl	cl
4	<i>S. Choleraesuis</i> 997		cl	cl	-	scl	cl	cl	scl	scl	scl	cl	cl	cl
5	<i>S. Choleraesuis</i> 964		cl	cl	-	cl	cl	ol	-	-	-	cl	cl	cl
6	<i>S. Choleraesuis</i> 2686		cl	cl	scl	scl	scl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl
7	<i>S. Choleraesuis</i> 941		cl	cl	cl	scl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl
8	<i>S. Choleraesuis</i> Kunz. Латвия		cl	cl	cl	scl	cl	cl	-	ol	ol	cl	cl	cl
9	<i>S. Choleraesuis</i> 133/11		cl	cl	cl	scl	scl	scl	-	-	-	cl	cl	cl
10	<i>S. Choleraesuis</i> 4192		cl	cl	cl	cl	cl	ol	-	-	-	scl	ol	ol
11	<i>S. Choleraesuis</i> 434		-	cl	-	scl	scl	ol	-	-	-	scl	scl	scl
12	<i>S. Choleraesuis</i> 2887		cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl
13	<i>S. Choleraesuis</i> 903		scl	-	-	-	-	-	-	-	scl	-	-	-
14	<i>S. Choleraesuis</i> 7035		cl	cl	cl	scl	scl	cl	-	cl	-	cl	cl	scl
15	<i>S. Choleraesuis</i> 23		cl	cl	scl	ol	scl	-	-	-	-	cl	cl	cl
16	<i>S. Choleraesuis</i> 1045		cl	cl	scl	scl	scl	-	-	-	-	cl	cl	scl
17	<i>S. Choleraesuis</i> 2774		cl	cl	-	ol	ol	scl	ol	-	-	cl	-	cl
18	<i>S. Choleraesuis</i> 4091		cl	cl	scl	scl	scl	ol	scl	scl	cl	-	scl	-
19	<i>S. Choleraesuis</i> 4037		cl	cl	scl	scl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl
20	<i>S. Choleraesuis</i> 852		cl	cl	cl	scl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl
21	<i>S. Choleraesuis</i> 228/2		cl	cl	scl	scl	cl	scl	scl	ol	ol	cl	cl	cl
22	<i>S. Choleraesuis</i> «Кирова»		cl	cl	cl	cl	cl	cl	scl	scl	scl	cl	cl	cl
23	<i>S. Choleraesuis</i> 200		cl	cl	-	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl
24	<i>S. Choleraesuis</i> 99/2		cl	cl	scl	scl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl	cl
25	<i>S. Choleraesuis</i> «Американский», Латвия		cl	scl	scl	scl	scl	cl	cl	scl	cl	cl	cl	cl

Примечания: cl, scl, ol, и t.v. — степень лизиса бактериального газона культуры исследуемого штамма чистой линией бактериофага: cl — чистый полный лизис без вторичного роста бактерий, scl — полный лизис с небольшим ростом бактерий на негативном пятне, ol — лизис со значительным ростом бактерий, t.v. — отдельные мелкие негативные фага-колонии на фоне пятна spot-теста; отсутствие лизиса.

наиболее часто вызывающие заболевание животных сальмонеллезом.

Изучаемые изоляты бактериофагов, помимо серовара, гомологичного штамму хозяина, были способны активно лизировать штаммы гетерологичных сероваров сальмонелл. Среди фагов *S. Typhimurium* наиболее широким спектром обладал изолят фага № 5, он был способен лизировать сальмонеллы сероваров *S. Enteritidis* (исследована чувствительность шести штаммов), *S. Dublin* (пять штаммов), *S. Abortuseqvi* (три штамма), *S. California* (один штамм), *S. Choleraesuis* (пять штаммов), *S. Infantis* (пять штаммов), *S. Anatum* (три штамма) и *S. London* (три штамма). Среди фагов *S. Choleraesuis* наиболее широким спектром обладал изолят фага № 7, он лизировал сальмонеллы сероваров *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* (исследована чувствительность пяти штаммов), *S. Gallinarum* (пять штаммов), *S. Abortuseqvi*, *S. Virchow* (два штамма).

Диапазон специфичности бактериофагов к гетерологическим видам семейства энтеробактерий. Для определения диапазона специфичности выделенных фагов по отношению к штаммам гетерологических родов семейства *Enterobacteriaceae* использовали восемь изолятов бактериофагов, упомянутых выше, и по три типовых штамма родов *Escherichia*, *Proteus*, *Citrobacter*, *Morganella*, *Klebsiella* и *Shigella*. Литического действия фагов на штаммы гетерологических родов энтеробактерий не обнаружено. Таким образом, диапазон специфичности выделенных фагов ограничен пределами рода *Salmonella*.

Определение частоты возникновения фагорезистентных бактериальных мутантов. Частота возникновения фагорезистентных форм бактериальных клеток штаммов-хозяев бактериофагов *S. Typhimurium* фага составила: для фага № 2 — $4,6 \times 10^{-8}$, для фага № 5 — $1,5 \times 10^{-9}$, для фага № 17 — $3,2 \times 10^{-9}$, для фага № 18 — $4,6 \times 10^{-8}$ резистентных клеток в 1 мл фаголизата.

Частота образования фагорезистентных форм бактериальных клеток штаммов-хозяев бактериофагов *S. Choleraesuis* была значительно выше и составила: $3,7 \times 10^{-8}$ резистентных клеток в 1 мл фаголизата для фага № 6; $5,4 \times 10^{-5}$ — для фага № 7; $4,6 \times 10^{-7}$ — для фага № 22, $3,2 \times 10^{-5}$ — для фага № 23.

Выбор штаммов бактериофагов для изготовления препарата. После сравнительного изучения свойств выделенных изолятов фагов из них отобраны четыре

штамма фагов, наиболее перспективных для изготовления экспериментального препарата: штаммы фагов № 2 и 17 *S. Typhimurium* и штаммы фагов № 6 и 22 *S. Choleraesuis*. Выбранные фаги обладали высокой активностью (10^{-8} – 10^{-9} по Аппельману), низкой частотой образования фагорезистентных форм и были способны лизировать от 84,4 до 96% штаммов основных возбудителей сальмонеллеза поросят. Помимо сероваров *S. Choleraesuis* и *S. Typhimurium*, выбранные изоляты фагов также способны эффективно лизировать ряд наиболее этиологически значимых возбудителей сальмонеллеза животных: штаммы сальмонелл сероваров *S. Enteritidis*, *S. Dublin*, *S. Abortuseqvi*, *S. California*, *S. Choleraesuis*, *S. Infantis*, *S. Anatum*, *S. Gallinarum*, *S. Virchow* и *S. London*.

Выводы/Conclusion

Создана коллекция из 24 бактериофагов, активных к основным возбудителям сальмонеллеза поросят *S. Choleraesuis* и *S. Typhimurium*. Сравнительное изучение основных биологических свойств селекционированных фагов позволило отобрать из них четыре штамма бактериофагов, соответствующих критериям выбора производственных штаммов при изготовлении препарата бактериофага для профилактики и лечения сальмонеллеза поросят. Выбранные штаммы фагов обладали высокой активностью, низкой частотой образования фагорезистентных форм бактерий, широким спектром литического действия по отношению к сероварам сальмонелл, наиболее часто вызывающих заболевания животных.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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. Лимаренко А.А., Болотский И.А., Баранников А.И. Болезни свиней. Справочник. Санкт-Петербург: Лань. 2008; 640.
2. Анализ эпизоотической ситуации по сальмонеллезу животных. Информационный бюллетень. Москва: Центр ветеринарии. 2017; 59.
3. Ленева С.В. и др. Бактериофаги как средство борьбы с сальмонеллезом и колибактериозом. Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2021; (10): 28–35. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202110004>
4. Пименов Н.В. Бактериофагия как основа для решения глобальной проблемы антибиотикорезистентности патогенных бактерий. Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2020; (1): 30–35. <https://doi.org/10.26155/vet.zoo.bio.202001004>
5. Алешкин А.В. и др. Патент RU 2 705 302 C1. Антибактериальная композиция на основе штаммов бактериофагов для профилактики или лечения сальмонеллеза и/или эшерихиоза сельскохозяйственных животных или птиц, или человека. Опубликовано 06.11.2019.
6. Greer G.G. Bacteriophage control of foodborne bacteria. *Journal of Food Protection*. 2005; 68(5): 1102–1111. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-68.5.1102>
7. Sulakvelidze A., Barrow P. Phage therapy in animals and agribusiness. Kutter E., Sulakvelidze A. (eds.) Bacteriophages: Biology and Applications. Boca Raton: CRC Press. 2005; 335–380.
8. Wall S.K., Zhang J., Rostagno M.H., Ebner P.D. Phage therapy to reduce pre-processing Salmonella infections in market-weight swine. *Applied and Environmental Microbiology*. 2010; 76(1): 48–53. <https://doi.org/10.1128/AEM.00785-09>

REFERENCES

1. Limarenko A.A., Bolotskiy I.A., Barannikov A.I. Diseases of pigs. Manual. St. Petersburg: Lan'. 2008; 640. (In Russian)
2. Analysis of the epizootic situation of salmonellosis in animals. Information bulletin. Moscow: Veterinary Center. 2017; 59. (In Russian)
3. Lenev S.V. et al. Bacteriophages as a means of fighting salmonellosis and colibacteriosis. *Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*. 2021; (10): 28–35. (In Russian) <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202110004>
4. Pimenov N.V. Bacteriophagy as a basis for solving the global problem of antibiotic resistance of pathogenic bacteria. *Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*. 2020; (1): 30–35. (In Russian) <https://doi.org/10.26155/vet.zoo.bio.202001004>
5. Aleshkin A.V. et al. Patent RU 2 705 302 C1. Antibacterial composition based on bacteriophage strains for the prevention or treatment of salmonellosis and/or escherichiosis of farm animals or birds, or humans. Published 11.06.2019. (In Russian)
6. Greer G.G. Bacteriophage control of foodborne bacteria. *Journal of Food Protection*. 2005; 68(5): 1102–1111. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-68.5.1102>
7. Sulakvelidze A., Barrow P. Phage therapy in animals and agribusiness. Kutter E., Sulakvelidze A. (eds.) Bacteriophages: Biology and Applications. Boca Raton: CRC Press. 2005; 335–380.
8. Wall S.K., Zhang J., Rostagno M.H., Ebner P.D. Phage therapy to reduce pre-processing Salmonella infections in market-weight swine. *Applied and Environmental Microbiology*. 2010; 76(1): 48–53. <https://doi.org/10.1128/AEM.00785-09>

9. Seo B.-J. *et al.* Evaluation of the broad-spectrum lytic capability of bacteriophage cocktails against various *Salmonella* serovars and their effects on weaned pigs infected with *Salmonella* Typhimurium. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2018; 80(6): 851–860. <https://doi.org/10.1292/jvms.17-0501>
10. Zhang J. *et al.* Bacteriophages as antimicrobial agents against major pathogens in swine: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2015; 6: 39. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0039-7>
11. Hooton S.P.T., Atterbury R.J., Connerton I.F. Application of a bacteriophage cocktail to reduce *Salmonella* Typhimurium U288 contamination on pig skin. *International Journal of Food Microbiology*. 2011; 151(2): 157–163. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.08.015>
12. Callaway T.R. *et al.* Evaluation of phage treatment as a strategy to reduce *Salmonella* populations in growing swine. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2011; 8(2): 261–266. <https://doi.org/10.1089/fpd.2010.0671>
13. Зурабов А.Ю., Каркищенко Н.Н., Попов Д.В., Жиленьков Е.Л., Попова В.М. Создание отечественной коллекции бактериофагов и принципы разработки лечебно-профилактических фагов препаратов. *Биомедицина*. 2012; (1): 134–138. eLIBRARY ID: 17705763
14. Сятчихина Е.Н., Набатников П.А., Коровкин С.А., Катлинский А.В., Игнатьев Г.М. Критерии отбора бактериальных штаммов и бактериофагов для формирования производственной коллекции, специфически лизирующих бактерии родов: *Klebsiella*, *Escherichia*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*. *БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение*. 2016; 16(2): 90–95. eLIBRARY ID: 26154564
15. Adams M.H. Bacteriophages. New York; London: *Interscience Publishers, Inc.* 1959; xviii + 592.

ОБ АВТОРАХ:

Сергей Васильевич Ленев,

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский государственный центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов, Звенигородское шоссе, д. 5, Москва, 123022, Россия
svlenev@vgnki.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0049-3728>

Михаил Константинович Пирожков,

доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский государственный центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов, Звенигородское шоссе, д. 5, Москва, 123022, Россия
mkpirojkov@vgnki.ru

Антон Валерьевич Моторыгин,

кандидат ветеринарных наук, заведующий лабораторией, Всероссийский государственный центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов, Звенигородское шоссе, д. 5, Москва, 123022, Россия
avmotorygin@vgnki.ru

Алсу Анваровна Галиакбарова,

научный сотрудник, Всероссийский государственный центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов, Звенигородское шоссе, д. 5, Москва, 123022, Россия
a.galiakbarova@vgnki.ru

Алексей Сергеевич Кленов,

младший научный сотрудник, Всероссийский государственный центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов, Звенигородское шоссе, д. 5, Москва, 123022, Россия
a.klenov@vgnki.ru

Надежда Сергеевна Абросимова,

научный сотрудник, Всероссийский государственный центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов, Звенигородское шоссе, д. 5, Москва, 123022, Россия
n.abrosimova@vgnki.ru

9. Seo B.-J. *et al.* Evaluation of the broad-spectrum lytic capability of bacteriophage cocktails against various *Salmonella* serovars and their effects on weaned pigs infected with *Salmonella* Typhimurium. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2018; 80(6): 851–860. <https://doi.org/10.1292/jvms.17-0501>
10. Zhang J. *et al.* Bacteriophages as antimicrobial agents against major pathogens in swine: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2015; 6: 39. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0039-7>
11. Hooton S.P.T., Atterbury R.J., Connerton I.F. Application of a bacteriophage cocktail to reduce *Salmonella* Typhimurium U288 contamination on pig skin. *International Journal of Food Microbiology*. 2011; 151(2): 157–163. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.08.015>
12. Callaway T.R. *et al.* Evaluation of phage treatment as a strategy to reduce *Salmonella* populations in growing swine. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2011; 8(2): 261–266. <https://doi.org/10.1089/fpd.2010.0671>
13. Zurabov A.Yu., Karkischenko N.N., Popov D.V., Zhilenkov E.L., Popova V.M. Creation of native bacteriophages collection and principle of treatment and prophylactic phages drug design. *Journal Biomed*. 2012; (1): 134–138. (In Russian) eLIBRARY ID: 17705763
14. Siatchikhina E.N., Nabatnikov P.A., Korovkin S.A., Katlinsky A.V., Ignatyev G.M. Selection criteria for bacterial strains and bacteriophages for the formation of industrial collection of specifically lysing bacteria: *Klebsiella*, *Escherichia*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*. *Biological Products. Prevention, Diagnosis, Treatment*. 2016; 16(2): 90–95. (In Russian) eLIBRARY ID: 26154564
15. Adams M.H. Bacteriophages. New York; London: *Interscience Publishers, Inc.* 1959; xviii + 592.

ABOUT THE AUTHORS:

Sergey Vasilevich Lenev,

Candidate of Biology Sciences, Leading Researcher
All-Russian State Center for Quality and Standardization of Medicines for Animals and Feed,
5 Zvenigorodskoe highway, Moscow, 123022,
Russia
svlenev@vgnki.ru <https://orcid.org/0000-0002-0049-3728>

Mikhail Konstantinovich Pirozhkov,

Doctor of Veterinary Sciences, Leading Researcher,
All-Russian State Center for Quality and Standardization of Medicines for Animals and Feed,
5 Zvenigorodskoe highway, Moscow, 123022, Russia
mkpirojkov@vgnki.ru

Anton Valerievich Motorygin,

Candidate of Veterinary Sciences, chef laboratory
All-Russian State Center for Quality and Standardization of Medicines for Animals and Feed,
5 Zvenigorodskoe highway, Moscow, 123022, Russia
avmotorygin@vgnki.ru

Alsu Anvarovna Galiakbarova,

Researcher,
All-Russian State Center for Quality and Standardization of Medicines for Animals and Feed,
5 Zvenigorodskoe highway, Moscow, 123022, Russia
a.galiakbarova@vgnki.ru

Alexey Sergeevich Klenov,

Junior Researcher,
All-Russian State Center for Quality and Standardization of Medicines for Animals and Feed,
5 Zvenigorodskoe highway, Moscow, 123022, Russia
a.klenov@vgnki.ru

Nadezhda Sergeevna Abrosimova,

Researcher,
All-Russian State Center for Quality and Standardization of Medicines for Animals and Feed,
5 Zvenigorodskoe highway, Moscow, 123022, Russia
n.abrosimova@vgnki.ru

М.В. Позовникова, ✉
Е.А. Романова,
О.В. Тулинова

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал Федерального исследовательского центра животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

✉ pozovnikova@gmail.com

Поступила в редакцию:
19.01.2023

Одобрена после рецензирования:
15.02.2023

Принята к публикации:
15.03.2023

Marina V. Pozovnikova,
Elena A. Romanova,
Olga V. Tulinova ✉

The All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals is a branch of the Federal Research Center of Animal Husbandry — VIZ Academician L.K. Ernst, St. Petersburg, Pushkin, Russia

✉ pozovnikova@gmail.com

Received by the editorial office:
19.01.2023

Accepted in revised:
15.02.2023

Accepted for publication:
15.03.2023

Полиморфные варианты генов CD62L и ACSL1 в связи с устойчивостью коров к маститу

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В условиях интенсивного ведения молочного скотоводства заболеваемость коров маститом продолжает оставаться актуальной проблемой. Количество соматических клеток (КСК) в молоке является селекционным показателем для улучшения состояния здоровья молочной железы коров. Изучение резистентности животных к заболеванию, в основе которой в том числе лежит и генетическая составляющая, позволит в перспективе повысить эффективность селекции. Цель работы — сравнительный анализ связи полиморфных вариантов генов ACS L1 (rs208522533) и CD62L (rs41803917 и rs41803917) с показателями молочной продуктивности и уровнем соматических клеток в молоке коров айрширской породы.

Методы. Сформирована выборка коров-первотелок айрширской породы ($n = 191$), принадлежащих одному из племенных хозяйств Ленинградской области. Генотипы животных определяли методом ПЦР-ПДРФ. Анализ частоты генотипов по rs208522533 гена ACSL1 показал, что 99% животных были носителями генотипа GG.

Результаты. Результаты исследований гена CD62L показали, что по rs41803917 определена высокая частота аллеля G (80,4%) и в среднем более 60% животных имели генотип GG. По rs109966956 гена CD62L выявлена высокая частота аллеля C (80,1%) и 64,9% животных имели генотип CC. Установлены высокие значения ПЦ по БОКСК в малочисленных группах животных с генотипом AA по rs41803917 ($p \leq 0,05$) и генотипом TT по rs109966956 ($p \leq 0,001$). Особи с генотипом AG по rs41803917 гена CD62L имели высокие показатели процентного содержания белка ($p \leq 0,05$) и низким БОКСК ($p \leq 0,05$). Полученные результаты свидетельствуют о том, что SNPs rs41803917 и rs41803917 гена CD62L можно рассматривать как потенциальные маркеры резистентности к маститу у айрширских коров.

Ключевые слова: айрширская порода, количество соматических клеток, полиморфизм, SNP

Для цитирования: Позовникова М.В., Романова Е.А., Тулинова О.В. Полиморфные варианты генов CD62L и ACSL1 в связи с устойчивостью коров к маститу. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 57–61. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-57-61>

© Позовникова М.В., Романова Е.А., Тулинова О.В.

Polymorphic variants of the CD62L and ACSL1 genes in connection with the resistance of cows to mastitis

ABSTRACT

Relevance. In conditions of intensive dairy cattle breeding, the incidence of cows with mastitis continues to be an urgent problem. The number of somatic cells (CCCs) in milk is a breeding indicator for improving the health of the mammary gland of cows. The study of animal resistance to the disease, which is based, among other things, on the genetic component, will make it possible to increase the efficiency of breeding in the future. The purpose of this work is a comparative analysis of the relationship of polymorphic variants of the ACS L1 (rs208522533) and CD62L (rs41803917 and rs41803917) genes with indicators of milk productivity and the level of somatic cells in the milk of Ayrshire cows.

Methods. A sample of first-calf cows of Ayrshire breed ($n = 191$) belonging to one of the breeding farms of the Leningrad region was formed. Animal genotypes were determined by PCR-PDRF. Analysis of the genotype frequency by rs208522533 of the ACS L1 gene showed that 99% of the animals were carriers of the GG genotype.

Results/ The results of studies of the CD62L gene showed that rs41803917 determined a high frequency of the G allele (80.4%) and on average more than 60% of animals had the GG genotype. rs109966956 of the CD62L gene revealed a high frequency of the C allele (80.1%) and 64.9% of the animals had the CC genotype. High values of BOX PC were established in small groups of animals with the AA genotype according to rs41803917 ($p \leq 0.05$) and the TT genotype according to rs109966956 ($p \leq 0.001$). Individuals with the AG genotype according to rs41803917 of the CD62L gene had high protein percentages ($p \leq 0.05$) and low BSC ($p \leq 0.05$). The results obtained indicate that SNPs rs41803917 and rs41803917 of the CD62L gene can be considered as potential markers of resistance to mastitis in Ayrshire cows.

Key words: ayrshire breed, somatic cell count, polymorphism, SNP

For citation: Pozovnikova M.V., Romanova E.A., Tulinova O.V. Polymorphic variants of the CD62L and ACSL1 genes in connection with the resistance of cows to mastitis. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 57–61. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-57-61> (In Russian).

© Pozovnikova M.V., Romanova E.A., Tulinova O.V.

Введение / Introduction

Мастит имеет полигенную природу, и в его этиологии выделяют три фактора, такие как инфекционная составляющая, окружающая среда и макроорганизм [1]. Несмотря на значительное количество исследований, остается неясным, почему при одинаковых условиях содержания в стаде одни животные остаются неинфицированными, а у заболевших течение болезни резко различается (клиническая и субклиническая форма мастита). В этом случае стоит обратить внимание на индивидуальные особенности организма, а именно на его генетический фон [2]. В связи с этим в последние годы особую актуальность приобретают исследования, направленные на выявление генетических маркеров устойчивости коров к маститу. Среди генов-кандидатов выделяют две значимые группы — гены иммунного ответа и гены, ассоциированные с качественным составом молока [3, 4]. Изучение возможных генов-кандидатов в целевых областях и генах может быть использовано для повышения точности определения QTL и геномного прогнозирования устойчивости коров к заболеванию маститом.

L-селектин, кодируемый геном *CD62L*, представляет собой трансмембранный гликопротеин I типа, основной ролью которого является регулирование трансмиграции лейкоцитов, включая нейтрофилы, к очагу воспаления [5, 6]. Повышенная экспрессия гена *CD62L* наблюдается именно на ранних стадиях инфицирования, что в значительной мере определяет прогноз течения болезни [7].

Ген *ACSL1* занимает одно из ключевых мест в регуляции синтеза ацил-КоА-синтетазы, фермента, регулирующего синтез жирных кислот в адипоцитах млекопитающих [8] и опосредованно регулирующего гомеостаз глюкозы. R. Joseph и др. (2015) показали, что нокадаун гена *ACSL1* приводит к истощению *ACSL1*, при этом изменяется экспрессия воспалительных генов (хемокинов) в дифференцированных адипоцитах, что в свою очередь приводит к снижению накопления липидов, а также снижению поглощения глюкозы адипоцитами. Исследования Y. Liang и др. (2020) показали значимые ассоциации шести SNP гена *ACSL1* на показатели молочного жира, белка и количество соматических клеток молока коров голштинской породы.

Цель работы — анализ связи полиморфных вариантов гена *ACSL1* (rs208522533) и *CD62L* (rs41803917 и rs109966956) с показателями молочной продуктивности и уровнем соматических клеток в молоке коров айрширской породы.

Материал и методы исследования / Materials and method

Выборку ($n = 191$) составили животные айрширской породы, принадлежащие одному из племенных хозяйств Ленинградской области в 2022 году. Образцы ДНК были выделены из лейкоцитов венозной крови животных общепринятым методом фенол-хлороформной экстракции. Были отобраны два потенциально функциональных SNP в гене *CD62L* (rs41803917 — экзон 4 и rs109966956 — экзон 3) [11] и один SNP в гене *ACSL1* (rs208522533 — интрон 2). Праймеры для генотипирования были подобраны в программе BLAST Ensembl [12]. При проведении ПЦП использовали праймеры следующей последовательности: для rs208522533 гена *ACSL1* F:ACCTGATGGGACCTGTGTG и R:TTCCCAGGGCAGTGATGG; для rs41803917 гена *CD62L* — F:TATCCATTCTTAACAGCCGGA и

R:TTCTTGTAACCTGGTCATGC; для rs109966956 гена *CD62L* — F:TGCAGCTACACAATTCACACTG и R:CAGGTTCCCATGGGGTTAG. ПЦП для каждого SNP проводили в термоциклере C1000 (Bio-Rad Laboratories, Inc., США) по следующему протоколу: начальная денатурация при 95 °C в течение 5 мин; 35 циклов — 95 °C, 45 с; отжиг праймеров — при 60 °C, 40 с; элонгация — при 72 °C, 40 с; финальная элонгация — при 72 °C, 5 мин. ПЦП-продукт обрабатывали эндонуклеазой рестрикции согласно протоколу фирмы-производителя (SibEnzyme Ltd., Russia). Для rs208522533 гена *ACSL1* аллель A определяли при отсутствии сайта рестрикции для *Hae* III, аллель G соответствовали фрагменты 169 п. н. и 133 п. н. Для rs41803917 гена *CD62L* аллель C определялся наличием фрагментов рестрикции размером 307 п. н. и 93 п. н., аллель T соответствовал фрагменту размером 400 п. н. (отсутствие сайта рестрикции для *Apa* I). Генотипы по rs109966956 гена *CD62L* определяли с использованием рестриктазы *Pst* I. Наличие фрагментов длиной 400 п. н. и 99 п. н. соответствовало аллелю A, при отсутствии сайта рестрикции определялся фрагмент длиной 499 п. н., который соответствовал аллелю G.

Данные по удою (кг), молочному жиру (МДЖ, %), молочному белку (МДБ, %) и количеству соматических клеток (КСК, 10^3 ед/мл) в молоке коров за первую законченную лактацию были получены из записей зоотехнического учета хозяйства в электронной базе «Селэкс». Племенная ценность (ПЦ) по изучаемым хозяйственно-полезным признакам коров рассчитана в компьютерной программе «СГС-ВНИИГРЖ» [13]. Среднее КСК за первую лактацию переводили в балльную оценку (БОКСК, балл) на основе двоичного логарифма [14]. Биометрическая обработка данных выполнена с помощью программы Statistica 10 Version 13.0 (TIBCO Software Inc., Пало-Альто, США). ANOVA выполняли при уровне значимости $p \leq 0,05$. Для определения различий средних значений переменных между анализируемыми группами применяли критерий Тьюки или Краскела — Уоллиса.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Анализ частоты генотипов и аллелей изучаемых генов показал, что по rs41803917 гена *CD62L* определена высокая встречаемость аллеля G (0,804) и более 60% животных имели генотип GG (0,639). Частота генотипа AG составила 0,330, а генотип AA определен как редкий (0,031). По rs109966956 гена *CD62L* у 64,9% особей выявлен генотип CC (0,649), а частота аллеля C составила 0,801. Встречаемость гетерозиготного генотипа TC определена на уровне 0,309. Генотип TT установлен только у восьми животных, его частота составила 0,042. Результаты генотипирования по rs208522533 гена *ACSL1* показали, что 99% животных были носителями генотипа GG (0,994) и только у одной особи выявлен гетерозиготный генотип AG (0,006). Частота аллелей была следующей: аллель G — 0,997, аллель A — 0,003.

Сравнительный анализ групп коров с разными генотипами по rs41803917 гена *CD62L* (табл. 1) показал, что молоко особей с генотипом AG отличалось высокими средними значениями абсолютного показателя процентного содержания белка и ПЦ этого признака в сравнении с особями с генотипом GG ($p \leq 0,05$). Для животных с редким генотипом AA определены высокие значения БОКСК и ПЦ по БОКСК и тенденция к снижению показателя МДБ (при $p = 0,07$) относительно животных с гетерозиготным генотипом ($p \leq 0,05$).

Таблица 1. Показатели хозяйственно полезных признаков по первой законченной лактации коров айрширской породы в зависимости от их генотипов по SNP rs41803917 гена CD62L

Table 1. Indicators of economically useful traits for the first completed lactation of Ayrshire cows depending on their genotypes for SNP rs41803917 of the CD62L gene

Показатель	Генотип		
	GG (n = 122)	AG (n = 63)	AA (n = 6)
Удой, кг	7869 ± 99	7822 ± 138	7581 ± 450
МДЖ, %	4,24 ± 0,02	4,26 ± 0,03	4,35 ± 0,11
МДБ, %	3,48 ± 0,01 ^a	3,53 ± 0,01 ^b	3,41 ± 0,05
КСК, 10 ³ ед/мл	127,39 ± 16,15	84,67 ± 22,47	253,71 ± 72,83
БОКСК, балл	2,08 ± 0,09	1,80 ± 0,13 ^a	3,01 ± 0,42 ^b
ПЦ по удою, кг	3 ± 99	-37 ± 138	-128 ± 447
ПЦ по МДЖ, %	-0,01 ± 0,02	-0,01 ± 0,03	0,002 ± 0,1
ПЦ по МДБ, %	-0,01 ± 0,01 ^a	0,04 ± 0,01 ^b	-0,06 ± 0,05
ПЦ по КСК, 10 ³ ед/мл	-4,10 ± 16,18	-44,93 ± 22,52	116,75 ± 72,97
ПЦ по БОКСК, балл	0,01 ± 0,09	-0,23 ± 0,13 ^a	0,92 ± 0,42 ^b
Число коров с БОКСК выше 3,9 балла, %	5,7	1,6	16,7
^{a-b} p ≤ 0,05			

Таблица 2. Показатели хозяйственно полезных признаков по первой законченной лактации коров айрширской породы в зависимости от их генотипов по SNP rs109966956 гена CD62L

Table 2. Indicators of economically useful traits for the first completed lactation of Ayrshire cows depending on their genotypes for SNP rs109966956 of the CD62L gene

Показатель	Генотип		
	СС (n = 124)	ТС (n = 59)	ТТ (n = 8)
Удой, кг	7835 ± 99	7878 ± 143	7748 ± 390
МДЖ, %	4,24 ± 0,02	4,26 ± 0,03	4,26 ± 0,09
МДБ, %	3,51 ± 0,01	3,48 ± 0,01	3,49 ± 0,04
КСК, 10 ³ ед/мл	112,66 ± 16,19	115,34 ± 23,47	202,91 ± 63,75
БОКСК, балл	2,02 ± 0,09 ^b	1,83 ± 0,13 ^b	3,44 ± 0,35 ^a
ПЦ по удою, кг	-20 ± 98	16 ± 142	-148 ± 387
ПЦ по МДЖ, %	-0,02 ± 0,02	0,0005 ± 0,03	-0,02 ± 0,08
ПЦ по МДБ, %	0,002 ± 0,01	0,00005 ± 0,01	0,009 ± 0,04
ПЦ по КСК, 10 ³ ед/мл	-18,45 ± 16,19	-16,17 ± 23,47	76,51 ± 63,75
ПЦ по БОКСК, балл	-0,03 ± 0,09 ^b	-0,23 ± 0,13 ^b	1,43 ± 0,35 ^a
Число коров с БОКСК выше 3,9 балла, %	4,0	1,7	37,5
^{a-b} p ≤ 0,001			

Сравнительный анализ как абсолютных значений качественных показателей, КСК и БОКСК молока коров, так и ПЦ по изучаемым признакам коров с разными генотипами по rs109966956 гена CD62L показал, что животные с генотипом ТТ имели высокие значения БОКСК и ПЦ по БОКСК в сравнении со сверстницами с генотипами СС и ТС (p ≤ 0,001).

По мнению Rainard и др. (2018), резистентность к маститу можно рассматривать как фенотипический признак вымени, определяющийся физиологическим статусом и особенностями генетики животного. Ряд генов иммунного ответа, в том числе и CD62L, ассоциирова-

ны с признаками молочной продуктивности и устойчивостью коров к маститу, а именно с содержанием соматических клеток в молоке, как основного индикатора качества молока — сырья. По данным Ateya и др. (2022), экспрессия гена CD62L в крови была значительно выше в группе коров, больных маститом.

Результаты исследований показали, что значения ПЦ по БОКСК были выше в малочисленных группах животных с генотипом АА по rs41803917 (p ≤ 0,05) и генотипом ТТ по rs109966956 (p ≤ 0,001), при этом по показателям абсолютных значений КСК не было установлено различий между анализируемыми группами животных. По данным Болгова и др. (2018), перевод абсолютных значений КСК в балльную оценку повышает точность самой оценки коров на предмет маститоустойчивости. Для оценки состояния и прогнозирования резистентности к маститу коров автор предлагает градацию, согласно которой уровень БОКСК до 3,9 балла показывает, что коровы здоровы и отличаются высокой маститоустойчивостью, 4–4,9 балла — нормальная резистентность к маститу, 5–5,9 — резистентность ниже среднего уровня, 6 и более баллов — низкая резистентность к маститу.

В исследовании у 70,3% животных средняя оценка БОКСК составила 1,72 балла, у 18,7% — 3,44 балла. В целом это свидетельствует о том, что преобладающая доля изучаемой выборки коров была свободна от мастита на протяжении первой лактации. В зависимости от генотипа относительная численность коров с БОКСК выше 3,9 балла колеблется от 1,6% и 1,7% среди животных с гетерозиготными генотипами АГ и ТС соответственно, до 16,7% и 37,5% — АА и ТТ соответственно.

Мастит, независимо от формы течения болезни, влечет за собой изменения компонентного состава молока, при этом для коров айрширской породы они менее выражены в сравнении с голштинскими коро-

вами [17]. В исследовании было показано, что особи с генотипом АГ по rs41803917 гена CD62L имели высокие показатели процентного содержания белка (p ≤ 0,05) и низкие значения по уровню БОКСК (p ≤ 0,05). В работе Dusza и др. (2018) два SNP-гена CD62L были ассоциированы с признаками молочной продуктивности у голштинско-фризских, однако не было получено данных по связи изучаемых SNP с устойчивостью коров к клиническому маститу. Как предположили авторы, это может быть объяснено в какой-то степени взаимным влиянием генов. Ген CD62L расположен на ВТА 16, которая включает QTL признаков молока [18].

Выводы / Conclusion

У коров айрширской породы выявлен низкий уровень полиморфизма гена *ACSL1* по rs208522533, при этом 99,4% особей имели генотип GG. Генотип AG по rs41803917 гена *CD62L* был ассоциирован с высокими средними показателями процентного содержания белка в молоке коров и низким БОКСК ($p \leq 0,05$), а коровы

с генотипами AA по rs41803917 и TT по rs109966956 имели высокие значения ПЦ по БОКСК в сравнении со сверстницами других генотипов ($p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$), что предполагает возможность использования SNPs гена *CD62L* (rs41803917 и rs41803917) в качестве потенциальных маркеров устойчивости к маститу у коров айрширской породы.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа проведена в рамках выполнения научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ по теме № 121052600344-8.

FUNDING

The work was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation by topic No. 121052600344-8.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Cheng W.N., Han S.G. Bovine mastitis: Risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments — A review. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. 2020; 33(11): 1699-1713. DOI:10.5713/ajas.20.0156
- Rainard P., Foucras G., Boichard D., Rupp R. Invited review: low milk somatic cell count and susceptibility to mastitis. *Journal of dairy science*. 2018; 101(8): 6703-6714. DOI:10.3168/jds.2018-14593
- Khan M.Z., Wang D., Liu L., Usman T., Wen H., Zhang R., Yu Y. Significant genetic effects of JAK2 and DGAT1 mutations on milk fat content and mastitis resistance in Holsteins. *Journal of Dairy Research*. 2019; 86(4): 388-393. DOI:10.1017/S0022029919000682
- Szyda J., Mielczarek M., Frąszczak M., Minozzi G., Williams J.L., Wojdak-Maksymiec K. The genetic background of clinical mastitis in Holstein-Friesian cattle. *Animal*. 2019; 13(10): 2156-2163. DOI:10.1017/S1751731119000338
- Alhussien M.N., Dang A.K. Potential roles of neutrophils in maintaining the health and productivity of dairy cows during various physiological and physiopathological conditions: a review. *Immunologic Research*. 2019; 67(1): 21-38. DOI:10.1007/s12026-019-9064-5
- Ivetic A. A head-to-tail view of L-selectin and its impact on neutrophil behaviour. *Cell and tissue research*. 2018; 371(3): 437-453. DOI:10.1007/s00441-017-2774-x
- Swain D.K., Kushwah M.S., Kaur M., Mohanty A.K., Dang A.K. Surface expression of *CD11b*, *CD62L*, *CD44* receptors on blood and milk neutrophils during subclinical and clinical mastitis in Sahiwal cows. *Indian Journal of Animal Sciences*. 2016; 86: 250-255.
- Soupe E., Kuypers F.A. Mammalian long-chain acyl-CoA synthetases. *Experimental biology and medicine*. 2008; 233(5): 507-521. DOI:10.3181/0710-MR-287
- Joseph R., Poschmann J., Sukarieh R., Too P.G., Julien S.G., Xu F., Stünkel W. *ACSL1* is associated with fetal programming of insulin sensitivity and cellular lipid content. *Molecular Endocrinology*. 2015; 29(6): 909-920. DOI:10.1210/me.2015-1020
- Liang Y., Gao Q., Zhang Q., Arbab A.A.I., Li M., Yang Z., Mao Y. Polymorphisms of the *ACSL1* Gene Influence Milk Production Traits and Somatic Cell Score in Chinese Holstein Cows. *Animals*. 2020; 10(12): 2282. DOI:10.3390/ani10122282
- Dusza M., Pokorska J., Makulska J., Kulaj D., Cupial M. L-selectin gene polymorphism and its association with clinical mastitis, somatic cell score, and milk production in Polish Holstein-Friesian cattle. *Czech Journal of Animal Science*. 2018; 63(7): 256-262. DOI:10.17221/96/2017-CJAS
- Hunt S.E., McLaren W., Gil L., Thormann A., Schuilenburg H., Sheppard D., Parton A., Armean I.M., Trevanion S.J., Flicek P., Cunningham F. Ensembl variation resources. Database. 2018. DOI:10.1093/database/bay119
- Сергеев С.М., Тулинова О.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015663613 Российская Федерация. Селекционно-генетическая статистика – ВНИИГРЖ : № 2015617820 : заявл. 26.08.2015: опубл. 25.12.2015; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных». EDN IRJRBR.

REFERENCES

- Cheng W.N., Han S.G. Bovine mastitis: Risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments — A review. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. 2020; 33(11): 1699-1713. DOI:10.5713/ajas.20.0156
- Rainard P., Foucras G., Boichard D., Rupp R. Invited review: low milk somatic cell count and susceptibility to mastitis. *Journal of dairy science*. 2018; 101(8): 6703-6714. DOI:10.3168/jds.2018-14593
- Khan M.Z., Wang D., Liu L., Usman T., Wen H., Zhang R., Yu Y. Significant genetic effects of JAK2 and DGAT1 mutations on milk fat content and mastitis resistance in Holsteins. *Journal of Dairy Research*. 2019; 86(4): 388-393. DOI:10.1017/S0022029919000682
- Szyda J., Mielczarek M., Frąszczak M., Minozzi G., Williams J.L., Wojdak-Maksymiec K. The genetic background of clinical mastitis in Holstein-Friesian cattle. *Animal*. 2019; 13(10): 2156-2163. DOI:10.1017/S1751731119000338
- Alhussien M.N., Dang A.K. Potential roles of neutrophils in maintaining the health and productivity of dairy cows during various physiological and physiopathological conditions: a review. *Immunologic Research*. 2019; 67(1): 21-38. DOI:10.1007/s12026-019-9064-5
- Ivetic A. A head-to-tail view of L-selectin and its impact on neutrophil behaviour. *Cell and tissue research*. 2018; 371(3): 437-453. DOI:10.1007/s00441-017-2774-x
- Swain D.K., Kushwah M.S., Kaur M., Mohanty A.K., Dang A.K. Surface expression of *CD11b*, *CD62L*, *CD44* receptors on blood and milk neutrophils during subclinical and clinical mastitis in Sahiwal cows. *Indian Journal of Animal Sciences*. 2016; 86: 250-255.
- Soupe E., Kuypers F.A. Mammalian long-chain acyl-CoA synthetases. *Experimental biology and medicine*. 2008; 233(5): 507-521. DOI:10.3181/0710-MR-287
- Joseph R., Poschmann J., Sukarieh R., Too P.G., Julien S.G., Xu F., Stünkel W. *ACSL1* is associated with fetal programming of insulin sensitivity and cellular lipid content. *Molecular Endocrinology*. 2015; 29(6): 909-920. DOI:10.1210/me.2015-1020
- Liang Y., Gao Q., Zhang Q., Arbab A.A.I., Li M., Yang Z., Mao Y. Polymorphisms of the *ACSL1* Gene Influence Milk Production Traits and Somatic Cell Score in Chinese Holstein Cows. *Animals*. 2020; 10(12): 2282. DOI:10.3390/ani10122282
- Dusza M., Pokorska J., Makulska J., Kulaj D., Cupial M. L-selectin gene polymorphism and its association with clinical mastitis, somatic cell score, and milk production in Polish Holstein-Friesian cattle. *Czech Journal of Animal Science*. 2018; 63(7): 256-262. DOI:10.17221/96/2017-CJAS
- Hunt S.E., McLaren W., Gil L., Thormann A., Schuilenburg H., Sheppard D., Parton A., Armean I.M., Trevanion S.J., Flicek P., Cunningham F. Ensembl variation resources. Database. 2018. DOI:10.1093/database/bay119
- Sergeev S.M., Tulanova O.V. Certificate of state registration of the computer program No. 2015663613 Russian Federation. Breeding and genetic statistics – RRIFAGB : No. 2015617820: application 26.08.2015 : publ. 25.12.2015; applicant Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals". EDN IRJRBR.

14. Shook G.E., Schutz M.M. Selection on somatic cell score to improve resistance to mastitis in the United States. *Journal of Dairy Science*. 1994; 77(2): 648-658. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(94)76995-2
15. Ateya A.I., Ibrahim S.S., Al-Sharif M.M. Single Nucleotide Polymorphisms, Gene Expression and Economic Evaluation of Parameters Associated with Mastitis Susceptibility in European Cattle Breeds. *Veterinary Sciences*. 2022; 9(6): 294. DOI:10.3390/vetsci9060294
16. Болгов А.Е., Комлык И.П., Гришина Н.В. Метод отбора коров и быков на резистентность к маститу по количеству соматических клеток в молоке. *Генетика и разведение животных*. 2018; 2: 123-128. DOI:10.31043/2410-2733-2018-2-123-128
17. Позовникова М.В., Лейбова В.Б., Тулинова О.В., Романова Е.А., Щербakov Ю.С. Влияние количества соматических клеток с учетом их морфологической дифференциации на компонентный состав молока коров. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2022; 6: 57-62. DOI:10.31857/S2500262722060114
18. Iso-Touru T., Sahana G., Guldbbrandtsen B., Lund M.S., Vilkkil J. Genome-wide association analysis of milk yield traits in Nordic Red Cattle using imputed whole genome sequence variants. *BMC Genetics*. 2016; 22: 17-55. DOI:10.1186/s12863-016-0363-8

14. Shook G.E., Schutz M.M. Selection on somatic cell score to improve resistance to mastitis in the United States. *Journal of Dairy Science*. 1994; 77(2): 648-658. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(94)76995-2
15. Ateya A.I., Ibrahim S.S., Al-Sharif M.M. Single Nucleotide Polymorphisms, Gene Expression and Economic Evaluation of Parameters Associated with Mastitis Susceptibility in European Cattle Breeds. *Veterinary Sciences*. 2022; 9(6): 294. DOI:10.3390/vetsci9060294
16. Bolgov A.E., Komlyk I.P., Grishina N.V. Method of selecting cows and bulls for resistance to mastitis by the number of somatic cells in milk. *Genetics and breeding of animals*. 2018; 2: 123-128 (In Russian). DOI:10.31043/2410-2733-2018-2-123-128
17. Pozovnikova M.V., Leibova V.B., Tulinova O.V., Romanova E.A., Shcherbakov Yu.S. Effect of the somatic cell count, taking into account their morphological differentiation, on the component composition of cow's milk. *Russian Agricultural Sciences*. 2022; 6: 57-62 (In Russian). DOI:10.31857/S2500262722060114
18. Iso-Touru T., Sahana G., Guldbbrandtsen B., Lund M.S., Vilkkil J. Genome-wide association analysis of milk yield traits in Nordic Red Cattle using imputed whole genome sequence variants. *BMC Genetics*. 2016; 22: 17-55. DOI:10.1186/s12863-016-0363-8

ОБ АВТОРАХ:

Марина Владимировна Позовникова,
кандидат биологических наук,
Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал Федерального исследовательского центра животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста,
Московское шоссе, д. 55А, Санкт-Петербург, Пушкин, 196601, Россия
pozovnikova@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8658-2026>

Елена Анатольевна Романова,
младший научный сотрудник,
Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал Федерального исследовательского центра животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста,
Московское шоссе, д. 55А, Санкт-Петербург, Пушкин, 196601, Россия.
splicing86@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4225-5533>

Ольга Васильевна Тулинова,
кандидат сельскохозяйственных наук,
Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал Федерального исследовательского центра животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста,
Московское шоссе, д. 55А, Санкт-Петербург, Пушкин, 196601, Россия
tulinova_59@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Marina Vladimirovna Pozovnikova,
candidate of biological sciences,
The All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals is a branch of the Federal Research Center of Animal Husbandry — VIZH named after academician L.K. Ernst,
55A Moskovskoe shosse, St. Petersburg, Pushkin, 196601, Russia
pozovnikova@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8658-2026>

Elena Anatolievna Romanova,
junior researcher
All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals - branch of the Federal Research Center for Animal Husbandry — VIZH named after academician L.K. Ernst,
55A Moscow highway, St. Petersburg, Pushkin, 196601, Russia
splicing86@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4225-5533>

Olga Vasilevna Tulinova,
Candidate of Agricultural Sciences,
All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals — branch of the Federal Research Center for Animal Husbandry — VIZH named after academician L.K. Ernst,
55A Moscow highway, St. Petersburg, Pushkin, 196601, Russia
tulinova_59@mail.ru

О.А. Грошева, ✉
С.В. Левыкин

Институт степи Уральского отделения
российской академии наук, Оренбург,
Россия

✉ Groshev06@yandex.ru

Поступила в редакцию:
17.10.2022

Одобрена после рецензирования:
15.02.2023

Принята к публикации:
15.03.2023

Olga A. Grosheva, ✉
Sergei V. Levykin

Institute of Steppe of the Ural Branch of the
Russian Academy of Sciences, Orenburg,
Russia

✉ Groshev06@yandex.ru

Received by the editorial office:
17.10.2022

Accepted in revised:
15.02.2023

Accepted for publication:
15.03.2023

Казахская белоголовая порода крупного рогатого скота: вклад ее создателя К.А. Акопяна в развитие зоотехнической науки и адаптивного животноводства

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Одним из создателей казахской белоголовой породы крупного рогатого скота, получившей широкое распространение в засушливых степях от Поволжья до Монголии, является доктор сельскохозяйственных наук К.А. Акопян. Несмотря на то что ученый внес значительный вклад в развитие российской животноводческой науки, о его новаторских достижениях не написано крупных биографических монографий, его научные труды являются библиографической редкостью. Научное наследие К.А. Акопяна требует глубокого и всестороннего анализа.

Методы. Применение проблемно-хронологического и сравнительно-исторических методов позволяет проследить отдельные важные этапы жизненного пути ученого. В качестве материала для исследования использованы опубликованные научные труды К.А. Акопяна, а также исследовательские работы, посвященные созданию казахской белоголовой породы крупного рогатого скота.

Результаты. Исследование показало, что научное наследие К.А. Акопяна уникально, а диапазон научной деятельности широк и разнообразен. Помимо создания новой ценной породы, он разработал методы ускоренного интенсивного выращивания и откорма молодняка крупного рогатого скота, рациональную систему получения высокой мясной продуктивности. Дальнейшее совершенствование казахской белоголовой породы, незаменимой для разведения в экстремальных природно-климатических условиях сухих степей и пустынь, должно быть основано на знании хозяйственно полезных, биологических, племенных качеств животных и научно обоснованных методов их улучшения.

Ключевые слова: мясное скотоводство, К.А. Акопян, крупный рогатый скот, казахская белоголовая порода, научное наследие

Для цитирования: Грошева О.А., Левыкин С.В. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 62–69. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-62-69>

© Грошева О.А., Левыкин С.В.

Kazakh white-headed breed of cattle: the contribution of its creator K.A. Akopyan to the development of zootechnical science and adaptive animal husbandry

ABSTRACT

Relevance. One of the creators of the Kazakh white-headed breed of cattle, which has become widespread in the arid steppes from the Volga region to Mongolia, is Doctor of Agricultural Sciences K.A. Akopyan. Despite the fact that the scientist made a significant contribution to the development of Russian animal science, no major biographical monographs have been written about his innovative achievements, his scientific works are a bibliographic rarity. Scientific heritage of K.A. Akopyan requires a deep and comprehensive analysis.

Methods. The use of problem-chronological and comparative-historical methods makes it possible to trace certain important stages in the life of a scientist. The published scientific works of K.A. Akopyan, as well as research work on the creation of the Kazakh white-headed breed of cattle.

Results. The study showed that Hakobyan's scientific heritage is unique, and the range of scientific activities is wide and varied. In addition to creating a new valuable breed, he developed methods for the accelerated intensive cultivation and fattening of young cattle, a rational system for obtaining high meat productivity. Further improvement of the Kazakh white-headed breed, indispensable for breeding in extreme natural and climatic conditions of dry steppes and deserts, should be based on knowledge of economically useful, biological, breeding qualities of animals and scientifically based methods for their improvement.

Key words: beef cattle breeding, K.A. Akopyan, cattle, Kazakh white-headed breed, scientific heritage

For citation: Grosheva O.A., Levykin S.V. Kazakh white-headed breed of cattle: the contribution of its creator K.A. Akopyan to the development of zootechnical science and adaptive animal husbandry. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 62–69. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-62-69> (In Russian).

© Grosheva O.A., Levykin S.V.

Введение / Introduction

Заслуженному деятелю науки РСФСР, доктору сельскохозяйственных наук К.А. Акопяну принадлежит значительная роль в развитии отечественного мясного скотоводства. Он является одним из создателей казахской белоголовой породы, которая была выведена за относительно короткий период (1930–1950 гг.) путем воспроизводительного скрещивания казахского и калмыцкого скота с производителями герефордской породы. При этом, например, выведение герефордской породы скота в условиях мягкого климата и полноценного кормления заняло около 50 лет селекционной работы.

Выбор именно этих пород для создания казахской белоголовой породы был не случайным. Широко распространенный в степях Поволжья и Казахстана казахский и калмыцкий скот был адаптирован к резко континентальным природно-климатическим условиям, а герефорды среди всех скороспелых мясных пород мира отличались высокими акклиматизационными способностями, являясь одной из лучших пастбищных пород.

В дальнейшем казахская белоголовая порода получила широкое распространение в мясном скотоводстве России и Казахстана, распространившись в засушливых степях от Поволжья до Монголии. Приспособленный для разведения в экстремальных условиях скот этой породы характеризуется не только неприхотливостью к условиям содержания и кормам, выносливостью и высокой адаптационной пластичностью, но и хорошим приростом как при откорме, так и нагуле. Об этом свидетельствуют работы К.А. Акопяна [1], А.В. Ланиной [2], Л.П. Прахова [3] и других исследователей.

Несмотря на то что К.А. Акопян внес значительный вклад в развитие российской (и особенно Оренбургской) животноводческой науки, его имя известно только в узких научных кругах. О нем и его новаторских достижениях не написано крупных биографических монографий, его научные труды не переизданы и являются библиографической редкостью. Имя ученого незаслуженно забыто.

Рис. 1. К.А. Акопян (14.03.1901–16.03.1974). 1962 г.

Fig. 1. K.A. Akopyan (03.14.1901–03.16.1974). 1962



Материал и методы исследования / Materials and method

Анализ жизни и деятельности К.А. Акопяна, а также его научного наследия проведен на основе сравнительно-исторического метода. Применение проблемно-хронологического метода позволило проследить отдельные важные этапы жизненного пути ученого.

В качестве материала для исследования в первую очередь были использованы опубликованные научные труды К.А. Акопяна: «Плановые породы крупного рогатого скота Чкаловской области» (1940) [4], «Ускоренный метод выращивания крупного рогатого скота на мясо» (1943) [5], «Нагул крупного рогатого скота» (1948) [6], «Казахский белоголовый скот на юго-востоке СССР» (1956) [1], «Основы нагула и откорма крупного рогатого скота» (1959) [7]. Отдельные стороны жизни и деятельности ученого освещены в работах Н.И. Гончарова (2006) [8], К.Б. Бозымова, Р.У. Бозымовой (2009) [9], Т.В. Судоргиной (2011) [10], В.В. Амелина, Д.Н. Денисова (2014) [11]. Важными информационными источниками также являются исследовательские работы, посвященные созданию казахской белоголовой породы крупного рогатого скота [12–14].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Согласно документам личного фонда К.А. Акопяна (фонд Р-2855), хранящимся в Объединенном государственном архиве Оренбургской области, Константин Арутюнович родился 14 марта 1901 года в селе Мирзик Ханларского района Азербайджанской ССР (рис. 1) [10]. Проучившись три года (1909–1912 гг.) в сельской школе, юноша некоторое время учился в Елизаветпольском Михайловском ремесленном училище (1912–1917 гг.), после закрытия которого в 1917 году вернулся в родную деревню. Около пяти лет занимался сельским хозяйством. В августе 1922 года был призван в армию, но через три месяца его демобилизовали как единственного кормильца в семье. В 1924 году Акопян поступил на рабфак в Гандже (ныне Гянджа), а осенью 1927-го — на зоотехнический факультет Азербайджанского сельскохозяйственного института. Весной 1929 года будущий ученый был направлен ЦК КП(б) Азербайджана в районы республики инструктором «Полеводсоюза» для организации поселковых товариществ и колхозов [9].

Через год, вернувшись в институт, К.А. Акопян из-за закрытия факультета перевелся в Московский зоотехнический институт им. В.М. Молотова (в 1936 г. объединен с Сельскохозяйственным институтом им. К.А. Тимирязева, ныне Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева), после окончания которого в 1932 году остался в аспирантуре на кафедре общей зоотехнии. Затем его направили в Институт особой аспирантуры при ВАСХНИЛ, где он проводил исследования по сравнительной гематологии скота.

В ноябре 1936 года в Москве К.А. Акопян защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по теме «Способность дойных коров разных конституционных типов к дыхательно-окислительным процессам по исследованию крови». В течение года работал научным сотрудником во Всесоюзном научно-исследовательском институте животноводства (ныне Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста), активно занимаясь исследовательской работой. Один из первых среди отечественных ученых, он изучал картины

крови крупного рогатого скота, установив связь между показателями крови и продуктивностью животных.

В октябре 1937 года молодого ученого направили в Оренбург в распоряжение Оренбургского научно-исследовательского института молочно-мясного скотоводства (ныне Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук) на должность заместителя директора по научной части. Акопян сразу включился в работу и проявил себя как ответственный, принципиальный и требовательный руководитель при решении научных и производственных вопросов. На тот момент ученому было всего 36 лет. Проработав на этой должности более 11 лет, Акопян обеспечил активную научную жизнь института.

Именно Оренбург стал для К.А. Акопяна по-настоящему родным городом, где прошла большая часть его плодотворной научной деятельности. Здесь он отошел от гематологических исследований и определил цель своей исследовательской работы — создание новой мясной породы крупного рогатого скота, приспособленной к суровым природным условиям резко континентального и засушливого климата, на основе скрещивания казахско-калмыцкой популяции с производителями герефордской породы. Этому Акопян посвятил всю свою жизнь.

Производственной базой для выведения новой породы стали мясные совхозы Западно-Казахстанской (Казахская ССР) и Оренбургской (РСФСР) областей, а центром племенной работы — племсовхоз «Анкатинский» в Западно-Казахстанской области. Одновременно с закреплением ценных (в хозяйственном отношении) признаков усиленно выращивался племенной молодняк для распространения его в других районах и областях России и Казахстана, что способствовало расширению зоны распространения новой породы скота.

Первые чистопородные герефордские быки были завезены в «Анкатинский» в 1932 году из Англии и Уругвая, а первая партия полукровных телят получена от импортных герефордов в 1933 году в результате их скрещивания с местными коровами казахско-калмыцкой популяции. Благодаря метизации повысился живой вес животных, увеличились мясные формы экстерьера, выросли способности к нагулу на естественных пастбищах.

Приступив к исследовательской деятельности по выведению отечественной мясной породы, Акопян с весны 1939 года часто и регулярно ездил из Оренбурга в племхоз «Анкатинский», преодолевая каждый раз по 350 км.

В компетенции К.А. Акопяна, как заместителя директора по научной части, был широкий круг вопросов: руководство селекционно-племенной работой в племхозах и мясных совхозах, разработка и внедрение в практику сельского хозяйства рационального использования естественных и искусственных пастбищ зеленого конвейера, позволяющего хорошо нагуливать скот, организация отгонного животноводства в области, изучение агротехники и внедрение новых культур, развитие семеноводства кормовых трав. В 1940 году за достигнутые успехи Оренбургский НИИММС был утвержден участником Всесоюзной сельскохозяйственной выставки в Москве.

С началом войны многие научно-исследовательские институты закрывались или эвакуировались на восток, но Оренбургский НИИММС приказом Наркомата зерновых и животноводческих совхозов СССР от 15 августа 1941 года не только сохранился, но и многократно увеличил объемы своих работ. Это свидетельствовало о

важности научных исследований по скороспелому мясному скотоводству.

Работы по выведению новой породы не останавливались ни на минуту. При этом штат сотрудников института к 1 сентября 1941 года уменьшился в четыре раза.

В первый год войны под руководством Акопяна были успешно проведены работы по интенсивному выращиванию и откорму молодняка в мясосовхозе им. С.М. Цвиллинга Соль-Илецкого района Чкаловской области, по выращиванию метис-герефордского маточного поголовья и племячков в племсовхозе «Анкатинский» Западно-Казахстанской области Казахстана. К концу 1945 года метизация местного низкопродуктивного скота мясными герефордами была закончена.

Большое внимание при создании новой породы уделялось отбору лучших животных, формированию из них племенных гуртов и ферм. Отбор проводился по комплексу признаков (живой массе, скороспелости, формам телосложения, молочности, воспроизводительным способностям и другим свойствам), чему способствовала ежегодная бонитировка скота.

Особое значение при выведении казахской белой имело создание хороших условий кормления и содержания скота, поэтому одновременно со скрещиванием была развернута большая работа по созданию устойчивой кормовой базы и строительству животноводческих помещений для стойлового содержания.

Важная роль отводилась закаливанию и формированию приспособленности помесного скота к суровым природным условиям резко континентального и засушливого климата. Как отмечал К.А. Акопян [1], племенные коровы и молодняк старшего возраста выпускались на пастбища сразу после весеннего таяния снега и высыхания почвы и оставались там без укрытий и навесов до глубокой осени, пока снег полностью не покрывал травостой. В пастбищный период все животные, за исключением племенных бычков, питались исключительно подножным кормом.

Усовершенствование стада на базе метизации с постоянным применением отбора и подбора позволило радикальным образом изменить тип скота и создать более продуктивных животных, которые в условиях степной зоны показывали хорошую приспособляемость и высокие нагульные качества.

Благодаря эффективной организации К.А. Акопяном племенной и зоотехнической работы, племхоз «Анкатинский» в Западно-Казахстанской области Казахской ССР, как отмечено в приказе Министерства сельского хозяйства СССР от 15 октября 1947 года № 498, стал базой по выращиванию племенной продукции скороспелого мясного скота.

К началу 1949 года всё стадо крупного рогатого скота, размещенного в мясных совхозах Чкаловской, Западно-Казахстанской, Актюбинской и Кустанайской областей, было метизировано на 94%. Работа над созданием новой породы мясного направления продолжалась. В Оренбургской области организуются новые мясосовхозы: «Уральский», «Кваркенский», им. И.В. Сталина, им. Розы Люксембург и др.

В октябре 1949 года комиссией Министерства сельского хозяйства и совхозов СССР, проводившей апробирование новой породы мясного направления, группа животных, выведенная в племхозе «Анкатинский» под руководством А.К. Акопяна, была признана ведущим ядром новой породы.

30 мая 1950 года Чкаловскому научно-исследовательскому институту молочно-мясного скотоводства

(ныне Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук) был выдан патент на селекционное достижение (рис. 2) и Советом Министров СССР утверждена новая порода крупного рогатого скота, получившая название «казахская белоголовая».

Численность поголовья новой породы к 1950 году достигла 388 тыс. Лучшие племенные стада были расположены в Чкаловской, Волгоградской, Саратовской, Западно-Казахстанской, Целиноградской, Семипалатинской, Карагандинской, Кустанайской и Актюбинской областях.

К.А. Акопян, решив задачу по выведению новой породы, продолжил новаторские исследования по изучению мясных качеств и выяснению условий, обеспечивающих наиболее экономически эффективное повышение не только мясной, но и молочной продуктивности казахской белоголовой.

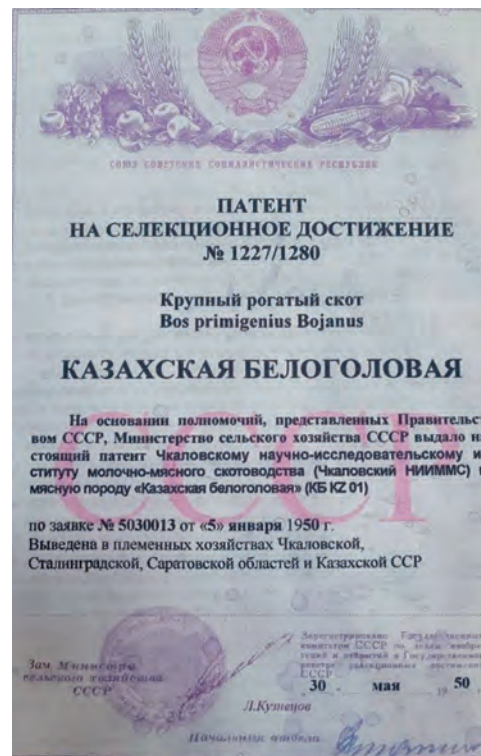
По мнению ученого, для того чтобы новая порода крупного рогатого скота была перспективной, она должна соответствовать определенным критериям: 1) превосходить по продуктивности местные породы; 2) быть достаточно многочисленной, объединяя различные типы и семейства животных; 3) проявлять высокую жизнеспособность в данных условиях существования [1].

От герефордов казахская белоголовая унаследовала мясные качества, а от калмыцкой породы — устойчивость к болезням, высокие адаптационные качества (табл. 1). Скот казахской белоголовой уникален по своим конституционно-биологическим особенностям. Он обладает высокими адаптационными свойствами и мясной продуктивностью, приспособлен к условиям резко континентального климата сухих степей и полупустынь, имеет хорошие воспроизводительные качества (табл. 2).

Отличительными особенностями казахской белоголовой породы являются неприхотливость к кормам (способны хорошо переносить недостаток и однообразие кормов при выгоении пастбищ), быстрое восстановление после тяжелых зимовок, что при средних размерах животных позволяет длительное время содержать их на естественных пастбищах в засушливых условиях степей и полупустынь. Они не только достигают большого живого веса (от 800–900 до 1300 кг), но и обладают хорошими нагульными способностями, давая высокие привесы. Хорошо развитый кожно-волосной покров и отложения резервного и защитного (от холода) жира под кожей и на внутренних органах позволяют содержать скот большую часть года без помещений. Пред-

Рис. 2. Патент на селекционное достижение № 1227/1280 на мясную породу казахская белоголовая (фото с официального сайта Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, http://fncbst.ru/?page_id=11778)

Fig. 2. Patent for breeding achievement No. 1227/1280 for the Kazakh white-headed meat breed (photo from the official website of the Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, http://fncbst.ru/?page_id=11778)



ставители данной породы имеют крепкую конституцию, выносливы и способны легко преодолевать большие расстояния (рис. 3, 4).

Говядина казахской белоголовой породы отличается высокими вкусовыми качествами, и при определенной технологии откорма можно получить мраморное мясо с высоким содержанием внутримышечного жира, что обеспечивает высокую калорийность, сочность и нежность мясных продуктов (табл. 3).

Такие свойства стали оптимальными для разведения новой породы в степных районах России, Казахстана и

Таблица 1. Основные качества казахской белоголовой породы крупного рогатого скота и пород, на основе которых она была создана

Table 1. The main qualities of the Kazakh white-headed breed of cattle and the breeds on the basis of which it was created

Породы КРС	Герефорды	Калмыцкий и казахский скот и их помеси	Казахская белоголовая порода
Положительные качества	Скороспелость. Хорошая способность к откорму и образованию мраморного мяса. Высокая скорость роста и мясная продуктивность. Препотентность (способность устойчиво передавать свои ценные качества потомству)	Устойчивость к болезням. Высокие адаптационные качества. Приспособленность к суровым условиям пастбищного содержания. Неприхотливость к кормам. Высокая жирность молока. Быстрый нагул	Высокая мясная продуктивность. Высокое качество мяса (мраморность). Устойчивость к болезням. Высокие адаптационные качества. Приспособленность к суровым условиям пастбищного содержания. Неприхотливость к кормам. Быстрый нагул. Высокая скороспелость. Выносливость. Высокие производительные качества
Отрицательные качества	Низкая приспособленность к условиям резко континентального климата сухих степей и полупустынь	Невысокая живая масса. Низкая молочная продуктивность. Медленный рост. Позднеспелость	Средний удой (ниже, чем у молочных пород, но выше стандартных требований для мясных видов коров)

Таблица 2. Средние промеры коров 5 лет и старше, принадлежащих к аборигенному казахскому скоту и казахской белоголовой породе [1]
Table 2. Average measurements of cows 5 years and older belonging to native Kazakh cattle and Kazakh white-headed breed [1]

Параметр	Промеры		Увеличение, %
	казахский аборигенный скот	казахская белоголовая порода	
Живой вес, кг	339,0	491,1	44,8
Высота в холке, см	117,2	122,5	4,5
Обхват груди за лопатками, см	32,0	44,3	38,4
Глубина груди, см	62,0	68,8	10,1
Ширина в моклоках, см	45,7	52,1	13,9
Обхват груди, см	164,0	187,5	14,3
Обхват пясти, см	16,3	19,4	16,5
Длина головы, см	43,5	46,1	5,9
Ширина лба наибольшая, см	19,6	22,6	15,3

Рис. 3. Типичная элитная корова казахской белоголовой породы

Fig. 3. A typical elite cow of the Kazakh white-headed breed



Рис. 4. Бык-производитель казахской белоголовой породы

Fig. 4. Bull-producer of the Kazakh white-headed breed



Монголии. Со временем благодаря высокой адаптационной способности и мясной продуктивности казахская белоголовая порода получила широкое распространение, только с 1950 по 1990 год поголовье новой породы выросло с 388 тыс. до 1 млн 334 тыс. В настоящее время в России казахская белоголовая порода распростране-

на в Волгоградской, Воронежской, Оренбургской, Саратовской, Самарской, Иркутской и Читинской областях, Алтайском, Ставропольском и Забайкальском краях, а также в республиках Алтай и Бурятия. Среди племенных заводов, в которых сосредоточен ценный генофонд казахской белоголовой, — СПК ПЗ «Красный Октябрь» Палласовского района Волгоградской области, фермерское хозяйство «Восток» Новоузенского района Саратовской области, СПК (колхоз) им. Апанасенко Апанасенковского района Ставропольского края, ЗАО «Комсомольский» Еравнинского района Республики Бурятия, ООО «Фарм» Целинного района Алтайского края [15].

К.А. Акопяном были разработаны рекомендации по усовершенствованию и распространению казахской белоголовой породы. Ученый пред-

лагал следующее:

- расширить зону распространения породы в других регионах, где скот позднеспелый, малопродуктивный и нуждается в качественном улучшении путем скрещивания с быками белоголовой породы;
- организовать наряду с фермами молочного направления фермы и гурты мясного белоголового скота;
- расширить сеть племенных совхозов и племенных ферм в совхозах, переведя на племенное направление ряд производственных хозяйств;
- организовать госплемяссадники казахской белоголовой породы в Семипалатинской и Сталинградской областях;
- для преобразования существующих племсовхозов («Анкатинский», «Покровский», «Броды» и др.) в образцовые хозяйства-заводы высокопродуктивного казахского белоголового скота поставить перед этими хозяйствами задачу ускоренного освоения кормовых севооборотов, строительства водоисточников и полной механизации кормодобывания;
- в целях совершенствования казахской белоголовой породы увеличить нормы расходования кормов в зимний период. Выращивание и нагул мясного скота для мясосадачи должны продолжаться до 2,5–3 лет [1].

К сожалению, некоторые положения ценных рекомендаций К.А. Акопяна со временем были утрачены и забыты.

Длительная целенаправленная работа большого коллектива научных сотрудников, специалистов и работников животноводства по созданию отечественной мясной породы получила высокую оценку правительства. В марте 1951 года Постановлением Совета Министров СССР за выведение новой породы крупного рогатого скота была присуждена Сталинская премия I степени К.А. Акопяну и 13 другим научным работникам и практикам сельского хозяйства, среди них — директор племенного совхоза «Броды» П.Е. Жорноклей, кандидат сельскохозяйственных наук (Оренбургский НИИММС) С.Я. Дудин, старшие научные сотрудники Института животноводства Казахского филиала ВАСХНИЛ Б.М. Мусин, М.Ф. Гордиенко, Н.З. Галиакбаров, старший зоотехник П.Ф. Мельниченко, старший скотник племенного совхоза «Чалобай» Ж. Чикимбаев, директор Б.В. Бай, старший гуртоправ племенного совхоза «Бал-

кашинский» К. Жувасов, специалисты совхоза «Карагандинский» А.В. Ланина, А.А. Хлатин, старший гуртоправ племхоза «Анкатинский» У. Мусин, заместитель министра совхозов Казахской ССР В.Я. Субботин.

Заслуги К.А. Акопяна признаны на самом высоком уровне. К диплому лауреата Сталинской премии в 1954 году добавлены орден «Знак Почета», медаль «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», а также Большая серебряная медаль и Почетная грамота Всесоюзной сельскохозяйственной выставки.

К.А. Акопян написал много статей, в 1956 году вышла его книга «Казахский белоголовый скот на юго-востоке СССР».

11 апреля 1956 года ученый успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Казахская белоголовая порода крупного рогатого скота на юго-востоке и методы ее выведения» во Всесоюзном научно-исследовательском институте животноводства в Москве. 12 января 1957 года К.А. Акопяну присвоили ученую степень доктора сельскохозяйственных наук.

В 1958 году К.А. Акопян перешел в Оренбургский сельскохозяйственный институт на должность профессора кафедры частной зоотехнии (рис. 5). 21 февраля 1959 года ученому было присвоено звание профессора по специальности «крупнорогатый скот», а в 1961-м — почетное звание «Заслуженный деятель науки РСФСР». С 1961 года профессор К.А. Акопян — заведующий кафедрой крупного животноводства зоотехнического факультета Оренбургского сельскохозяйственного института. В 1973 году, когда ему было уже более 70 лет, перешел на должность профессора-консультанта (на этой же кафедре). Ученый активно занимался общественной работой: трижды избирался депутатом Оренбургского городского Совета, был членом правления местного отделения общества «Знание».

К.А. Акопян умер 16 марта 1974 года в Оренбурге, прожив 73 года.

К.А. Акопян оставил уникальное научное наследие в виде фундаментальных книг, статей. Всего он опубликовал более 80 научных работ, в том числе 7 книг, среди них — «Плановые породы крупного рогатого скота Чкаловской области» (1940), «Ускоренный метод выращивания крупного рогатого скота на мясо» (1943), «Казахский белоголовый скот на юго-востоке СССР» (1956), «Основы нагула и откорма крупного рогатого скота» (1959). Работы ученого отличаются оригинальностью, научной новизной, полнотой, объективностью и аргументированностью доводов.

Обладая организаторским даром, К.А. Акопян сумел сформировать сплоченную команду единомышленников по созданию новой

Таблица 3. Основные убойные показатели казахской белоголовой породы и аборигенной казахской породы [1]

Table 3. The main slaughter indicators of the Kazakh white-headed breed and the native Kazakh breed [1]

Порода	Предубойный живой вес, кг	Туша		Внутренний жир		Кожа		Убойный выход	
		кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Казахская белоголовая	425	209,0	49,2	26,0	6,1	26,4	6,2	235,0	55,3
Казахская	308	144,8	47,0	20,7	6,7	19,8	6,4	165,5	53,7
Разница в пользу казахской белоголовой	117	64,2	2,2	5,3	-	6,6	-	69,5	1,6

мясной породы, наиболее эффективной в экстремальных природно-климатических условиях степной и полупустынной зон. Это был глубоко преданный своему делу человек, заботливый, отзывчивый, ценивший и уважавший людей, с которыми работал рядом.

К.А. Акопян активно сочетал научную работу с производством, уделяя особое внимание созданию кормовой базы, подчеркивая, что фактор обильного питания является решающим в разведении мясных пород. Он разработал методы дешевого нагула и откорма для получения ускоренным путем первосортной говядины, прилагал все силы к тому, чтобы они применялись в тяжелые годы войны в колхозах и совхозах Чкаловской, Западно-Казахстанской и Актыбинской областей.

Таким образом, помимо создания новой породы, К.А. Акопян стал пионером в разработке методов ускоренно-интенсивного выращивания и откорма молодняка крупного рогатого скота. Ученый поставил задачу выращивания бычков на мясо в условиях сухой степи на местных грубых кормах без использования концентратов: зимой — на сене с небольшим количеством силоса из дикорастущих трав, летом — на естественных

Рис. 5. Автор казахской белоголовой породы профессор К.А. Акопян (слева). Фото с официального сайта Оренбургского государственного аграрного университета (<https://orensau.ru/ovuze/vizitka/2011-06-24-05-19-40>)

Fig. 5. The author of the Kazakh white breed, Professor K.A. Hakobyan (left). Photo from the official website of the Orenburg State Agrarian University (<https://orensau.ru/ovuze/vizitka/2011-06-24-05-19-40>)



выпасах. Он стремился путем более рационального использования естественных пастбищ получить высокие привесы, используя все возможности для повышения производительности животных в степях.

Ученый доказал, что правильная организация выпасов при максимальном использовании степной растительности с применением обильного водопоя обеспечивает повышение мясной продуктивности скота. Он говорил о необходимости знаний о степном травостое по периодам пастбищного содержания, отмечал, что значительная часть растений заканчивает свою вегетацию в раннем периоде, а другая часть — в позднем: ковыльно-типчаковые травы питательны в мае — июне, злаково-пырейные и разнотравье — в июле, белопольные и некоторые кохлиевые — в октябре — ноябре. Так, в 1944 году в племхозе «Анкатинский» с 30 сентября по 18 декабря добились 15–20 кг общего привеса на одну голову благодаря пастыбе на солонцеватых почвах с использованием полынных и кохлиевых ассоциаций.

На основе проведенных исследований по организации нагула и откорма К.А. Акопяном была разработана рациональная система получения высокой мясной продуктивности от молодняка крупного рогатого скота в период как зимнего, так и летнего содержания при относительно небольших затратах труда и средств.

Выводы / Conclusion

Диапазон научной деятельности К.А. Акопяна был широк и разнообразен. Его научное наследие уникально.

Казахская белоголовая порода крупного рогатого скота, одним из основных создателей которой является К.А. Акопян, начала свое триумфальное распространение с 50-х годов XX столетия от десятков экспериментальных животных в специализированных хозяйствах до миллиона голов на обширных территориях, особенно в

засушливых регионах российского Заволжья и Южного Урала, Казахстана, Узбекистана и Монголии. Таким образом, благодаря научным достижениям в области скороспелого мясного скотоводства страна получила миллионы тонн мяса говядины, что привело к улучшению продовольственного обеспечения населения.

Созданная для разведения в экстремальных природно-климатических условиях сухих степей и пустынь казахская белоголовая порода крупного рогатого скота, получив широкое распространение в мясном скотоводстве России, внесла весомый вклад в развитие зоотехнической науки и адаптивного животноводства. Ценные племенные стада казахской белоголовой породы сохранены в ООО ПЗ «Димитровский» и ОНО ОПХ «Буртинское» Оренбургской области, СПК ПЗ «Красный Октябрь» Волгоградской области и ряда других областей России. В них проводятся работы по породному улучшению и сохранению ценных чистопородных животных.

В основе дальнейшего совершенствования породы с помощью научно обоснованных методов должны лежать знания хозяйственно полезных, биологических, племенных качеств животных. В связи с этим в современных экономических условиях проблема повышения производства говядины на базе использования хозяйственных и биологических особенностей животных казахской белоголовой породы, в создании которой активное участие принимал К.А. Акопян, имеет важное теоретическое и практическое значение.

На тему казахской белоголовой породы написаны книги и статьи, защищены кандидатские и докторские диссертации. Но сегодня новое поколение ученых должно знать имена тех, кто стоял у истоков новой породы, и среди них — великий ученый-новатор, зоотехник-селекционер К.А. Акопян, один из создателей скороспелой мясной породы — казахской белоголовой.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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. Акопян К.А. Казахский белоголовый скот на юго-востоке СССР. Чкалов. 1956; 116.
2. Ланина А.В. Мясное скотоводство. Москва. 1973; 280.
3. Прахов Л.П. Казахская белоголовая порода. Челябинск. 1975; 149.
4. Акопян К.А., Астафьев В.Е., Левантин Д.Л. Плановые породы крупного рогатого скота Чкаловской области. Чкалов. 1940; 90.
5. Акопян К.А. Ускоренный метод выращивания крупного рогатого скота на мясо. Чкалов. 1943; 28.
6. Акопян К.А. Нагул крупного рогатого скота. Чкалов. 1948; 16.
7. Акопян К.А. Основы нагула и откорма крупного рогатого скота. Оренбург. 1959; 32.
8. Гончаров Н.И. Исследователи. Как создавалась казахская белоголовая порода скота. Оренбург. 2006; 182.
9. Бозымов К.Б., Бозымова Р.У. Казахская белоголовая порода скота. Москва. 2009; 332.
10. Судоргина Т.В. Документы личного фонда заслуженного деятеля науки РСФСР, доктора сельскохозяйственных наук Константина Арутюновича Акопяна, хранящиеся в облгосархиве. *Армяне в Оренбуржье: история и современность. Сборник материалов научно-практической конференции.* Оренбург. 2011; 49–53.
11. Амелин В.В., Денисов Д.Н. Армяне в Оренбургском крае. Оренбург. 2014; 126.

REFERENCES

1. Akopyan K.A. Kazakh white-headed cattle in the South-East of the USSR. Chkalov. 1956; 116. (In Russian)
2. Lanina A.V. Beef cattle breeding. Moscow. 1973; 280. (In Russian)
3. Prakhov L.P. Kazakh white-headed breed. Chelyabinsk. 1975; 149. (In Russian)
4. Akopyan K.A., Astafiev V.E., Levantin D.L. Planned breeds of cattle in the Chkalovsk region. Chkalov. 1940. 90. (In Russian)
5. Akopyan K.A. Accelerated method of rearing cattle for meat. Chkalov. 1943; 28. (In Russian)
6. Akopyan K.A. Feeding cattle. Chkalov. 1948; 16. (In Russian)
7. Akopyan K.A. Fundamentals of feeding and fattening cattle. Orenburg. 1959; 32. (In Russian)
8. Goncharov N.I. Researchers. How the Kazakh white-headed breed of cattle was created. Orenburg. 2006; 182. (In Russian)
9. Bozymov K.B., Bozymova R.U. Kazakh white-headed breed of cattle. Moscow. 2009; 332 (In Russian)
10. Sudorgina T.V. Documents of the personal fund of the Honored Scientist of the RSFSR, Doctor of Agricultural Sciences Konstantin Arutyunovich Akopyan, stored in the regional state archive. *Armenians in the Orenburg region: history and modernity. Collection of proceedings of the scientific-practical conference.* Orenburg. 2011; 49–53. (In Russian)
11. Amelin V.V., Denisov D.N. Armenians in the Orenburg Territory. Orenburg. 2014; 126. (In Russian)

12. Мирошников С.А., Макаев Ш.А. Отбор генотипов с желательными параметрами продуктивности казахского белоголового скота. *Вестник мясного скотоводства*. 2012; (4): 13–20. eLIBRARY ID: 18323903

13. Каюмов Ф.Г. Мясное скотоводство: отечественные породы и типы, племенная работа, организация воспроизводства стада. Москва. 2014; 216.

14. Макаев Ш.А., Рысаев А.Ф., Гонтюрев В.А. Характеристика зоны размещения и численность казахского белоголового скота. *Вестник мясного скотоводства*. 2015; (1): 26–30. eLIBRARY ID: 23181389

15. Хайнацкий В.Ю., Гонтюрев В.А., Джуламанов К.М., Искандерова А.П., Тюлебаев С.Д. Казахская белоголовая – первая отечественная специализированная порода мясного скота. *Молочное и мясное скотоводство*. 2020; (2): 7–10. <https://doi.org/10.33943/MMS.2020.98.89.002>

12. Miroshnikov S.A., Makaev Sh.A. Selection of genotypes with desirable productivity parameters of Kazakh white-headed cattle. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2012; (4): 13–20. (In Russian) eLIBRARY ID: 18323903

13. Kayumov F.G. Beef cattle breeding: domestic breeds and types, breeding work, organization of herd reproduction. Moscow. 2014; 216. (In Russian)

14. Makaev Sh.A., Rysaev A.F., Gontyurev V.A. Characteristics of the accommodation zone and the number of Kazakh white-headed cattle. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2015; (1): 26–30. (In Russian) eLIBRARY ID: 23181389

15. Hainatski V.Yu., Gontyurev V.A., Dzhulamanov K.M., Iskanderova A.P., Tyulebaev S.D. The Kazakh white-headed breed - the first domestic specialized a breed of beef cattle. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2020; (2): 7–10. (In Russian) <https://doi.org/10.33943/MMS.2020.98.89.002>

ОБ АВТОРАХ:

Ольга Алексеевна Грошева,

кандидат географических наук, старший научный сотрудник отдела степеведения и природопользования, Институт степи Уральского отделения РАН, ул. Пионерская, 11, Оренбург, 460000, Россия
Groshev06@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5858-0277>

Сергей Вячеславович Левыкин,

доктор географических наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом степеведения и природопользования, Институт степи Уральского отделения РАН, ул. Пионерская, 11, Оренбург, 460000, Россия
<https://orcid.org/0000-0003-0949-9939>

ABOUT THE AUTHORS:

Olga Alekseevna Grosheva,

Candidate of Geographical Sciences, senior researcher of the department of steppe studies and nature management, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 11 Pionerskaya str., Orenburg, 460000, Russia
Groshev06@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5858-0277>

Sergei Vyacheslavovich Levykin,

Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, leading researcher, of the department of steppe studies and nature management, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 11 Pionerskaya str., Orenburg, 460000, Russia
<https://orcid.org/0000-0003-0949-9939>

А.А. Белооков¹, ✉
О.В. Белоокова¹,
С.С. Стволов¹,
С.А. Гриценко¹,
М.Б. Ребезов^{2, 3},
М.А. Зяблицева⁴

¹ Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия

² Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

³ Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

⁴ Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск, Россия

✉ belookov@yandex.ru

Поступила в редакцию:
03.11.2022

Одобрена после рецензирования:
15.02.2023

Принята к публикации:
10.03.2023

Alexey A. Belookov¹, ✉
Oksana V. Belookova¹,
Stanislav S. Stvolov¹,
Svetlana A. Gritsenko¹,
Maksim B. Rebezov^{2, 3},
Maria A. Zyablitseva⁴

¹ South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia

² Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

³ V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

⁴ Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia

✉ belookov@yandex.ru

Received by the editorial office:
03.11.2022

Accepted in revised:
15.02.2023

Accepted for publication:
10.03.2023

Оценка мясных качеств помесного молодняка свиней разной селекции

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Для обеспечения рентабельности производства необходимо использовать определенные схемы скрещивания свиней разных пород, так как выбор правильной схемы скрещивания может существенно повлиять на конечный результат. Помесные животные за счет эффекта гетерозиса превосходят по продуктивным качествам исходные материнскую и отцовские породы. Представлена оценка мясных качеств помесного молодняка свиней, полученного в результате промышленного трехпородного скрещивания.

Методы. Для реализации научно-хозяйственного опыта были сформированы три группы свиноматок параналогов крупной белой породы от компании Hypor (КБ Hypor). Свиноматок 1-й группы скрестили с хряками породы ландрас от компании PIC (Landrace Pic), 2-й — с хряками породы ландрас от компании Genesus Genetics (Landrace Genesus), 3-й — с хряками породы ландрас от компании Hypor (Landrace Hypor), в результате были получены двухпородные помеси (F1). Далее полученных помесных свиноматок (F1) 1-й, 2-й и 3-й опытных групп скрестили с хряками породы дюрок от компании Genesus Genetics, в результате получили товарный молодняк (F2).

Результаты. Самая высокая предубойная живая масса была получена от животных 1-й группы (125,12 кг). Это больше, чем во 2-й и 3-й опытных группах, соответственно, на 5,8% и 4,0%. Достоверно наивысшая убойная масса была в 1-й группе (93,51 кг), а наименьшая — во 2-й (87,8 кг). Больше всего мяса было получено от животных 1-й группы — 62,85 кг ($p \leq 0,05$). Это выше, чем во 2-й и 3-й опытных группах, соответственно, на 8,2% и 5,9%.

Ключевые слова: свиноводство, порода, мясная продуктивность, поросята, межпородное скрещивание

Для цитирования: Белооков А.А. и др. Оценка мясных качеств помесного молодняка свиней разной селекции. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 70–74. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-70-74>

© Белооков А.А., Белоокова О.В., Стволов С.С., Гриценко С.А., Ребезов М.Б., Зяблицева М.А.

Evaluation of meat qualities of crossbred young pigs of different breeding

ABSTRACT

Relevance. To ensure the profitability of production, it is necessary to use certain schemes for crossing pigs of different breeds. Since the choice of the correct crossing scheme can significantly affect the final result. Crossbred animals, due to the effect of heterosis, are superior in productive qualities to the original maternal and paternal breeds. The paper presents an assessment of the meat qualities of local young pigs obtained as a result of industrial three-breed crossing.

Methods. To implement the scientific and economic experience, three groups of sows of pairs-analogues of a large white breed from the company Hypor (KB Hypor) were formed. Sows of the 1st group were crossed with boars of the Landrace breed from PIC (Landrace Pic), the 2nd — with boars of the Landrace breed from Genesus Genetics (Landrace Genesus), the 3rd — with boars of the Landrace breed from Hypor (Landrace Hypor), as a result, two-breed crossbreeds (F1) were obtained. Further, the obtained crossbred sows (F1) of the 1st, 2nd and 3rd experimental groups were crossed with boars of the Duroc breed from Genesus Genetics, as a result, they received commercial young (F2).

Results. The highest pre-slaughter live weight was obtained from animals of the 1st group (125.12 kg). This is more than in the 2nd and 3rd experimental groups, respectively, by 5.8% and 4.0%. Significantly, the highest slaughter weight was in the 1st group (93.51 kg), and the lowest — in the 2nd (87.8 kg). Most of the meat was obtained from animals of the 1st group — 62.85 kg ($p \leq 0.05$). This is higher than in the 2nd and 3rd experimental groups, respectively, by 8.2% and 5.9%.

Key words: pig breeding, breed, meat productivity, piglets, interbreeding

For citation: Belookov A.A. et al. Evaluation of meat qualities of crossbred young pigs of different breeding. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 70–74. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-70-74> (In Russian).

© Belookov A.A., Belookova O.V., Stvolov S.S., Gritsenko S.A., Rebezov M.B., Zyablitseva M.A.

Введение / Introduction

Современные промышленные технологии производства свинины позволяют максимально реализовать генетический потенциал животных, поэтому решающий фактор для повышения их продуктивности — грамотная селекция [1–6].

В связи с тем что чистопородные животные уступают по показателям продуктивности помесям, в современном промышленном свиноводстве используется двух- или трехпородное скрещивание свиней [7–10].

Многолетний опыт исследований показывает, что скрещивание в свиноводстве является экономически оправданным. Промышленное скрещивание улучшает воспроизводительные и продуктивные качества помесей, что повышает экономическую эффективность производства.

Для обеспечения рентабельности производства необходимо использовать определенные схемы скрещивания свиней разных пород, так как выбор правильной схемы скрещивания может существенно повлиять на конечный результат.

Помесные животные за счет эффекта гетерозиса превосходят по продуктивным качествам исходные материнскую и отцовские породы [11–15].

Цели работы — получение помесного молодняка свиной разной селекции и оценка его мясных качеств.

Материал и методы исследования / Materials and method

Научно-хозяйственный опыт был проведен в марте — ноябре 2022 г. в условиях свиноводческого комплекса ОСП СК «Ромкор» (Троицкий район, Челябинская область, Россия).

Для реализации научно-хозяйственного опыта с учетом ортогональности и репрезентативности была сформирована опытная популяция свиноматок крупной белой породы от компании Нурор, из которой сформированы три идентичные группы по 15 голов, которых спарили с хряками породы ландрас (1-я отцовская) от компаний Нурор (1-я группа), PIC (2-я группа), Genesus Genetics (3-я группа), в результате были получены двухпородные гибриды (F1). Полученных гибридных свиноматок (F1) 1-й, 2-й и 3-й опытных групп скрестили с хряками породы дюрок (2-я отцовская) от компании Genesus Genetics, в результате получили товарный молодняк (F2) разной селекции

1-я группа	Нурор — Нурор	x	Genesus Genetics
2-я группа	Нурор — PIC	x	Genesus Genetics
3-я группа	Нурор — Genesus Genetics	x	Genesus Genetics

который оценили по продуктивным качествам. При этом учитывались убойная масса, убойный выход, масса парной и охлажденной туши, толщина шпика, площадь мышечного глазка, морфологический состав туши в соответствии с требованиями ГОСТ Р 57879-2017 «Животные племенные сельскохозяйственные. Методы определения параметров продуктивности свиней».

Сравнительный анализ мясных качеств молодняка ($n = 3$) проведен в условиях мясоперерабатывающего комплекса ООО «Ромкор» в соответствии с требованиями технологиче-

ского регламента предприятия (Еманжелинский район, Челябинская область, Россия). Средства измерения, используемые в исследованиях, были проверены ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Челябинской области» (Челябинск, Россия). Материалы исследований были обработаны по методу вариационной статистики на ПК с использованием программного обеспечения Microsoft Office (США) и определением критерия достоверности по Стьюденту при трех уровнях вероятности. Значимость различий была установлена на уровне $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В ходе исследований был проведен контрольный убой молодняка (по три головы из каждой группы) (табл. 1).

Из представленных данных в таблице 1 видно, что самая высокая предубойная живая масса была получена от животных 1-й опытной группы — 125,12 кг. Это больше на 6,82 кг (5,8%), чем во 2-й опытной, и на 4,82 кг (4,0%), чем в 3-й опытной. Достоверно наивысшая убойная масса также была в 1-й опытной группе (93,51 кг), а наименьшая — во 2-й опытной (87,8 кг).

Убойный выход колебался от 74,22% во 2-й опытной группе до 74,74% в 1-й опытной. Масса парной (90,04 кг) и охлажденной (88,04 кг) туши наибольшей также была в 1-й опытной, а наименьшая — во 2-й опытной группе — 85,07 и 82,95 кг соответственно.

Сравнительный анализ мясных качеств молодняка свиней представлен в таблице 2.

Из данных таблицы 2 видно, что наименьшая длина туши молодняка была во 2-й опытной группе (94,01 см), а наибольшая — в 1-й опытной (108,34 см), разница составила 14,33 см (15,2%).

Наиболее точный метод оценки мясосальных качеств свинины предполагает определение в ней толщины шпика и площадь «мышечного глазка». Толщина шпика в области 6–7-го грудных позвонков минимальной была во 2-й опытной группе (24,17 мм), а максимальной — в 1-й (25,99 мм). Площадь «мышечного глазка» минимальной была у молодняка 2-й опытной группы (30,59 см²), а максимальной — 1-й опытной группы (35,56 см²).

Таким образом, по совокупности полученных результатов наилучший результат по мясным качествам был получен от животных 1-й опытной группы, что обусловлено оптимальным сочетанием родительских пар.

Обвалка полутуш свиней позволила установить абсолютное и относительное количество основных тканей организма. Результаты обвалки в разрезе групп представлены на рисунке 1 и в таблице 3.

Таблица 1. Показатели убоя животных, $n = 3$ ($\bar{X} \pm \bar{S}_x$)
Table 1. Indicators of animal slaughter, $n = 3$ ($\bar{X} \pm \bar{S}_x$)

Показатель	Группа		
	1-я	2-я	3-я
Предубойная живая масса, кг	125,12 $\pm$ 1,17	118,30 $\pm$ 2,8	120,30 $\pm$ 1,48
Убойная масса, кг	93,51 $\pm$ 0,79*	87,80 $\pm$ 2,14	89,47 $\pm$ 1,00
Убойный выход, %	74,74 $\pm$ 0,07*	74,22 $\pm$ 0,10	74,37 $\pm$ 0,09
Масса парной туши, кг	90,04 $\pm$ 0,85*	85,07 $\pm$ 2,09	86,48 $\pm$ 0,96
Масса охлажденной туши, кг	88,04 $\pm$ 0,91*	82,95 $\pm$ 2,05	84,32 $\pm$ 0,89

Примечание: * — $p \leq 0,05$ по отношению к 3-й группе

Таблица 2. Мясные качества свиней, $n = 3 (\bar{X} \pm \bar{S}_x)$

Table 2. Meat qualities of pigs, $n = 3 (\bar{X} \pm \bar{S}_x)$

Показатель	Группа		
	1-я	2-я	3-я
Длина туши, см	108,34 ± 5,38	94,01 ± 3,60	102,51 ± 3,89
Толщина шпика над 6–7-м грудными позвонками, мм	25,99 ± 0,72	24,17 ± 0,41	24,86 ± 0,80
Площадь «мышечного глазка», см ²	35,56 ± 2,27	30,59 ± 1,16	32,87 ± 1,52
Масса задней трети полутуши, кг	14,19 ± 0,47	13,32 ± 0,46	13,51 ± 0,23

Таблица 3. Морфологический состав туш свиней, $n = 3 (\bar{X} \pm \bar{S}_x)$

Table 3. Morphological composition of pig carcasses, $n = 3 (\bar{X} \pm \bar{S}_x)$

Показатель		Группа		
		1-я	2-я	3-я
Масса охлажденной туши, кг		88,40 ± 0,91*	82,95 ± 2,05	84,32 ± 0,89
Мясо	кг	62,85 ± 0,18*	58,11 ± 1,01	59,37 ± 1,04
	%	71,11 ± 0,66	70,08 ± 0,60	70,41 ± 4,44
Жир-сырец	кг	13,17 ± 0,10	12,49 ± 0,47	12,62 ± 0,22
	%	14,90 ± 0,20	15,05 ± 0,24	14,96 ± 0,20
Кость	кг	12,38 ± 0,87	12,35 ± 0,61	12,34 ± 0,76
	%	13,98 ± 0,85	14,87 ± 0,38	14,64 ± 0,94

Примечания: * — $p \leq 0,05$ по отношению к 3-й группе

Рис. 1. Морфологический состав туш свиней

Fig. 1. Morphological composition of pig carcasses

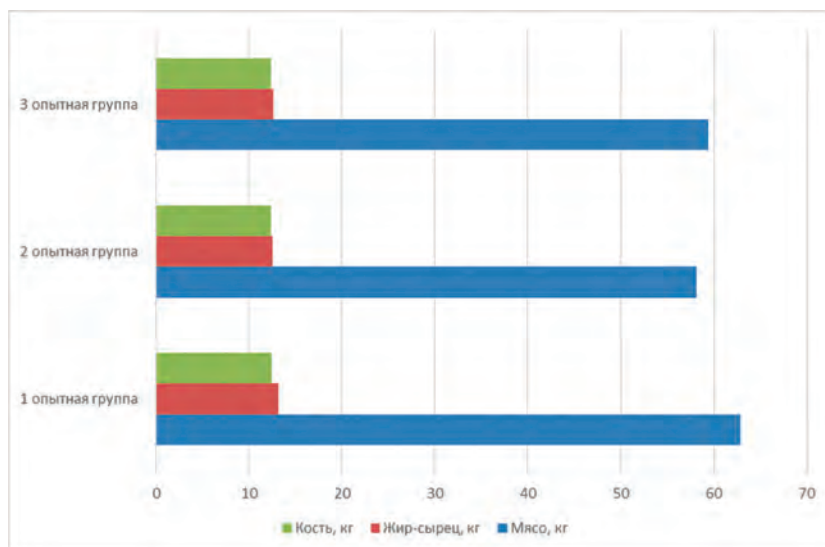


Таблица 4. Соотношение видов продукции, полученной от разделки свиных туш, $n = 3 (\bar{X} \pm \bar{S}_x)$

Table 4. The ratio of the types of products obtained from the butchering of pork carcasses, $n = 3 (\bar{X} \pm \bar{S}_x)$

Показатель	Группа		
	1-я	2-я	3-я
Индекс мясности (мясо — кость)	5,13 ± 0,38	4,72 ± 0,16	4,86 ± 0,38
Индекс постности (мясо — жир)	4,77 ± 0,03	4,66 ± 0,11	4,71 ± 0,02
Выход мяса на 100 кг предубойной живой массы, кг	50,23	49,12	49,35

Из данных рисунка 1 видно, что достоверно больше всего мяса было получено от животных 1-й опытной группы — 62,85 кг ($p \leq 0,05$), что составляет 71,11% от массы охлажденной туши, а меньше всего — от молодняка 2-й опытной группы (58,11 кг, или 70,08%).

Масса жира-сырца в туше свиней 1-й опытной группы составила 13,17 кг (14,9%), 2-й — 12,49 кг (15,05%), 3-й — 12,62 кг (14,96%). При этом масса костей в тушах свиней была практически одинаковой и колебалась от 12,34 кг в 3-й опытной группе до 12,38 кг в 1-й. Однако в процентном соотношении больше всего костей в туше было у животных 2-й опытной группы (14,87%), а меньше — в 1-й (13,98%).

Наиболее полно характеризуют выход продукции от разделки свиных туш индексы мясности и постности (табл. 4).

Соотношение видов продукции, полученной от разделки свиных туш, показывает, что наибольший индекс мясности был в 1-й опытной группе (5,13). Это на 8,7% больше, чем во 2-й, и на 5,5% — чем в 3-й. Аналогичная картина наблюдалась по индексу постности.

Выход мяса на 100 кг предубойной живой массы наибольшим был в 1-й опытной группе — 50,23 кг. Это на 2,3% больше, чем во 2-й, и на 1,8% — чем в 3-й.

Выводы / Conclusion

Результаты научно-хозяйственного опыта показали, что на мясную продуктивность помесного молодняка оказала влияние сочетаемость родительских пар разной селекции. При этом лучшие результаты были получены в 1-й опытной группе, где на первом этапе свиноматок крупной белой породы от компании Нурог спарили с хряками породы ландрас от компаний Нурог, а на втором — полученных гибридных свиноматок скрестили с хряками породы дюрок от компании Genesus Genetics.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.
Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.
Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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. Бальников А.А. Сочетаемость свиноматок новых генотипов с хряками специализированных пород зарубежной селекции. *Молодежь в науке — 2016: материалы Международной конференции молодых ученых*. Минск. Национальная академия наук Беларуси. 2017; 281–292.
2. Фуников Г.А. Морфологический состав и мясность туш свиней отечественной, канадской и французской селекций. *Аграрная наука*. 2020; (7–8): 73–77. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-73-77>
3. Березовский Н.Д. Гибридизация с учетом генотипа материнских форм. *Перспективы развития свиноводства стран СНГ: сборник научных трудов по материалам XXV Международной научно-практической конференции*. 2018; 13–18.
4. Файзуллин Р.А., Сайфутдинов М.Р. Некоторые хозяйственно-полезные признаки свиней крупной белой породы ООО «Россия». *Аграрная наука*. 2021; (11–12): 56–59. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-56-59>
5. Ребезов М.Б., Топурия Г.М., Топурия Л.Ю., Гаршина Д.А. Влияние природного иммуностимулятора на естественную резистентность организма свиноматок. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. В сборнике научных трудов Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора биологических наук, профессора Е.П. Ващекина*. 2020; 161–164.
6. Фуников Г.А. Убойная и мясная продуктивность молодняка свиней отечественной, канадской и французской селекций. *Аграрная наука*. 2020; (5): 60–64. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-60-64>
7. Драгоев П., Стойков А. Экономическая оценка помесных свиней. *Экономика и управление сельского хозяйства*. 1998; 43(7): 21–25.
8. Евдокимов Н.В. Продуктивные качества и эффект гетерозиса свиней при промышленном скрещивании. *Профессионал года — 2018: сборник статей X Международного научно-практического конкурса*. 2018; 28–32.
9. Казанцева Н.П., Васильева М.И., Сергеева И.Н. Влияние генотипа на формирование качественных характеристик мяса свиней. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2020; 57(1): 63–68. eLIBRARY ID: 42572853
10. Тяпугин С.Е., Новиков А.А., Суслина Е.Н., Шичкин Д.Г., Дунина М.Г., Башмакова Н.В. Организация разведения и селекционной работы в селекционно-генетических и селекционно-гибридных центрах при использовании метода гибридизации в свиноводстве. *Свиноводство*. 2021; (4): 8–10. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2021-4-8-10>
11. Titova N.V., Belookov A.A., Belookova O.V., Vakhmyanina S.A., Maksimova R.A. Advantages of feeding pregnant sows with biologically active substances based on folic acid and trace elements. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 677: 052082. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052082>
12. Gritsenko S., Belookov A., Belookova O., Derkho M., Sereda T., Vereshchaga O., Koruhov D., Fedoseeva N. Assessment of blood parameters of pigs of different breeds and its interrelation with lifetime animal performance indicators. *International Journal of Advanced Science and Technology*. 2020; 29(5s): 1411–1417. eLIBRARY ID: 45520038
13. Пермяков А., Казьмина Н., Садкова Я., Требунских Е., Околышев С., Тимошенко Ю. Новые генотипы в гибридизации свиней. *Животноводство России*. 2019; (6): 26–28. <https://doi.org/10.25701/ZZR.2019.58.25.009>
14. Копылова Е., Вербицкий С., Бодряшова Е. Поможет эффект гетерозиса. *Животноводство России*. 2015; (4): 21–26.
15. Гумеров А.Б., Белоков А.А., Лоретц О.Г., Горелик О.В., Асенова Б.К. Молочная продуктивность коров при использовании пробиотических ферментных препаратов. *Аграрный вестник Урала*. 2018; (4): 5–9. eLIBRARY ID: 35307002

REFERENCES

1. Balnikov A.A. Compatibility of sows of new genotypes with boars of specialized breeds of foreign breeding. *Youth in science — 2016: materials of the International conference of young scientists*. Minsk. National Academy of Sciences of Belarus. 2017; 281–292 (In Russian)
2. Funikov G.A. Morphological composition and meat of pigs of domestic, Canadian and French breeding. *Agrarian science*. 2020; 7–8: 73–77. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-73-77>
3. Berezovsky N.D. Hybridization taking into account the genotype of maternal forms. *Prospects for the development of pig breeding in the CIS countries: a collection of scientific papers based on the materials of the XXV International Scientific and Practical Conference*. 2018; 13–18 (In Russian)
4. Fayzullin R.A., Sayfutdinov M.R. Some economically useful signs of the pigs of a Large White breed in ООО "Rosysia". *Agrarian science*. 2021; (11–12): 56–59. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-56-59>
5. Rebezov M.B., Topuriya G.M., Topuriya L.Yu., Garshina D.A. Influence of a natural immunostimulator on the natural resistance of the organism of sows. *Topical problems of intensive development of animal husbandry. In the collection of scientific papers of the National Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Doctor of Biological Sciences, Professor E.P. Vashchekin*. 2020; 161–164 (In Russian).
6. Funikov G.A. Slaughter and meat productivity of young pigs of domestic, Canadian and French breeds. *Agrarian science*. 2020; (5): 60–64. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-60-64>
7. Dragoev P., Stoikov A. Economic evaluation of crossbred pigs. *Economics and Management of Agriculture*. 1998; 43(7): 21–25. (In Russian)
8. Evdokimov N.V. Productive qualities and the effect of heterosis of pigs in industrial crossing. *Professional of the year — 2018: collection of articles of the X International scientific and practical competition*. 2018; 28–32 (In Russian)
9. Kazantseva N.P., Vasilyeva M.I., Sergeeva I.N. Influence of genotype on the formation of qualitative characteristics of pig meat. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2020; 57(1): 63–68. (In Russian) eLIBRARY ID: 42572853
10. Tyapugin S.E., Novikov A.A., Suslina E.N., Shichkin D.G., Dunina M.G., Bashmakova N.V. Organization of breeding and breeding work in breeding-genetic and breeding-hybrid centers when using the method of hybridization in pig-breeding. *Pigbreeding*. 2021; (4): 8–10. (In Russian) <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2021-4-8-10>
11. Titova N.V., Belookov A.A., Belookova O.V., Vakhmyanina S.A., Maksimova R.A. Advantages of feeding pregnant sows with biologically active substances based on folic acid and trace elements. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 677: 052082. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052082>
12. Gritsenko S., Belookov A., Belookova O., Derkho M., Sereda T., Vereshchaga O., Koruhov D., Fedoseeva N. Assessment of blood parameters of pigs of different breeds and its interrelation with lifetime animal performance indicators. *International Journal of Advanced Science and Technology*. 2020; 29(5s): 1411–1417. eLIBRARY ID: 45520038
13. Permyakov A., Kazmina N., Sadkova Ya., Trebunskikh E., Okolyshchev S., Timoshenko Yu. New genotypes in pig hybridization. *Animal Husbandry of Russia*. 2019; 6: 26–28. (In Russian) <https://doi.org/10.25701/ZZR.2019.58.25.009>
14. Kopylova E., Verbitsky S., Bodryashova E. Heterosis effect will help. *Animal Husbandry of Russia*. 2015; (4): 21–26. (In Russian)
15. Gumerov A.B., Belookov A.A., Loretz O.G., Gorelik O.V., Asenova B.K. The milk yield of cows when using probiotic enzyme preparations. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2018; (4): 5–9. (In Russian) eLIBRARY ID: 35307002

ОБ АВТОРАХ:

Алексей Анатольевич Белооков,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Россия
belookov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1083-5832>

Оксана Владимировна Белоокова,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Россия
belookov@yandex.ru

Станислав Сергеевич Стволов,
аспирант,
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Россия
stvolov-87@mail.ru

Светлана Анатольевна Гриценко,
доктор биологических, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Россия
zf.usavm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2334-4925>

Максим Борисович Ребезов,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор:
• Уральский государственный аграрный университет,
ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия;
• Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Гор-
батова Российской академии наук,
ул. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Мария Анатольевна Зяблицева,
кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподава-
тель,
Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова,
пр-т Ленина, 38, Магнитогорск, 455000, Россия
zyabliceva.mariy@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7141-4476>

ABOUT THE AUTHORS:

Alexey Anatolyevich Belookov,
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
South Ural State Agrarian University,
13 Gagarin str., Troitsk, 457103, Russia
belookov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1083-5832>

Oksana Vladimirovna Belookova,
candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
South Ural State Agrarian University,
13 Gagarin str., Troitsk, 457103, Russia
belookov@yandex.ru

Stanislav Sergeevich Stvolov,
graduate student,
South Ural State Agrarian University,
13 Gagarin str., Troitsk, 457103, Russia
stvolov-87@mail.ru

Svetlana Anatolyevna Gritsenko,
Doctor of Biological Sciences, Associate Professor,
South Ural State Agrarian University,
13 Gagarin str., Troitsk, 457103, Russia
zf.usavm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2334-4925>

Maksim Borisovich Rebezov,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor:
• Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht str., Yekaterinburg, 620075, Russian Federation;
• V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of the
Russian Academy of Sciences,
26 Talalikhin str., Moscow, 109316, Russia
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Maria Anatolyevna Zyablitseva,
Candidate of Agricultural Sciences, Senior lecturer,
Nosov Magnitogorsk State Technical University,
38 Lenin Str., Magnitogorsk, 455000, Russia
zyabliceva.mariy@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7141-4476>

УДК 636.082.2

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-75-79

Zoya S. Sanova, ✉
Vladimir N. Mazurov

Kaluga Research Agriculture Institute Branch
of Russian Potato Research Center Center
named after A. G. Lorch, Kaluga, Russia

✉ sanova.zoya@yandex.ru

Received by the editorial office:
10.02.2023

Accepted in revised:
01.03.2023

Accepted for publication:
15.03.2023

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-75-79

З.С. Санова, ✉
В.Н. Мазуров

Калужский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства — филиал
федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский центр
картофеля им. А.Г. Лорха», Калуга, Россия

✉ sanova.zoya@yandex.ru

Поступила в редакцию:
10.02.2023

Одобрена после рецензирования:
01.03.2023

Принята к публикации:
15.03.2023

Application of sexed semen of sires in breeding farms of Kaluga region

ABSTRACT

Relevance. The main direction in the improvement of dairy cattle breeds is the search for ways and methods of creating highly productive herds. However, the successful solution of these issues is impossible without the use of modern methods and technologies. Among them, sexed sperm is a sperm divided into X- and Y-containing spermatozoa. When using sexed sperm in dairy cattle breeding, it is possible to regulate the receipt of the desired sex (heifers). The effective use of sexed semen will provide farms with a complete set of their own breeding stock and will allow the sale of heifers.

Methods. The object of research was cows inseminated with sexed sperm of stud bulls of different breeds in a breeding unit. The fertilization of the breeding stock, the duration of pregnancy, the effect of the season on fertilization, analytic investigation of calf crop percent were investigated. For analysis the data were used from the database for zootechnical and pedigree data registration «SELEKS».

Results It was found that the fertilization of heifers from the first insemination with sexed sperm was 38,8%, subsequently it decreased and amounted to 27,7% at the second insemination, 5,5% at the third. 28% remained infertile, 72% of heifers from the total remained pregnant. 85% of live heifers and 15% of bulls were obtained. During the initial insemination of cows of the first calving with sexed sperm, 27,7% of cows became pregnant, with repeated insemination — 27,7%. Fertilization decreased, 39,1% of the animals remained infertile. The best results of fertilization of breeding stock using sexed semen were obtained during the primary insemination of heifers

Key words: animals, sexed sperm, bulls, calves, fertilizing ability, pregnancy

For citation: Sanova Z.S., Mazurov B.N. Application of sexed semen of sires in breeding farms of Kaluga region. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 75–79. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-75-79>.

© Sanova Z.S., Mazurov B.N.

Применение сексированного семени быков-производителей в племенных хозяйствах Калужской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Главным направлением в совершенствовании молочных пород скота является изыскание путей и методов создания высокопродуктивных стад. Однако успешное решение невозможно без использования современных методов и технологий. Среди них — сексированная сперма (разделенная на X- и Y-содержащие сперматозоиды). При использовании сексированной спермы в молочном скотоводстве можно регулировать получение желаемого пола (телочек). Эффективное применение сексированного семени обеспечит хозяйствам комплектацию собственным маточным поголовьем и позволит проводить продажу телок.

Методы. Объект исследований — коровы, осемененные сексированной спермой быков-производителей разных пород (джерсейской, Swedish Red, красной датской) в племенном репродукторе. Изучены оплодотворяемость маточного поголовья, продолжительность стельности, влияние сезона на оплодотворяемость, анализ выхода телочек в приплоде. Для анализа использовались данные из базы для регистрации зоотехнических и племенных данных «СЕЛЭКС».

Результаты. Установлено что оплодотворяемость телок от первого осеменения сексированной спермой была 38,8%, в последующем она снижалась и составила при втором осеменении 27,7%, при третьем — 5,5%. Бесплодными остались 28%, стельными — 72% телок от общего количества. Получено 85% живых телочек и 15% бычков. При первичном осеменении коров первого отела сексированной спермой стали стельными 27,7%, при повторном — 27,7%, бесплодными остались 39,1%. Лучшие результаты оплодотворяемости маточного поголовья с использованием сексированного семени получены при первичном осеменении телок.

Ключевые слова: животные, сексированная сперма, быки, телята, оплодотворяющая способность, стельность

Для цитирования: Санова З.С., Мазуров В.Н. Применение сексированного семени быков-производителей в племенных хозяйствах Калужской области. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 75–79. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-75-79> (In English).

© Санова З.С., Мазуров В.Н.

Введение/Introduction

In modern highly productive dairy cattle breeding, there is a significant decrease in the reproductive ability of cows. At the same time, only 50% of the resulting offspring are heifers, which are necessary for annual entry into the herd, in order to maintain reproduction in each farm [1, 2]. With this state of affairs in many gardens, the issue of getting more heifers is acute. The effective use of sexed semen provides farms with a complete set of their own breeding stock and allows for the sale of heifers [3, 4].

In recent years, serious efforts have been made in the Kaluga Region (Russia) aimed at stabilizing and developing the cattle breeding industry. New farms are being actively built, old ones are being reconstructed. The average dairy productivity of cows in the region in 2020 was 8070 kg. Many farms buy cattle abroad. Also in the region, much attention is paid to the issues of herd reproduction and improvement of breeding qualities of animals, work is actively carried out on the qualitative transformation of domestic dairy breeds with the involvement of the best global gene pool (Collection, Breeding work in animal husbandry of the Kaluga region (2020).

In the future, the main direction in improving dairy cattle breeds is to find ways and methods of creating highly productive herds. However, the successful solution of these issues is impossible without the use of modern methods and technologies [5–7]. Among them the sexed sperm — is a sperm divided into X- and Y-containing spermatozoa. Of course, it should be noted that this is a very subtle biotechnological method and before using it, you need to clearly understand its prospects and problems [8, 9]. For our region, sexed sperm is an opportunity to overcome the trend of reducing the breeding stock of cattle in the shortest possible time, and for breeding farms — to update the livestock and increase breeding sales. However, while the industry is not ready for the large-scale use of sexed sperm, it is necessary to study this method, based on the generalization of the experience of farms where this biotechnological method brings good results. This issue is relevant not only for agricultural enterprises of the Russian Federation, but also for foreign ones too, as a difficult problem of extended reproduction of the herd has appeared [10, 11]. In such conditions, it is difficult to count on a significant increase in the breeding stock at the expense of own resources [12, 13]. It is expensive to purchase herd replacements (especially in foreign countries). That is why it is necessary to use your own reserves to increase the number of repair young.

In this regard, the purpose of our researches work was to study the fertilization of the breeding stock as a result of the use of sperm of bulls divided by sex (biological method of reproduction) on the example of farms in the Kaluga region.

Материал и методы исследования / Materials and methods

The sources of information were the data of zootechnical and breeding records, on the basis of which a database was created in the MS Excel program. Experimental data were processed by the method of variational using the Microsoft Excel 2000 program. All calculations of indicators of reproductive function of live cows and heifers are given on 01.01.2020. The analysis was carried out on three breeds (red Danish, Swedish red and Jersey) in LLC «Moloko Group». Insemination of heifers with sexed sperm of these breeds started in 2018. All used bulls are selected with the best heredity in terms of milk productivity, reproductive abilities, ease of calving and exterior.

Data collection was carried out on the basis of three farms of the Kaluga region of the breeding producers of LLC «Moloko Group» (breeds: Jersey, Danish Red and Swedish ed) Sukhinichi region, farm of LLC «Swiss milk» (black-and-white breed, holsteinized) of the Dzerzhinsky district and the breeding plant of JSC «Krivskoye» (Kholmogorskaya breed, holsteinized) of the Borovski region.

The main direction in the development of farms is breeding breeding animals in order to meet the needs of agricultural producers, milk production and processing. The research material was the indicators of fertilization of heifers when using the semen of the presented stud bulls and the characteristics of stud bulls of different breeds in the breeding producers of the region. The system of keeping animals in the farm is year-round stable, the method of keeping cows is loose. Animals are placed in sections depending on their physiological state and productivity. From the maternity ward, newborn calves are transferred to individual houses in a day, where they are kept for three weeks, then up to 6–8 months in boxes of 8 heads. The company practices only artificial insemination of cows and heifers.

Sexed sperm for LLC «Moloko Group» was purchased from International LLC Geneticist Rus (Moscow, Russia.)

The research material was the indicators of fertilization of heifers when using the semen of the presented stud bulls and the characteristics of stud bulls of different breeds in the breeding farm LLC «Moloko Group» in Sukhinichi region. The system of keeping animals in the farm is year-round stable, the method of keeping cows is loose. Animals are placed in sections depending on their physiological state and productivity. From the maternity ward, newborn calves are transferred to individual houses in a day, where they are kept for three weeks, then up to 6–8 months in boxes of 8 heads. The company practices only artificial insemination of cows and heifers. Sexed sperm for LLC «Moloko Group» was purchased from International LLC Geneticist Rus.

Результаты и обсуждения / Results and discussion

All purebred breeding bulls with sexed sperm have excellent indicators of origin, ancestral productivity, and are evaluated by the quality of offspring. They were used on heifers of the corresponding breeds of the same quality, in the same conditions of maintenance and feeding, so the data obtained reflect a reliable picture.

The experience of using sexed sperm in other regions shows that the fertilization rate at the first insemination ranges from 35 to 60%. Table 1 shows the data on insemination of heifers of different breeds with sexed sperm from 2018 to 2020 in LLC «Moloko Group».

Photo 1. Bull James breed Jersey (author's photo)



Photo 2. Jersey breed cow in LLC «Moloko Group», (author's photo)



Table 1. Data on insemination of heifers of different breeds by «Moloko Group» LLC with sexed semen

Breed	Quantity of inseminated	Pregnant	
		heads	%
Jersey	249	114	45.7
Danish Red	265	139	52.4
Swedish red	89	51	57.3
Total	603	304	50.4

Table 2. Insemination data of heifers in LLC «Moloko Group» with sexed semen by bulls

The bull's nickname	Breed	Quantity	Pregnant	
			heads	%
James	Jersey	19	10	52.6
Quintano		95	40	42.1
Huzar		135	64	47.4
Abraham	Danish Red	66	37	56.1
Donato		150	79	52.7
Thiago		29	16	55.2
Hopkins		20	7	35.0
Borne	Swedish Red	86	50	58.0
Viking		3	1	33.3
Total		603	304	50.4

sperm divided by sex, the fertilization of heifers was obtained at the level of 57%; the yield of heifers in the offspring was 87.7% (Kucheryavenko A.V. and oth.).

Data on insemination and pregnancy of heifers of Jersey, red Danish and Swedish red breeds by bulls are presented in table 2 and picture 1.

The largest number of pregnant heifers were from insemination with sperm of bulls: James in the Jersey breed; Abraham, Donato, Thiago — in the red Danish and Borne, in the Swedish red.

The proportion of pregnant heifers inseminated with sexed sperm ranged from 33.3 to 58.0 (fig. 1).

To maximize milk production, it is necessary to maintain a high level of reproduction of the herd, to ensure timely fruitful insemination of cows and heifers for the annual production of offspring. One of the criteria for reproduction is the insemination index, which is an indicator of the number of inseminations of queens per fruitful one. Under normal conditions of feeding, maintenance and organization of insemination, this indicator is 1.5–2.0.

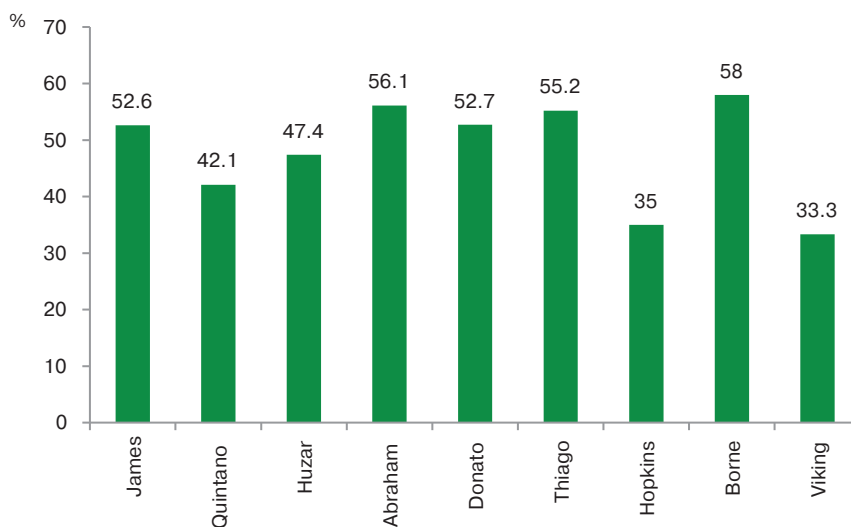
Bulls have a certain influence on the pregnancy of heifers. Thus, the highest percentage of pregnancy of heifers was revealed in the bull Borne and Abraham (fig. 1).

The insemination index of cows and heifers does not go beyond the optimal values and is 1.7 for cows, 1.5 for heifers in LLC «Moloko Group».

Table 3 presents data on the influence of the season of the year on insemination and pregnancy of heifers for 2018–2019.

Most of all heifers, 149 heads, were inseminated in summer of 2018, 82 of them were pregnant, 42 heads or 36.2% of 116 inseminated heads in the fall of 2019 were pregnant. Low pregnancy rate (36,2%) of heifers in the fall can be interpreted by gynecological diseases.

Fig. 1. The proportion of pregnant heifers when using different bulls



A total of 603 heifers were inseminated during this period, the proportion of pregnant was 50.4%. In the Jersey breed, 249 heifers or 52.4% were inseminated, of which 114 heads or 45.7% were pregnant, in the red Danish breed — 265 heads of which 139 or 52.4% were pregnant. The highest percentage of pregnancy of heifers was noted in the breed Swedish Red — 57.3. In the Kuban, when using

Table 3. The influence of the season on insemination and pregnancy of heifers

Season	Number of inseminated	Pregnant	
		heads	%
2018 year			
summer	149	82	55.0
autumn	75	34	45.3
winter	44	26	59.1
2019 year			
spring	85	47	55.3
summer	86	45	52.3
autumn	116	42	36.2
winter	48	28	58.3

Table 4. Characteristics of heifers inseminated with the sperm of breeding bulls, divided by sex

Nickname and number of the stud bulls	Number of heads	Age of 1st insemination	Live weight, kg	Duration of pregnancy of heifers, days
Osofine	8	15	400	278
Nators	12	15	405	280
Donny	10	15	402	268
On average for bulls divided by gender	27	15	400	274

The lowest percentage of identified pregnant heifers was observed in autumn both in 2018 (45.3%) and 2019 (36.2%), in all other seasons the percentage of pregnant heifers was more than 50%. The highest 58.3–59.1% were recorded in the winter of 2018–2019.

Using a linear type of regression, a correlation and regression analysis of the effect of insemination of heifers on their pregnancy was carried out.

The correlation coefficient between insemination (the number of fruitfully inseminated) and the pregnancy of heifers is high and is 0.841, the coefficient of determination is 0.707. This means that the pregnancy rate of heifers is 70.1% dependent on their insemination.

According to the successful insemination of heifers, it is possible to predict their pregnancy (fig. 2).

Table 4 shows the characteristics of heifers inseminated with sexed sperm of breeding bulls, the heifers selected in groups for insemination had the same live weight of 400 kg and the age of the first insemination was 15 months.

As can be noted, the age of insemination of heifers with separated sperm is on average 15 months with a live weight of 400 kg. The difference between these indicators and the control is unreliable ($p > 0,05$).

In some farms, insemination currently begins at 14–15 months. The duration of pregnancy in the registered heifers inseminated with separated sperm is 268–278 days, on average 274 days. This indicator is within the physiological norm and does not significantly differ from control bulls.

Fig. 2. Prediction based on autoregression of one of the signs (in this case, insemination of heifers)

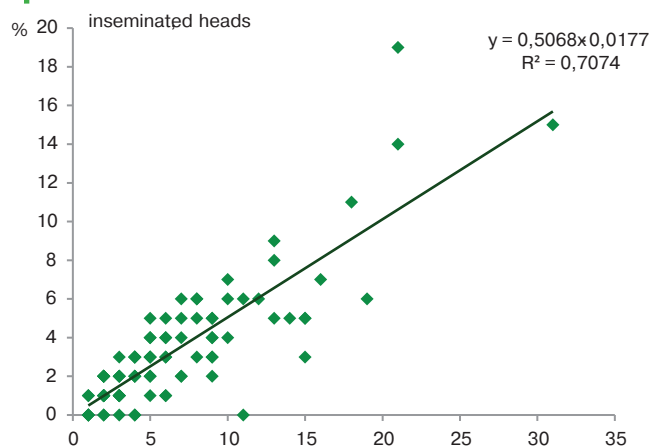
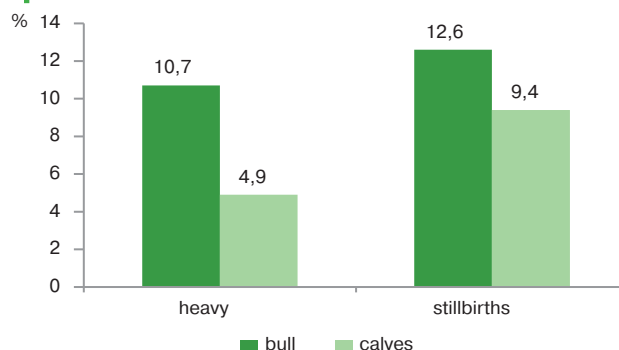


Fig. 3. The influence of the calf's sex on the ease of calving in first-born heifers



As can be seen from figure 3, at the birth of heifers, 2 times less severe calving was received and more than 3% stillborn, compared with the birth of bulls.

The economic difference can be calculated by multiplying the number of stillbirths by the price of one calf if it were born alive. In addition, the farm may lose the calf's mother. And those heifers who survive after heavy calving are more likely to experience difficulties at the beginning of lactation, have low productivity and more problems with health and fertilization.

Выводы/Conclusion

The use of sexed sperm in individual breeding farms of the Kaluga region has an average fertilization rate of 55%.

In LLC «Moloko Group» the average share of pregnant heifers was 50.4%, with fluctuations from 33.3 to 56.1%. In the Jersey breed 45.7%, in the red Danish heifers 52.5% in LLC «Moloko Group». The highest percentage (57.3) of pregnant heifers was observed in Swedish Red cows. The largest number of pregnant heifers from the insemination of bulls: James in the Jersey breed; Abraham, Donato, Thiago — in the red Danish and Born, in the Swedish Red. The number of inseminations, on average per fruitful one, was 1.7 for cows and 1.5 for heifers.

The lowest percentage of identified pregnant heifers was observed in autumn from 36.2 to 45.3%, in all other seasons the percentage of identified pregnant heifers was more than 50%. The highest pregnancy percentage 58.3–59.1% were recorded in winter.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.
Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.
Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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

Материалы подготовлены в рамках научно-технической программы FZWE-2019-0011 «Разработать адаптивные, экономически обоснованные технологии производства продукции растениеводства и животноводства на основе селекции сельскохозяйственных культур, совершенствования племенной работы и современных агротехнологий»

FUNDING

The materials were prepared as part of the scientific and technical program FZWE-2019-0011 «To develop adaptive, economically sound technologies for the production of crop and livestock products based on the selection of agricultural crops, improvement of breeding work and modern agricultural technologies»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

1. Harlap S.Yu., Gorelik A.S., Bitkeeva M.A., Demina N.A., Mullagulova G.M. Dynamics of correlation coefficients of economic and productive characteristics depending on the age of cows. *E3S Web of Conferences*. 2021; 254: 08023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125408023>
2. Likhodeevskaya O.E., Lihodeevskaya O.A., Gorelik O.V., Makarova T.N., Timinskaya I.A. Comparative assessment of productive qualities of holsteinized black-and-white cattle by lines. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 848: 012082. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012082>
3. Fedoseeva N.A., Gorelik O.V., Likhodeevskaya O.E., Krysh I.V., Likhodeevskij G.A. Productive qualities of holsteinized black-and-white cattle. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 848: 012068. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012068>
4. Aspandiyarova M. Successful insemination: a guarantee of farm profit. *Animal Husbandry of Russia*. 2017; (S2): 30–32. (In Russian) eLIBRARY ID: 30006660
5. Medvedev G.F., Gavrichenko N.I., Sorokina S.K. Effectiveness of insemination of Holstein heifers with sexed semen and causes of decline in their reproductive ability after the first calving. *Animal Agriculture and Veterinary Medicine*. 2012; (2): 36–40. (In Russian) eLIBRARY ID: 28133833
6. Nikitin G.S. Modern approaches for obtaining and cryoconservation of cattle embryos in vitro. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2021; (3): 192–205. (In Russian) <https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2021.3.192>

7. Ukrozhenko D.S., Temnikov D.S., Chepushtanova O.V. Classification of sperm production of stud bulls. *Theoretical, practical and safe aspects of farming. A collection of abstracts of the round table*. Ekaterinburg: Ural State Agrarian University. 2021; 230–232. (In Russian) eLIBRARY ID: 47633747
8. Kozheko N.P., Shurmanova E.I., Sexed semen - the basis intensive livestock production. *Youth and science*. 2019; (2): 74. (In Russian) eLIBRARY ID: 38163873
9. Buzunova O.V. Evaluation of the effectiveness of different methods of artificial insemination of cows. *Youth and science*. 2019; (9): 27–30. (In Russian) eLIBRARY ID: 42500561
10. Malygina N.A., Popova O.A. Comparative characteristic of hormone programs in artificial insemination of cattle. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2018; (9): 102–109. Available from: <http://vestnik.asau.ru/index.php/vestnik/article/view/1195> (In Russian)
11. Sharkaeva G.A. Summary data on insemination of cattle in the context of foreign and domestic companies. *Theory and practice of modern science*. 2021; (2): 93–98. Available from: <https://sciup.org/140275992> (In Russian)
12. Zhumanov K.Zh., Karymsakov T.N., Kineev M.A., Baimukanov A.D. Development and optimization of the equations of the mixed BLUP model for the evaluation of the breed value of bulls-producers of the golstin black-motioned breed of the Republic of Kazakhstan. *Agrarian science*. 2021; (2): 33–36. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-345-2-33-36>
13. Berry D.P., Coughlan B., Enright B., Coughlan S., Burke M. Factors associated with milking characteristics in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2013; 96(9): 5943–5953. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6162>

ОБ АВТОРАХ:

Зоя Сергеевна Санова,
кандидат сельскохозяйственных наук,
Калужский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — филиал Федерального исследовательского центра картофеля им. А.Г. Лорха,
ул. Центральная, 2, пос. Калужская опытная сельскохозяйственная станция, Калужская область, 249142, Россия
sanova.zoya@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1080-4398>

Владимир Николаевич Мазуров,
кандидат сельскохозяйственных наук,
Калужский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — филиал Федерального исследовательского центра картофеля им. А.Г. Лорха,
ул. Центральная, 2, пос. Калужская опытная сельскохозяйственная станция, Калужская область, 249142, Россия
mazurov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3427-0116>

ABOUT THE AUTHORS:

Zoya Sergeevna Sanova,
Candidate of Agricultural Sciences,
Kaluga Research Agriculture Institute Branch of Russian Potato Research Center named after A.G. Lorch,
2 Tsentralnaya str., Kaluga Experimental Agricultural Station,
Kaluga region, 249142,
Russia
sanova.zoya@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1080-4398>

Vladimir Nikolaevich Mazurov,
Candidate of Agricultural Sciences,
Kaluga Research Agriculture Institute Branch of Russian Potato Research Center named after A.G. Lorch,
2 Tsentralnaya str., Kaluga Experimental Agricultural Station,
Kaluga region, 249142, Russia
mazurov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3427-0116>

Н.В. Василевский¹,
А.С. Березин¹, ✉
Е.А. Лысова¹,
А.С. Ушаков¹,
И.В. Сметанина¹,
А.В. Демьянов²

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных — филиал ФНЦ им. Л.К. Эрнста, Боровск, Калужская обл., Россия

² Белгородский государственный аграрный университет, пос. Майский, Белгородская обл., Россия

✉ evgenijkharito@yandex.ru

Поступила в редакцию:
13.02.2023

Одобрена после рецензирования:
28.02.2023

Принята к публикации:
15.03.2023

Nikolay V. Vasilevsky¹,
Aleksandr S. Berezin¹, ✉
Elena A. Lysova¹,
Aleksandr S. Ushakov¹,
Irina G. Smetanina¹,
Aleksandr V. Demyanov²

¹ All-Russia Research Institute of Animal Physiology, Biochemistry, and Nutrition — Branch of the Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, Borovsk, Russia

² Belgorod State Agrarian University, Belgorod, Russia

✉ evgenijkharito@yandex.ru

Received by the editorial office:
13.02.2023

Accepted in revised:
28.02.2023

Accepted for publication:
15.03.2023

Выращивание бычков на мясо при использовании в их рационах низкораспадаемых кормовых средств

РЕЗЮМЕ

Актуальность. При высокой интенсивности роста животных в период выращивания и начальный период откорма, когда идет преимущественное накопление мышечной массы, микробный белок и низкое количество нераспадаемого протеина не в состоянии удовлетворить потребности растущего организма в аминокислотах. Для получения высоких привесов необходимо увеличивать количество обменных аминокислот за счет поступления нераспавшегося, хорошо переваримого протеина в кишечник.

Методы Проведено два периода опыта на трех группах бычков ($n = 3$) в период выращивания: 1-я группа (распадаемость СП — 65%), 2-я группа (распадаемость СП — 60%), 3-я группа (распадаемость СП — 55%) и откорма: 1-я группа (распадаемость СП — 69%), 2-я группа (распадаемость СП — 64%), 3-я группа (распадаемость СП — 62%) — при разном уровне распадаемого протеина в рационах. Уровень распадаемого протеина изменяли за счет применения обработанного и необработанного подсолнечного шрота и контролировали путем инкубационных методов *in sacco*, а также проведением балансовых опытов, контроля микробно-ферментативных процессов в рубце и показателях крови.

Результаты. Установлено, что снижение распадаемости сырого протеина за счет замены части натурального подсолнечного шрота на обработанный обеспечивает достоверное снижение содержания аммиака в рубцовой жидкости с 9,73 мг / 100 мл до 9,0 в период выращивания ($p < 0,1$) и с 16,8 мг / 100 мл до 13,2 в период откорма ($p < 0,05$), за счет чего снижалось выделение азота с мочой с 31,0 до 26,0 г/сут ($p < 0,05$) и с 73,0 до 62,0 г/сут ($p < 0,05$) и увеличивался среднесуточный прирост живой массы с 1300 до 1375 г/сут ($p < 0,05$) в соответствующие периоды.

Ключевые слова: бычки, рубцовое пищеварение, нормы протеинового питания, распадаемый протеин

Для цитирования: Василевский Н.В., Березин А.С., Лысова Е.А., Ушаков А.С., Сметанина И.Г., Демьянов А.В. Выращивание бычков на мясо при использовании в их рационах низкораспадаемых кормовых средств. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 80–86. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-80-86>

© Василевский Н.В., Березин А.С., Лысова Е.А., Ушаков А.С., Сметанина И.Г., Демьянов А.В.

Cultivation of bulls for meat when using low-decaying feed products in their diets

ABSTRACT

Relevance. With a high intensity of growth of animals during the growing period and the initial fattening period, when there is a predominant accumulation of muscle mass, microbial protein and a low amount of non-degradable protein are not able to meet the needs of a growing organism in amino acids. To obtain high gains, it is necessary to increase the amount of metabolic amino acids due to the intake of undeveloped well-digested protein into the intestine.

Methods. Two periods of experiment were conducted on 3 groups of bulls ($n = 3$) during the growing and fattening period with different levels of degradation protein in the diets. The level of degradation protein was changed through the use of processed and unprocessed sunflower meal and was controlled by incubation methods *in sacco*, as well as by conducting balance experiments, monitoring microbial-enzymatic processes in the rumen and blood parameters.

Results. It was found that reducing the disintegration of crude protein by replacing part of the natural sunflower meal with processed provides a significant reduction in the ammonia content in the scar fluid from 9,73 mg / 100 ml to 9,0 during the growing period ($p < 0,1$) and from 16,8 mg / 100 ml to 13,2 during the fattening period ($p < 0,05$), due to which nitrogen excretion in urine decreased from 31,0 to 26,0 g/day ($p < 0,05$) and from 73,0 to 62,0 g/day ($p < 0,05$) and the average daily gain in body weight increased from 1300 to 1375 g/day ($p < 0,05$) in the corresponding periods.

Key words: bulls, rumen digestion, norms of protein nutrition, degradable protein

For citation: Vasilevsky N.V., Berezin A.S., Lysova E.A., Ushakov A.S., Smetanina I.G., Demyanov A.V. Cultivation of bulls for meat when using low-decaying feed products in their diets. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 80–86. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-80-86> (In Russian).

© Vasilevsky N.V., Berezin A.S., Lysova E.A., Ushakov A.S., Smetanina I.G., Demyanov A.V.

Введение / Introduction

Производство говядины в большинстве стран с развитым скотоводством базируется на интенсивном выращивании и откорме животных, при этом особенно важным считается организация полноценного протеинового питания животных, при этом оптимальным считается уровень зерновых концентратов 50–55 % от обменной энергии рациона [1]. В этих условиях в рубце интенсивно протекают микробиологические процессы, что обеспечивает наращивание микробной массы, которая после переваривания в кишечнике наряду с переваримым нераспавшимся кормовым белком (НРП) является источником аминокислот (обменный белок — ОБ) для обеспечения метаболических процессов в организме жвачных животных [2].

Однако при высокой интенсивности роста животных в период выращивания и начальный период откорма, когда идет преимущественное накопление мышечной массы, микробный белок и низкое количество НРП не в состоянии удовлетворить потребности растущего организма в аминокислотах [3]. Учитывая, что возможности синтеза микробного белка в рубце ограничены, для получения высоких привесов необходимо увеличивать количество обменных аминокислот за счет поступления нераспавшегося, хорошо переваримого протеина в кишечник.

В период выращивания и начальный период откорма, когда идет преимущественное накопление мышечной массы, потребность в ОБ высокая. В этот период молодые животные обладают высокой способностью к белковому синтезу, хорошо используют протеин корма для формирования мышечной ткани, дают высокие приросты при относительно экономных затратах энергии и высоком использовании протеина кормов [4]. Их прирост происходит в большей мере за счет белка и в меньшей — жира.

На стадии откорма интенсивность отложения белка в мышцах снижается, при этом возрастает количество энергии, отложенной в жире, и, наоборот, уменьшается удельный вес энергии протеина [5]. Однако из-за большой мышечной массы увеличивается как количество отложенного белка, так и потребность на поддержание этой массы, поэтому потребность в обменном белке с возрастом может и не снижаться.

Молодняк крупного рогатого скота молочного направления продуктивности при интенсивном выращивании и откорме способен проявить высокие показатели скорости роста и качества мяса [6, 7].

В условиях одинакового содержания в рационе энергии и сырого протеина использование кормов с пониженной распадаемостью протеина и крахмала в рубце позволяет получить дополнительно высококачественную говядину от бычков молочных пород. В частности, в условиях 3,5-месячного дифференцированного питания от каждого бычка было получено дополнительно 11,9 кг мяса [4].

При включении в рацион белков 0,25 кг рыбной муки в сочетании с 0,75 кг кормовой патоки интенсивность роста бычков была на 4,1% выше по сравнению с дачей животным 0,4 кг подсолнечного шрота с кормовой патокой и на 11,1% выше, чем в контроле, где скармливали только ячменную дерть [8]. Установлено, что использование труднораспадаемых источников протеина в рационах интенсивно растущих бычков в разные периоды откорма

способствует увеличению живой массы животных на 6,5–20% и выходу мякоти в тушах на 3,7–4% [9, 10].

Постоянно совершенствуются технологии обработки известных белковых кормов (подсолнечный шрот, горох, люпин), в результате которых происходит снижение распадаемого протеина и повышается доля нераспадаемого [10, 12, 13].

В связи с этим проведены исследования по оптимизации протеинового питания бычков в период интенсивного доращивания и откорма с целью обеспечения оптимального уровня распадаемого и нераспадаемого протеина в рационе и повышения эффективности производства говядины за счет повышения продуктивности животных и снижения себестоимости использованных кормов.

Цели исследований — изучить процессы рубцового пищеварения, определить уровень переваримости и усвоения питательных веществ у бычков холмогорской породы в период интенсивного выращивания и откорма при использовании в их рационах низкораспадаемых кормовых средств.

Материалы и методы исследования / Materials and method

Эксперименты проведены на молодняке крупного рогатого скота в виварии института ВНИИФБиП (Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных — филиал ФНЦ им. Л.К. Эрнста, Боровск, Калужская обл., Россия) в 2022 году.

В опытах использованы бычки холмогорской породы восьмимесячного возраста. Из девяти животных методом триплетов-аналогов были сформированы три группы животных. Содержание животных — в одинаковых условиях, освещенность, уровень влажности и температуры — в соответствии с требованиями ветеринарно-санитарного надзора и биоэтики согласно конвенции по охране животных, используемых в научных целях. В период выполнения опыта условия содержания соответствовали Директиве от 22 сентября 2010 года № 2010/63/ЕС Европейского парламента и Совета о защите животных, используемых в научных целях (Европейская комиссия, Брюссель, 2010). Продолжительность исследования — 155 суток.

Животные всех групп получали одинаковый основной рацион, сбалансированный по питательным веществам согласно существующим нормам для молодняка при интенсивном выращивании и откорме¹.

Опыты проведены в два периода — выращивание на силосно-концентратном рационе при исходной распадаемости протеина рациона 65% и откорм на травяно-концентратном рационе при исходной распадаемости протеина рациона 69%. Отличия в исходном уровне обусловлены более высокой распадаемостью протеина в зеленой массе по сравнению с силосом. Различия между группами в содержании распадаемого протеина достигались путем введения в состав зерновой смеси различного количества нативного и термически обработанного подсолнечного шрота. В результате обработки уровень нераспадаемого протеина (НРП) в шроте повышался с 18 до 52,9%. Контроль распадаемости и переваримости нераспавшейся части протеина в рубце определяли инкубационными методами на коровах с

¹ Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. Москва. 2003; 456 с. ISBN 5-94587-093-5.

Таблица 1. Схема опыта
Table 1. Scheme of experience

Группа	Этап	Уровень распадаемости СП, %
1-я	Выращивание: силосно-концентратный рацион	65
2-я		60
3-я		55
1-я	Откорм: травяно-концентратный рацион	69
2-я		64
3-я		62

Таблица 2. Средняя живая масса и охват грудины у бычков в различные периоды исследований ($n = 3, M \pm m$)
Table 2. Average live weight and coverage of the sternum in bull calves in various periods of research ($n = 3, M \pm m$)

Дата	1-я группа (распадаемость СП — 65–69%)		2-я группа (распадаемость СП — 60–64%)		3-я группа (распадаемость СП — 55–62%)	
	живая масса, кг	обхват грудины, см	живая масса, кг	обхват грудины, см	живая масса, кг	обхват грудины, см
29.03.2022	199 ± 7	142 ± 7	197 ± 8	141 ± 5	199 ± 4	142 ± 3
28.04.2022	255 ± 13	150 ± 3	235 ± 16	149 ± 4	246 ± 5	149 ± 3
31.05.2022	291 ± 14	155 ± 3	268 ± 17	156 ± 6	277 ± 3	158 ± 1
29.06.2022	333 ± 12	160 ± 2	305 ± 18	159 ± 3	312 ± 10	165 ± 4
28.07.2022	368 ± 12	168 ± 3	365 ± 14	167 ± 3	360 ± 7	168 ± 3
30.08.2022	400 ± 7		410 ± 13*,***		407 ± 5*	

*, *** — $p < 0,05$ по парному t-критерию при сравнении с соответствующими группами.

канюлями рубца и 12-перстной кишки [14]. Схема опыта представлена ниже (табл. 1).

Для оценки интенсивности роста животных ежемесячно проводили взвешивание и промеры бычков. В начале и конце исследований по выращиванию проведены балансовые опыты по определению видимой переваримости питательных веществ и отложения азота в теле животных². В конце каждого балансового опыта проведен отбор проб крови из яремной вены и рубцового содержимого через три часа после утреннего кормления.

В пробах корма и кала определено содержание сухого и органического вещества, сырого протеина, клетчатки, общих липидов и золы³. По анализу выделенного азота с калом и мочой определены его баланс и отложение у бычков опытных групп.

В крови определяли уровень глюкозы, триглицеридов, мочевины, билирубина прямого и общего, общего холестерина, холестерина липопротеидов высокой плотности (Х-ЛПВП) и низкой плотности (Х-ЛПНП) активности, аланин- (АЛТ) и аспартаттрансфераза (AST) и щелочной фосфатазы с использованием тест-систем фирмы «ЮНИМЕД» (Россия) на биохимическом анализаторе Erba Lachema (Чехия), а также морфологический

состав крови на гематологическом анализаторе MiniPack, Mindray (Китай). В пробах содержимого рубца определяли: величину pH — потенциометрически на потенциометре ЭВ-7 (Россия), ЛЖК и их соотношение — на газовом хроматографе «Цвет-800» (Россия) после отгонки в аппарате Маркгамма, аммиак — диффузионным методом Конвея, число бактерий, инфузорий, амилотическую и целлюлозолитическую активность⁴.

Метод оценки экстерьера и телосложения животных по ГОСТ Р 577845.⁵

Математическая обработка полученных данных проведена стандартными методами биометрии с определением критерия достоверности Стьюдента с использованием программы для персонального компьютера Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Исследование распадаемости изучаемых кормов методом инкубации в рубце показало, что нативный подсолнечный шрот имел распадаемость протеина на уровне 82% при переваримости в нераспавшейся части в кишечнике 84%. Шрот, предварительно обработанный, показал

распадаемость протеина 47,1% при переваримости в кишечнике 87%. Таким образом, с учетом также замеренной распадаемости протеина в рубце других кормов рациона определена общая распадаемость протеина рационов в период выращивания на силосном рационе 65% в 1-й группе, 60% — во 2-й, 55% — в 3-й, в период откорма (на зеленой массе) — 69%, 64% и 62% соответственно.

В таблице 2 приведены результаты изменения живой массы и обхвата грудины (обхват грудной клетки за лопатками) бычков на протяжении всего периода исследований. Ввиду большой погрешности измерения живой массы из-за потребления пищи и воды, а также выделения кала и мочи дисперсионный анализ не выявил достоверных различий между опытными группами. Небольшое количество животных в опытных группах и существенный разброс индивидуальных конституциональных особенностей животных также не позволили выявить достоверные различия между группами по промерам (обхват грудины). Сопряжение полученных выборок по первоначальной живой массе и применение двухвыборочного t-критерия для зависимых выявили достоверные различия по приросту живой массы меж-

² Методы исследований питания сельскохозяйственных животных (под редакцией академика Кальницкого Б.Д. Боровск. 1998; 406.

³ Методы исследования микрофлоры пищеварительного тракта сельскохозяйственных животных и птицы. Справочное пособие. (под редакцией профессора Б.В. Тараканова. Боровск: Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных. 1998; 145.

⁴ Методы биохимического анализа. Справочное пособие. Под общей редакцией академика РАСХН, профессора Б.Д. Кальницкого. Боровск: Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных. 1997; 356.

⁵ ГОСТ Р 57784-2017 Животные племенные сельскохозяйственные. Методы определения параметров продуктивности крупного рогатого скота мясного направления. Breeding registered cattle. Methods for determination of productive parameters of beef cattle.

Таблица 3. Показатели ферментации рубцового содержимого в период балансовых опытов ($n = 3$, $M \pm m$)Table 3. Indicators of fermentation of the scar content during the balance experiments ($n = 3$, $M \pm m$)

Показатели	Периоды опыта					
	выращивание			откорм		
	1-я группа	2-я группа	3-я группа	1-я группа	2-я группа	3-я группа
pH	6,93 $\pm$ 0,03	6,84 $\pm$ 0,11	7,06 $\pm$ 0,11	6,88 $\pm$ 0,02	6,78 $\pm$ 0,05	6,68 $\pm$ 0,07
Концентрация аммиака, мг / 100 мл	9,73 $\pm$ 2,14	9,05 $\pm$ 0,91	11,3 $\pm$ 1,0	16,87 $\pm$ 1,3	14 $\pm$ 0,8*	13,2 $\pm$ 1*
ЛЖК, ммоль / 100 мл	10,77 $\pm$ 0,94	9,57 $\pm$ 1,49	8,73 $\pm$ 0,96	11,2 $\pm$ 0,6	11 $\pm$ 0,3	11,3 $\pm$ 0,3
Ацетат, %	70,2 $\pm$ 0,3	70,7 $\pm$ 0,1	72,4 $\pm$ 0,3	66,9 $\pm$ 0,62	64,3 $\pm$ 1,3	65,8 $\pm$ 0,9
Пропионат, %	15,4 $\pm$ 0,3	15,1 $\pm$ 0,2	14,8 $\pm$ 0,1	20,3 $\pm$ 0,77	22,3 $\pm$ 1,52	21,1 $\pm$ 0,28*
Бутират, %	14,4 $\pm$ 0,3	14,3 $\pm$ 0,2	12,8 $\pm$ 0,2	12,8 $\pm$ 0,54	13,4 $\pm$ 0,23	13,1 $\pm$ 1,19
Количество микроорганизмов, млрд/мл	4,65 $\pm$ 0,27	4,88 $\pm$ 0,21	3,82 $\pm$ 0,46	7,7 $\pm$ 0,2	8,5 $\pm$ 0,3	7,6 $\pm$ 0,5
Количество простейших, тыс/мл	512 $\pm$ 16	313 $\pm$ 15*	413 $\pm$ 17*, **	593 $\pm$ 6,7	595 $\pm$ 5	667 $\pm$ 17*, **
Амилолитическая активность, ед/мл	21,1 $\pm$ 1,0	20,4 $\pm$ 1,4	20 $\pm$ 1,1	27,8 $\pm$ 1,8	27,2 $\pm$ 0,2	25,6 $\pm$ 1,6
Целлюлозолитическая активность, %	8,75 $\pm$ 2,17	8,69 $\pm$ 1,72	10,1 $\pm$ 2,4	9,8 $\pm$ 1,76	9,3 $\pm$ 1,45	10,3 $\pm$ 1,6

*, **, *** $p < 0,05$ по t-критерию при сравнении с соответствующими группами.

ду 1-й и 3-й группами с $p < 0,05$. Наилучшие результаты обеспечило сопряжение выборок по средней живой массе за опыт. Достоверные различия были установлены между 1-й и 2-й группами и между 2-й и 3-й группами с $p < 0,05$. Различия между 1-й и 3-й группами при этом были установлены на уровне тенденции с $p < 0,1$.

Среднесуточный прирост живой массы бычков за весь период выращивания (155 суток) по 1-й группе 1300 $\pm$ 10, по 2-й — 1375 $\pm$ 30, по 3-й — 1340 $\pm$ 50 г/сут (достоверные различия между 1-й и 3-й группами $p < 0,05$ по методу парных сравнений). Изучение процессов рубцовой ферментации показало, что в рубце бычков снижение в рационах распадаемости протеина сопровождалось снижением уровня аммиака, но достоверное различие между группами зафиксировано только в период откорма (табл. 3). Образование ЛЖК и их соотношение в пуле, а также величина pH в рубце бычков у всех групп во все периоды опыта находились на одном уровне. Эти данные косвенно свидетельствуют об однотипности и сходном уровне микробного синтеза и, соответственно, одинаковом вкладе микробного белка в общий фонд обменного белка во все периоды

обоих опытов. Это подтверждается показателями числа микроорганизмов в рубце подопытных бычков и их микробной активности (табл. 3).

По количеству отдельных переваренных питательных веществ бычками в период выращивания и в период откорма не отмечено достоверных различий этих показателей между группами ($p > 0,05$) (табл. 4, 5). Переваримость СП подсолнечного шрота после обработок не снижалась, хотя при наибольшем введении такого шрота (первый период, 3-я группа) отмечена тенденция к снижению (63,6 $\pm$ 1,1; 61,9 $\pm$ 2,6 в 1-й и 2-й группах, соответственно, $p > 0,05$) (табл. 5).

С целью установления характера использования протеина потребляемых кормов бычками во все периоды выращивания был изучен баланс азота в их организме (табл. 6).

При практически идентичном фактическом потреблении сырого протеина с кормами в оба периода наблюдалось разное количество выделения азота с мочой из-за разной распадаемости протеина в рубце и аммиакообразовании при его распаде (табл. 6). При снижении распадаемости происходило снижение вы-

Таблица 4. Переваривание питательных веществ в желудочно-кишечном тракте в период выращивания ($n = 3$, $M \pm m$)Table 4. Digestion of nutrients in the gastrointestinal tract during the growing period ($n = 3$, $M \pm m$)

Показатели	Группы					
	1-я группа (распадаемость СП — 65%)		2-я группа (распадаемость СП — 60%)		3-я группа (распадаемость СП — 55%)	
	Переварено, г	Переваримость, %	Переварено, г	Переваримость, %	Переварено, г	Переваримость, %
Сухое вещество	5618 $\pm$ 229	72,3 $\pm$ 2,5	5656 $\pm$ 162	72,8 $\pm$ 1,8	5588 $\pm$ 305	71,99 $\pm$ 2,8
Органическое вещество	5499 $\pm$ 139	73,8 $\pm$ 1,8	5515,6 $\pm$ 117	74,1 $\pm$ 1,5	5479 $\pm$ 195	73,6 $\pm$ 2,1
Сырой протеин	595,4 $\pm$ 17	63,6 $\pm$ 1,1	585,9 $\pm$ 37	63,0 $\pm$ 2,3	575,2 $\pm$ 44	61,9 $\pm$ 2,6
Сырая клетчатка	824,6 $\pm$ 57	62,3 $\pm$ 2,6	828,8 $\pm$ 38	62,7 $\pm$ 1,7	851,4 $\pm$ 72,4	64,5 $\pm$ 2,9
Сырая зола	433 $\pm$ 96	27,3 $\pm$ 6,0	280 $\pm$ 46	18,0 $\pm$ 3,0	328 $\pm$ 27	22,2 $\pm$ 8,5
Сырой жир	247,5 $\pm$ 19	73,9 $\pm$ 5,5	253,7 $\pm$ 22	76,1 $\pm$ 6,5	252,9 $\pm$ 21	75,5 $\pm$ 3,9
БЭВ	4029 $\pm$ 78	83 $\pm$ 0,8	4023 $\pm$ 32	82,8 $\pm$ 1,8	3945 $\pm$ 102	81,2 $\pm$ 2,5

*, **, *** $p < 0,05$ по t-критерию при сравнении с соответствующими группами.

Таблица 5. Переваривание питательных веществ в желудочно-кишечном тракте бычков в период откорма ($n = 3, M \pm m$)

Table 5. Digestion of nutrients in the gastrointestinal tract of bulls during the fattening period ($n = 3, M \pm m$)

Показатели	Группы					
	1-я группа (распадаемость СП — 69%)		2-я группа (распадаемость СП — 64%)		3-я группа (распадаемость СП — 62%)	
	Переварено, г	Переваримость, %	Переварено, г	Переваримость, %	Переварено, г	Переваримость, %
Сухое вещество	7122 ± 233	64,3 ± 1,7	7065 ± 234	63,8 ± 1,6	7074 ± 370	63,9 ± 2,1
Органическое вещество	6863 ± 247	65,4 ± 1,9	6724 ± 231	64,1 ± 1,8	6732 ± 363	64,2 ± 2,2
Сырой протеин	919,9 ± 67	61,7 ± 4,5	919,5 ± 35	61,8 ± 1,8	910,3 ± 74*	61,3 ± 3,4
Сырая клетчатка	640,2 ± 43	53,4 ± 3,6	630,4 ± 33	52,7 ± 2,4	636,8 ± 54	53,3 ± 2,8
Сырая зола	242,1 ± 13	41,6 ± 3,5	242,9 ± 11	42,7 ± 2,5	229,7 ± 7,4	39,2 ± 1,8
Сырой жир	454,3 ± 26	76,1 ± 3,9	457,9 ± 9,1	77,1 ± 2,5	462,9 ± 18	78,2 ± 1,7
БЭВ	5261 ± 167	73,0 ± 2,0	5134 ± 237	71,2 ± 3,3	5352 ± 251	74,2 ± 3,8

*, **, *** — $p < 0,05$ по t-критерию при сравнении с соответствующими группами.

деления азота с мочой при сохранении величин выделения азота с калом — как в абсолютном выражении, так и в процентах от принятого и переваренного. Более значительные изменения отмечены в период откорма. В период выращивания потери азота с мочой были минимальными у 3-й группы ($p < 0,05$), а в период откорма наименьшее выделение отмечено во 2-й группе.

Отложение азота возрастало при снижении распадаемости протеина в рационах. Однако достоверные изменения отмечены только во 2-й группе в период откорма ($p < 0,05$), в основном за счет низкого выделения азота с мочой (табл. 6).

Следовательно, скормливание бычкам комбикормов с более низкой распадаемостью протеина способствует увеличению отложения азота в организме животных и снижению потерь азота с мочой от общего их количества принятого с кормами, что свидетельствует о перспективе их использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота.

Изучаемые показатели крови находились в пределах физиологических величин (табл. 7). Снижение распадаемости в рационах сопровождалось снижением концентрации мочевины в крови (особенно в 3-й груп-

пе) в оба периода опыта. Остальные исследованные показатели не различались между группами.

Изучение морфологии крови бычков показало, что у животных опытных групп отмечалось повышенное содержание в крови эритроцитов, гемоглобина и гематокрита, что свидетельствует о лучшем белковом обеспечении организма этих животных. Остальные показатели не имели достоверных различий.

Выводы/Conclusion

Установлено, что снижение распадаемости сырого протеина кормов за счет замены части натурального подсолнечного шрота на обработанный обеспечивает достоверное снижение содержания аммиака в рубцовой жидкости с 9,73 до 9,0 мг / 100 мл в период выращивания ($p < 0,1$) и с 16,8 до 13,2 мг / 100 мл в период откорма ($p < 0,05$), за счет чего снижалось выделение азота с мочой с 31,0 до 26,0 г/сут ($p < 0,05$) и с 73,0 до 62,0 г/сут ($p < 0,05$) и увеличивался среднесуточный прирост живой массы с 1300 г/сут до 1375 ($p < 0,05$) в соответствующие периоды.

Снижение распадаемости сырого протеина до уровня 60% за счет замены части натурального подсолнеч-

Таблица 6. Баланс азота бычков в период выращивания и откорма ($n = 3, M \pm m$)

Table 6. Nitrogen balance of calves during rearing and fattening ($n = 3, M \pm m$)

Показатель / группа	Период выращивания			Период откорма		
	1-я группа (распадаемость СП — 65%)	2-я группа (распадаемость СП — 60%)	3-я группа (распадаемость СП — 55%)	1-я группа (распадаемость СП — 69%)	2-я группа (распадаемость СП — 64%)	3-я группа (распадаемость СП — 62%)
Принято азота с кормом, г	148,9 ± 0,5	148,8 ± 0,2	148,6 ± 0,3	238,5 ± 0,8	238,1 ± 0,4	237,6 ± 0,2
Выделено азота с калом, г	54,18 ± 2,2	55,05 ± 1,4	56,61 ± 0,9	91,2 ± 3,1	91,00 ± 2,8	92,00 ± 3,4
Выделено азота с мочой, г	31,02 ± 2,3	28,35 ± 1,9	26,05 ± 2,4*	73,00 ± 2,7	62,00 ± 3,4*	65,00 ± 2,1*
% от принятого	20,8	19,05	17,53	30,6	26,0	27,3
% от переваренного	32,7	30,2	28,3	49,5	42,1	44,6
Переварено в пищеварительном тракте, г	94,72 ± 2,4	93,75 ± 1,6	92,0 ± 2,1	147,3 ± 3,8	147,1 ± 3,2	145,6 ± 2,4
Использовано на отложение, г	63,4 ± 1,4	65,4 ± 2,2	65,94 ± 1,8	74,3 ± 2,7	85,1 ± 3,4*	80,6 ± 4,2
% от принятого	42,6	43,9	44,3	31,1	35,7	33,9
% от переваренного	66,9	69,7	71,7	50,4	57,8	55,3

* $p < 0,05$ по t-критерию при сравнении с соответствующими группами.

Таблица 7. Биохимические и морфологические показатели крови бычков через три часа после утреннего кормления в период выращивания и откорма ($n = 3, M \pm m$)

Table 7. Biochemical and morphological blood parameters of bulls 3 hours after morning feeding during rearing and fattening ($n = 3, M \pm m$)

Показатели	Периоды опыта					
	выращивание			откорм		
	1-я группа (распадаемость СП – 65%)	2-я группа (распадаемость СП – 60%)	3-я группа (распадаемость СП – 55%)	1-я группа (распадаемость СП – 69%)	2-я группа (распадаемость СП – 64%)	3-я группа (распадаемость СП – 62%)
Общий белок, г/л	53,3 ± 0,51	55,3 ± 2,13	53,7 ± 0,72	55,9 ± 1,62	56,4 ± 2,9	53,6 ± 2,5
Мочевина, ммоль/л	3,21 ± 0,2	3,61 ± 1,3	2,73 ± 1,1	10,2 ± 1,4	9,0 ± 1,4	7,25 ± 0,71
Креатинин, ммоль/л	81,0 ± 9,32	68,9 ± 0,66	69,5 ± 3,68	97,3 ± 0,9	90,0 ± 4,9	91,8 ± 0,5
Глюкоза, ммоль/л	5,64 ± 0,3	5,56 ± 0,17	5,11 ± 0,16	5,18 ± 0,21	5,51 ± 0,6	4,71 ± 0,27
Триглицериды, ммоль/л	0,27 ± 0,02	0,32 ± 0,03	0,27 ± 0,01	0,33 ± 0,01	0,28 ± 0,02	0,30 ± 0,01
Холестерин, ммоль/л	1,84 ± 0,24	1,78 ± 0,12	1,88 ± 0,13	2,06 ± 0,23	2,45 ± 0,04	2,06 ± 0,05
Х-ЛПВП, ммоль/л	0,74 ± 0,02	0,69 ± 0,04	0,66 ± 0,09	0,55 ± 0,02	0,49 ± 0,1	0,68 ± 0,15
Х-ЛПНП, ммоль/л	0,94 ± 0,14	0,92 ± 0,08	1,04 ± 0,06	1,24 ± 0,18	1,51 ± 0,06	1,28 ± 0,10
Билирубин прямой, ммоль/л	0,23 ± 0,05	0,35 ± 0,01	0,63 ± 0,04	0,42 ± 0,16	0,57 ± 0,09	0,49 ± 0,02
Билирубин общий, ммоль/л	0,64±0,07	0,63±0,11	0,63±0,16	0,64±0,12	0,4±0,18	0,57±0,12
АЛТ, мкат/л	25,03 ± 3,9	24,4 ± 1,27	24,4 ± 0,6	26,8 ± 2,86	25,3 ± 1,2	23,8 ± 2,58
АСТ, мкат/л	63,7 ± 4,79	63,3 ± 5,35	65,7 ± 3,05	60,9 ± 4,11	60,4 ± 9,24	56,0 ± 3,71
Щелочная фосфатаза, мкат/л	251 ± 19,8	195 ± 10,5	179 ± 24,0	186 ± 14,2	197 ± 11,8	201 ± 13,7
Лейкоциты*10 ⁹	85,1 ± 18,2	98,7 ± 7,22	87,8 ± 6,4	73,5 ± 6,89	90,5 ± 4,12	87,8 ± 11,2
Лимфоциты*10 ⁹	66,2 ± 16,4	80,6 ± 7,37	73,8 ± 11,7	61,7 ± 10,0	75,4 ± 14,2	69,8 ± 8,9
Моноциты*10 ⁹	3,5 ± 2,0	4,6 ± 1,4	2,0 ± 1,2	1,67 ± 0,76	2,0 ± 1,4	1,6 ± 0,17
Гранулоциты*10 ⁹	10,4 ± 0,05	13,4 ± 1,56	9,6 ± 1,8	8,6 ± 1,3	10,3 ± 2,9	7,1 ± 2,9
Эритроциты*10 ¹²	6,5 ± 0,02	7,7 ± 0,71*	7,2 ± 0,6	7,0 ± 0,07	7,6 ± 0,26*	7,7 ± 0,65
Гемоглобин, г/л	106,6 ± 4,2	119,3 ± 5,9*	118 ± 3,78*	106 ± 2,6	118 ± 1,01*	123 ± 7,61*
Гематокрит	29,3 ± 1,05	34,5 ± 2,28	32,3 ± 2,28	30,8 ± 1,32	31,5 ± 0,75	34,4 ± 2,06
Тромбоциты*10 ⁹	347 ± 29,3	645 ± 78,5	286 ± 34,0	387 ± 69,9	370 ± 35,4	522 ± 86,1
Тромбокрит	0,14 ± 0,01	0,31 ± 0,04	0,14 ± 0,02	0,18 ± 0,03	0,13 ± 0,06	0,25 ± 0,04

ного шрота на обработанный обеспечивает достоверное увеличение прироста живой массы до 75 г/сут в сравнении с аналогичным рационом с уровнем распа-

даемости 65%. Снижение распадаемости сырого протеина до уровня 55% нивелирует полученный эффект его использования.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.

Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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. Lemiasheuski V., Ostrenko K., Kutin I. Assessment of Rumen Digestion Processes and Productivity of Fattening Bull Calves with a High Level of Concentrates in the Diet. *International Scientific Conference Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East. Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2021)*. 2022; 709–718. DOI: 10.1007/978-3-030-91405-9_78
2. Натинчик Т.М. Особенности биохимических и микробиологических процессов в рубце бычков при скармливании высокобелковых кормов с «защищенным» протеином. *Зоотехническая наука Беларуси*. 2021; 56(1): 242–251. eLIBRARY ID: 47278506
3. Bandyk C.A., Cochran R.C., Wickersham T.A., Titgemeyer E.C., Farmer C.G., Higgins J.J. Effect of ruminal vs postprandial administration of degradable protein on utilization of low-quality forage by beef steers. *Journal of Animal Science*. 2001; 79(1):225–231. DOI: 10.2527/2001.791225x

REFERENCES

1. Lemiasheuski V., Ostrenko K., Kutin I. Assessment of Rumen Digestion Processes and Productivity of Fattening Bull Calves with a High Level of Concentrates in the Diet. *International Scientific Conference Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East. Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2021)*. 2022; 709–718. DOI: 10.1007/978-3-030-91405-9_78
2. Natynchik T.M. Specific features of biochemical and microbiological processes in rumen of steers when fed with high protein feed with "protected" protein. *Zootechnical Science of Belarus*. 2021; 56(1): 242–251 eLIBRARY ID: 47278506 (In Russian).
3. Bandyk C.A., Cochran R.C., Wickersham T.A., Titgemeyer E.C., Farmer C.G., Higgins J.J. Effect of ruminal vs postprandial administration of degradable protein on utilization of low-quality forage by beef steers. *Journal of Animal Science*. 2001; 79(1):225–231. DOI: 10.2527/2001.791225x

4. Галочкин В.А., Галочкина В.П., Остренко К.С. Влияние кормов с разным уровнем обменного протеина на интенсивность выращивания бычков. *Эффективное животноводство*. 2019; (1): 54–56. DOI: 10.24411/9999-007A-2019-10008
5. Погосян Д.Г. Влияние качества и уровня протеина в рационах на интенсивность роста бычков на откорме. *Нива Поволжья*. 2019; (4): 102–108. DOI: 10.36461/NP.2019.52.3.015
6. Акчурин Ф. Влияние генотипа и пола молодняка на выход и качество говядины. *Молочное и мясное скотоводство*. 2000; (7): 4–5.
7. Shibata M., Hikino Y., Matsumoto K. Influence of feeding a grass hay diet during the early stage of the fattening period on growth performance, carcass characteristics, and meat production in Japanese Black steers. *Animal Science Journal*. 2019; 90(2):196–204. DOI: 10.1111/asj.13139
8. Мещеряков А.Г. Научные и практические подходы рационального использования кормового протеина в рационах мясного скота с учетом особенностей его метаболизма. *Автореф. дисс. докт. биол. наук*. Оренбург. 2008; 49.
9. Лемешевский В.О., Харитонов Е.Л., Остренко К.С. Рубцовое пищеварение у бычков при разном соотношении распадаемого и нераспадаемого протеина в рационе. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2020; 2:90–98. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2020.2.90-98
10. Харитонов Е.Л., Березин А.С. Процессы рубцового пищеварения у бычков в периоды выращивания и откорма при разном уровне обменного протеина в рационе. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2019; 4:64–72. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2019.4.64-72
11. Лемешевский В.О., Харитонов Е.Л., Остренко К.С., Черепанов Г.Г. Физиологические и продуктивные эффекты обработки пропиононовой кислотой размолотого зерна гороха для защиты от распада в рубце у выращиваемых бычков. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2020; (4):82–91. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2020.4.82-91
12. Антонович А.М., Радчиков В.Ф., Люндышев В.А., Груша А.А. Степень расщепляемости протеина в рубце бычков при скормлении гранулированного люпина. *Агропанорама*. 2020; (6):15–18. eLIBRARY ID: 46114778
13. Oria F., Aldrich C.G., Elizalde J.C., Bauer L.L., Merchen N.R. The effects of dry extrusion temperature of whole soybeans on digestion of protein and amino acids by steers. *Journal of Animal Science*. 2002; 80(9):2493–2501. DOI: 10.1093/ansci/80.9.2493
14. Харитонов Е.Л., Погосян Д.Г. К методике определения переваримости сырого протеина кормов. *Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных*. 1992; (1):66–70. eLIBRARY ID: 24495012
4. Galochkin V.A., Galochkina V.P., Ostrenko K.S. The influence of feed with different levels of exchange protein on the intensity of bull-rearing. *Efficient animal husbandry*. 2019; (1): 54–56. DOI: 10.24411/9999-007A-2019-10008 (In Russian)
4. Pogosyan D.G. Influence of the quality and the level of protein in diets on the growth rate of fattening bull-calves. *Volga Region Farmland*. 2019; (4): 102–108. DOI: 10.36461/NP.2019.52.3.015 (In Russian)
6. Akchurina F. Influence of the genotype and sex of young animals on the yield and quality of beef. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2000; (7):4–5. (In Russian)
7. Shibata M., Hikino Y., Matsumoto K. Influence of feeding a grass hay diet during the early stage of the fattening period on growth performance, carcass characteristics, and meat production in Japanese Black steers. *Animal Science Journal*. 2019; 90(2):196–204. DOI: 10.1111/asj.13139
8. Meshcheryakov A.G. Scientific and practical approaches to the rational use of feed protein in the diets of beef cattle, taking into account the peculiarities of its metabolism. *Abstract of the dissertation of Doctor of Biology*. Orenburg. 2008; 49. (In Russian)
9. Lemeshevsky V.O., Kharitonov E.L., Ostrenko K.S. Ruminal digestion in steers at different ratios of degradable and non-degradable protein in the diet. *Problems of Productive Animal Biology*. 2020; 2)90–98. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2020.2.90-98 (In Russian)
10. Харитонов Е.Л., Березин А.С. Процессы рубцового пищеварения у бычков в периоды выращивания и откорма при разном уровне обменного протеина в рационе. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2019; 4:64–72. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2019.4.64-72 (In Russian)
11. Lemeshevsky V.O., Kharitonov E.L., Ostrenko K.S., Cherepanov G.G. Physiological and productive effects of processing of grinded peas by propionic acid for protection from ruminal degradation in growing bulls. *Productive Animal Biology*. 2020; (4):82–91. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2020.4.82-91 (In Russian)
12. Antonovich A.M., Radchikov V.F., Lyundyshev V.A., Grusha A.A. The degree of protein cleavability in the rumen of bulls when feeding granulated lupin. *Agropanorama*. 2020; (6):15–18. eLIBRARY ID: 46114778 (In Russian)
13. Oria F., Aldrich C.G., Elizalde J.C., Bauer L.L., Merchen N.R. The effects of dry extrusion temperature of whole soybeans on digestion of protein and amino acids by steers. *Journal of Animal Science*. 2002; 80(9):2493–2501. DOI: 10.1093/ansci/80.9.2493
14. Kharitonov E.L., Pogosyan D.G. To the methodology for determining the digestibility of raw protein feed. *Bulletin of the All-Union Research Institute of Physiology, Biochemistry and Nutrition of farm animals*. 1992; (1):66–70. eLIBRARY ID: 24495012 (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Николай Владимирович Василевский, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных — филиал ФНЦ им. Л.К. Эрнста, пос. Институт, Боровск, Калужская обл., 249010, Россия vasilevskii.n@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-7437-2910>

Александр Сергеевич Березин, научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных — филиал ФНЦ им. Л.К. Эрнста, пос. Институт, Боровск, Калужская обл., 249010, Россия learnedcat@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-0197-7844>

Елена Андреевна Лысова, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных — филиал ФНЦ им. Л.К. Эрнста, пос. Институт, Боровск, Калужская обл., 249010, Россия <https://orcid.org/0000-0003-4195-2051>

Александр Сергеевич Ушаков, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных — филиал ФНЦ им. Л.К. Эрнста, пос. Институт, Боровск, Калужская обл., 249010, Россия asu2004@bk.ru <https://orcid.org/0000-0001-5253-6083>

Ирина Геннадьевна Сметанина, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных — филиал ФНЦ им. Л.К. Эрнста, пос. Институт, Боровск, Калужская обл., 249010, Россия sme.irina2011@yandex.ru <https://orcid.org/>

Александр Викторович Демьянов, аспирант, Белгородский государственный аграрный университет, ул. Вавилова, 1, пос. Майский, Белгородская обл., 308503, Россия a.v.demyanov@efko.ru <https://orcid.org/>

ABOUT THE AUTHORS:

Nikolay Vladimirovich Vasilevsky, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, All-Russia Research Institute of Animal Physiology, Biochemistry, and Nutrition — Branch of the Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, village Institute, Borovsk, Kaluga Region, 249010, Russia vasilevskii.n@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-7437-2910>

Aleksandr Sergeevich Berezin, Researcher, All-Russia Research Institute of Animal Physiology, Biochemistry, and Nutrition — Branch of the Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, village Institute, Borovsk, Kaluga Region, 249010, Russia learnedcat@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-0197-7844>

Elena Andreevna Lesova, Candidate of Biological Sciences, Researcher, All-Russia Research Institute of Animal Physiology, Biochemistry, and Nutrition — Branch of the Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, village Institute, Borovsk, Kaluga Region, 249010, Russia <https://orcid.org/0000-0003-4195-2051>

Aleksandr Sergeevich Ushakov, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, All-Russia Research Institute of Animal Physiology, Biochemistry, and Nutrition — Branch of the Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, village Institute, Borovsk, Kaluga Region, 249010, Russia asu2004@bk.ru <https://orcid.org/0000-0001-5253-6083>

Irina Gennadevna Smetanina, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, All-Russia Research Institute of Animal Physiology, Biochemistry, and Nutrition — Branch of the Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, village Institute, Borovsk, Kaluga Region, 249010, Russia sme.irina2011@yandex.ru <https://orcid.org/>

Aleksandr Viktorovich Demyanov, graduate student, Belgorod State Agrarian University, 1 Vavilova str., vil. Maysky, Belgorod region, 308503, Russia a.v.demyanov@efko.ru <https://orcid.org/>

М.И. Клементьев,
М.Г. Чабаев, ✉
Е.Ю. Цис,
Р.В. Некрасов

Федеральный исследовательский центр
животноводства — ВИЖ им. академика
Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы,
Московская обл., Россия

✉ chabaev.m.g-1@mail.ru

Поступила в редакцию:
25.10.2022

Одобрена после рецензирования:
15.01.2023

Принята к публикации:
28.02.2023

Влияние различных соединений селена на продуктивность, обменные процессы молодняка крупного рогатого скота

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В современных условиях интенсивного ведения животноводства первостепенное значение придается скармливанию хелатных форм микроэлементов, в частности селену (Se). Цель исследований заключалась в разработке норм скармливания органического Se для телят молочного и послемолочного периодов выращивания.

Материалы и методы. Научно-хозяйственный и балансовый опыт в АО «Молоди» Чеховского района Московской области на 55 головах молодняка крупного рогатого скота черно-пестрой голштинизированной породы. При проведении исследований телятам 1-й контрольной группы (С-) скармливали корма основного рациона (ОР) без каких-либо добавок Se, тогда как телятам 2-й опытной группы (С+) скармливали ОР и Se в количестве 0,30 мг/кг сухого вещества (СВ) рациона (дополнительно задавался премикс, содержащий селенит натрия), животным 3-й опытной группы (Е100) скармливали дополнительно к ОР Se в органической форме плюс 0,30 мг/кг СВ рациона (в молочный и послемолочный периоды, аналогам из 4-й опытной группы (Е75) скармливали ОР плюс 0,22 мг/кг СВ рациона Se (в органической форме), телятам 5-й опытной группы (Е50) скармливали в составе ОР 0,15 мг/кг Se (в органической форме).

Результат. В среднем за период проведения эксперимента общий среднесуточный прирост живой массы телят опытных групп составил, соответственно, 719 г, 736 г, 781 г, 710 г (или на 6,8%, 9,4%, 16%, 5,5%) и на 8,6% больше по сравнению с контролем и телятами 2-й опытной группы, получавшими неорганическую форму Se согласно нормам потребностей молочного скота.

Ключевые слова: телята молочные, откорм, органический Se, прирост, переваримость, морфологические показатели крови, биохимические показатели крови

Для цитирования: Клементьев М.И., Чабаев М.Г., Цис Е.Ю., Некрасов Р.В. Влияние различных соединений селена на продуктивность, обменные процессы молодняка крупного рогатого скота. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 87–93. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-87-93>

© Клементьев М.И., Чабаев М.Г., Цис Е.Ю., Некрасов Р.В.

Influence different form of selenium to production and metabolic process of young cattle

ABSTRACT

Relevance. In modern conditions of intensive animal husbandry, primary importance is attached to the feeding of chelated forms of trace elements, in particular selenium. The purpose of the research was to develop norms for feeding organic selenium for calves in the dairy and post-dairy growing periods.

Materials and methods. Scientific, economic and balance experience in JSC «Molodi» of the Chekhov district of the Moscow region on 55 heads of young cattle of a black-and-white Holstein breed. During the studies, the calves of the 1st control group (C-) were fed the feed of the main diet (OR) without any Se additives, while the calves of the 2nd experimental group (C+) were fed OR and Se in an amount of 0.30 mg/kg of dry matter (CB) of the diet (additionally, a premix was set, containing sodium selenite), animals of the 3rd experimental group (E100) were fed in addition to OR Se in organic form plus 0.30 mg/kg of the ration (in the dairy and post-dairy periods, analogues from the 4th experimental group (E75) were fed OR plus 0.22 mg/kg of the Se ration (in organic form), calves of the 5th experimental group (E50) were fed as a part of OR 0.15 mg/kg Se (in organic form).

Results. On average, over the period of the experiment, the total average daily increase in live weight of calves of the experimental groups was, respectively, 719 g, 736 g, 781 g, 710 g (or by 6,8%, 9,4%, 16%, 5,5%) and by 8.6% more compared to the control and calves of the 2nd an experimental group that received an inorganic form of selenium according to the norms of the needs of dairy cattle.

Keywords: dairy calves, organic selenium, fattening, growth, digestibility, morphological and biochemical parameters of blood

For citation: Klementyev M.I., Chabaev M.G., Cis E.Yu., Nekrasov R.V. Influence different form of selenium to production and metabolic process of young cattle. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 87–93. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-87-93> (In Russian).

© Klementyev M.I., Chabaev M.G., Cis E.Yu., Nekrasov R.V.

Marat I. Klementiev,
Magomed G. Chabaev, ✉
Elena Y. Tsis,
Roman V. Nekrasov

Federal Research Center for Animal
Husbandry named after Academy Member
L.K. Ernst, Dubrovitsy, Moscow region,
Russia

✉ chabaev.m.g-1@mail.ru

Received by the editorial office:
09.09.2022

Accepted in revised:
15.01.2023

Accepted for publication:
28.02.2023

Введение / Introduction

В обеспечении высокой продуктивности сельскохозяйственных животных основная роль отводится созданию прочной кормовой базы, организации их полноценного питания, основанного на знании потребностей растущего организма в энергии, питательных и биологически активных веществах с учетом их физиологического состояния, уровня продуктивности и целевого назначения [1].

При организации полноценного кормления растущего молодняка крупного рогатого скота особую роль выполняют минеральные вещества, что является структурным материалом при формировании тканей, органов. Они входят в состав органических веществ, участвуют в процессе дыхания, кроветворения, переваривания, всасывания, синтеза, расхода и выделения продуктов обмена из организма, взаимосвязаны с деятельностью многих биологически активных веществ и в целом воздействуют на белковый, углеводный, жировой обмен веществ и многочисленные физиологические функции организма [2].

Одним из биологически значимых нутриентов для растущего организма животных является Se. Он присутствует во всех органах, тканях, жидкостях и клетках организма, активирует рост и развитие растущего молодняка крупного рогатого скота, участвует в многочисленных биохимических реакциях организма. Наивысшая концентрация Se находится в почках, затем в печени, легких, поджелудочной железе, мышцах, костях, крови, желчи и волосах [3].

С недостатком потребления Se в составе рациона связывают высокую восприимчивость к инфекционным заболеваниям, медленный рост животных, явления токсикоза. Вместе с тем Se функционально связан с обменом йода, цинка и другими нормируемыми макро- и микроэлементами. Se является антагонистом особо тяжелых химических элементов — ртути (Hg), кадмия (Cd), свинца (Pb), которые способствуют снижению обменных процессов в организме животных. Невозможна реализация генетического потенциала продуктивности животных и птицы [4–6].

Не менее опасны для организма животных высокие дозы Se в кормах рациона, при которых наблюдаются острые отравления в результате нарушения синтеза ряда аминокислот. Установлено, что Se обеспечивает нормальную деятельность антиоксидантной, иммунной и гептотиллярной систем организма.

Потребность животных удовлетворяется на 90% в Se кормами, 10% приходится на питьевую воду [7, 8].

Концентрация Se в почве состоит из неорганических соединений микроэлемента и органических форм, попадающих в почву вместе с остатками растений и животных организмов. С помощью микрофлоры почвы происходят образование форм, доступных для растений, и высвобождение Se в атмосферу в результате реакции метилирования.

В научно-хозяйственных экспериментах на крупном рогатом скоте установлено, что при дефиците Se в кормах рациона снижается оплодотворяемость, повышаются случаи аборт, мертворождения и задержания последа — до 42% от отелившихся коров [9].

В настоящее время российская и зарубежная промышленность стала выпускать органические формы микроэлементов. Они, в отличие от оксидов, сульфатов, в пищеварительном тракте животных не реагируют с другими питательными веществами рациона и всасываются в легко используемой организмом форме, об-

ладают хорошей биодоступностью и биоактивностью, усваиваются организмом животного лучше за счет преобразования в физиологически активную форму.

В последние годы химическая промышленность производит много селеносодержащих препаратов: «Сел-Плекс» (Alltech), «Селениум Ист» (Angel Yast), «СеленоКи» (Biochem), «Алкосель R397» (Lallemand), «Биопромис Селен» («МС Био»), «Цитоплекс Селен 2000» (Phytobiotics), «В-Траксим Селен» (Pancosma Canada Inc).

Скармливание животным органических форм Se улучшает его доступность, что приводит к оптимизации метаболических процессов в организме животных, улучшению защитных функций, повышению содержания Se в мясе и молоке. Потребности животных в Se могут быть покрыты меньшим количеством его в рационе за счет лучшего усвоения при использовании органических форм.

Цель исследований — научное обоснование норм скармливания Se в органической форме телятам молочного и послемолочного периодов выращивания.

Материал и методы исследования / Material and methods

Научно-хозяйственный и балансовый опыт по изучению продуктивного действия различных форм и уровней Se в рационах телят молочного (с 70-го до 110-го дня) и послемолочного периодов (с 110-го до 200-го дня) проведен в АО «Молоди» Чеховского района Московской области в 2022 г.

Для проведения научно-хозяйственного опыта было сформировано пять групп телят черно-пестрой голшти-низированной породы (по 11 особей в каждой группе). По принципу аналогов телята были разделены с учетом возраста, породности, живой массы при рождении и постановке на опыт. По окончании научно-хозяйственного опыта проведен балансовый опыт на подопытных телятах послемолочного периода. В период проведения балансового эксперимента животным ($n = 3$) скармливали тот же рацион, что и в период научно-хозяйственного опыта, с теми же минеральными добавками.

Содержание подопытных телят всех пяти групп при проведении научно-хозяйственного опыта было групповым с прогулкой на выгульных площадках, тогда как при проведении балансового опыта телята находились на привязи без прогулок.

Питательная потребность в Se у крупного рогатого скота оценивается в 100 мкг/кг СВ рациона для мясного скота и в 300 мкг/кг — для молочных коров и телят [4].

При проведении научно-хозяйственного опыта телятам 1-й контрольной группы скармливали корма ОП

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта
Table 1. Scheme of scientific and economic experience

Группа	Условия кормления
1-я контрольная (С-)	ОП
2-я опытная (С+)	ОП + 0,30 мг/кг СВ рациона неорганической формы Se (100% от нормы)
3-я опытная (Е100)	ОП + 0,30 мг/кг СВ рациона Se в органической форме (100% от нормы)
4-я опытная (Е75)	ОП + 0,22 мг/кг СВ рацион Se в органической форме (75% от нормы)
5-я опытная (Е50)	ОП + 0,15 мг/кг СВ рацион Se в органической форме (50% от нормы)

без каких-либо добавок (С-). Согласно схеме опыта животным 2-й опытной группы (С+) скармливали ОР и дополнительно премикс, содержащий Se (в виде селенита натрия) в количестве 0,30 мг/кг СВ рациона, животным 3-й опытной группы скармливали Se дополнительно к ОР плюс 0,30 мг/кг СВ рациона в органической форме (в молочный и послемолочный периоды), аналогам из 4-й опытной группы скармливали 0,22 мг/кг СВ рациона, а телятам 5-й опытной группы — 0,15 мг/кг СВ рациона Se в органической форме (табл. 1).

В качестве источника неорганического Se использовали селенит натрия («Унихим», Россия), в качестве органической — «В-Траксим Селен» (Pancosma Inc., Швейцария). Последний представляет собой хелатное соединение Se и низкомолекулярного гидролизата соевого белка. Не содержит генно-модифицированных продуктов. По внешнему виду — сыпучий мелкодисперсный порошок красного или коричневого цвета. Не растворим в воде, при хранении не слеживается, хорошо смешивается с кормами. В наших исследованиях использовали препарат с концентрацией Se 1,1%.

Питательная ценность кормов в эксперименте была оценена в лаборатории химико-аналитических исследований в животноводстве в ВИЖ им Л.К. Эрнста ГОСТ 13496.15-2016¹, ГОСТ 31640-2012², ГОСТ 31675-2012³, ГОСТ 13496.4-2019⁴, ГОСТ 26176-2019⁵, ГОСТ 32904-2014⁶ и ГОСТ ISO 6491-2016⁷.

Контроль за интенсивностью роста телят проводили методом их индивидуального взвешивания через каждые 30 дней учетного периода.

Для определения влияния различных форм и уровней Se на организм животных через каждые 15 суток проводили индивидуальный учет поедаемости задаваемых кормов и их остатков на протяжении всего учетного периода.

По завершении научно-хозяйственного опыта проведен балансировый опыт по изучению переваримости питательных веществ кормов с применением метода балластных веществ. В качестве балластного вещества применяли окись хрома (Cr_2O_3), которую в определенном количестве добавляли к испытываемому корму и равномерно перемешивали. Балластное вещество в процессе переваривания корма не усваивается и выделяется с калом. Коэффициент переваримости (КП) вычисляли по формуле:

$$\text{КП, \%} = \frac{100 - B_2 \times \text{инертное вещество в корме} \times 100}{B_1 \times \text{инертное вещество в кале}},$$

где B_1 — процент питательного вещества в корме, B_2 — процент питательного вещества в кале.

Для определения влияния разных форм и уровней Se на поедаемость кормов в балансовом эксперименте проводили ежедневный учет задаваемых кормов и их остатков.

Продолжительность научно-хозяйственного опыта телят молочного и послемолочного периодов составила 130 дней — с 70-го до 200-дневного возраста.

Для оценки клинико-физиологического и метаболического статуса организма в конце опыта у средних по живой массе животных ($n = 5$) из каждой группы утром (до кормления) были отобраны из яремной вены образцы крови в вакуумные пробирки (ЭДТА (10 мл) и EDTA (5 мл) для дальнейшего определения биохимических показателей на автоматическом биохимическом анализаторе Chem Well (Awareness Technology, США).

Биохимические исследования сыворотки крови включали: АСТ, АЛТ — УФ-кинетическим методом; щелочную фосфатазу — кинетическим методом; общий белок — биуретовым методом; альбумины — колориметрическим методом; креатинин — кинетическим методом Яффе; мочевины — ферментативным колориметрическим методом по Бертелоту; глюкозу — ферментативным глюкозоксидазным методом; общий билирубин — количественное определение методом Walters и Gerarde; триглицериды — ферментативно-колориметрическим методом (GPO-PAP); общий холестерин — ферментативно-колориметрическим методом; кальций — О-крезолфталейновым комплексным методом; фосфор — колориметрическим методом; магний — колориметрическим методом; железо — колориметрическим методом; хлориды —

Таблица 2. Состав и питательность рациона телят за период проведения опыта (в среднем)
Table 2. Composition and nutrition of the diet of calves for the period of the experiment (on average)

Показатель	Группа				
	С-	С+	Е100	Е75	Е50
Молоко цельное, кг	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
Комбикорм, кг	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Сенаж, кг	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62
Силос, кг	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Сено, кг	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Премикс, г	20	20	20	20	20
NaCl, г	23	23	23	23	23
В рационе содержится:					
обменная энергия, МДж	43,9	43,9	43,9	43,9	43,9
сухое вещество, г	4,08	4,08	4,08	4,08	4,08
сырой протеин, г	656	656	656	656	656
протеин переваримый, г	307	307	307	307	307
сырой жир, г	248	248	248	248	248
сырая клетчатка, г	664	664	664	664	664
сахар, г	220	220	220	220	220
Са, г	46	46	46	46	46
Р, г	18	18	18	18	18

¹ ГОСТ 13496.15-2016 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира.

² ГОСТ 31640-2012 Корма. Методы определения содержания сухого вещества.

³ ГОСТ 31675-2012 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации.

⁴ ГОСТ 13496.4-2019 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина.

⁵ ГОСТ 26176-2019 Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов.

⁶ ГОСТ 32904-2014 Корма, комбикорма. Определение содержания кальция титриметрическим методом.

⁷ ГОСТ ISO 6491-2016 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение содержания фосфора спектрометрическим методом.

колориметрическим методом с использованием тиоцианата; гематологические показатели (содержание лейкоцитов, эритроцитов, концентрация гемоглобина, гематокрит) — на приборе ABC VET (Horiba ABZ Diagnostics Inc., Франция).

Концентрацию селена определяли в НИЦ «Черкизово» (Москва) методом атомной абсорбции.

Полученные в исследованиях материалы обработаны биометрически с использованием метода дисперсионного анализа (ANOVA) посредством программы Statistica (version 10, StatSoft, Inc., 2011) (www.statsoft.com) с вычислением следующих величин: среднеарифметической ошибки (M), среднеквадратической ошибки ($\pm m$) и уровня значимости (p). При $p < 0,001$ результаты исследований считали высокодостоверными, при $p < 0,01$ и $p < 0,05$ — достоверными.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В период проведения научно-хозяйственного опыта животные контрольной и опытных групп получали основной сбалансированный по детализированным нормам рацион кормления (табл. 2).

Основным показателем, характеризующим рост молодняка крупного рогатого скота, является среднесуточный и абсолютный прирост живой массы. Результаты исследований по изучению влияния скармливания различных уровней и форм микроэлемента (Se) на изменения их живой массы приведены в таблице 3.

Результаты, представленные в таблице 3, показывают, что включение в состав рационов телят различных уровней и форм Se неоднозначно сказалось на интенсивности их роста.

При практически одинаковой постановочной живой массе (81,8–83,6 кг) телята C+, E100, E75, E50 опытных групп, получавшие разные уровни и формы Se, к семи-месячному возрасту достигли, соответственно, 175,6 кг, 178,5 кг, 183,3 кг ($p < 0,001$) и 175,9 кг живой массы, что на 5,6 кг, 8,5 кг, 13,3 кг, 5,9 кг (или 3,3%, 5,0%, 7,8%, 3,5%) больше по сравнению с контрольными животными, которые не получали дополнительно в составе кормов рациона микроэлемента.

За период исследований среднесуточные приросты живой массы у телят групп C+, E100, E75, E50, потреблявших разные уровни и формы Se, к семи-месячному возрасту составили, соответственно, 796,7 г ($p < 0,001$), 810,0 г ($p < 0,05$), 840,0 г ($p < 0,05$), 803,3 г ($p < 0,001$), что на 8,7%, 10,5%, 14,6%, 9,6% больше по сравнению с контролем.

В среднем за период проведения эксперимента среднесуточный прирост живой массы телят опытных групп составил, соответственно, 719 г, 736 г, 781 г, 710 г (или на 6,8%, 9,4%, 16%, 5,5%) и на 8,6% больше по сравнению с контролем и телятами 2-й опытной группы, получавшими неорганическую форму Se согласно нормам потребностей молочного скота.

Таблица 3. Динамика живой массы телят в эксперименте ($M \pm m$)
Table 3. Dynamics of live weight of calves in the experiment ($M \pm m$)

Месяцы	Группа				
	C-	C+	E100	E75	E50
Живая масса в возрасте, кг:					
до начала эксперимента	82,5 $\pm$ 6,38	82,1 $\pm$ 6,65	82,8 $\pm$ 4,59	81,8 $\pm$ 2,74	83,6 $\pm$ 5,98
4 месяца	106,9 $\pm$ 6,97	107,5 $\pm$ 5,78	109,6 $\pm$ 4,79	110,3 $\pm$ 2,98	111,0 $\pm$ 4,99
5 месяцев	128,6 $\pm$ 6,62	130,3 $\pm$ 5,73	133,3 $\pm$ 4,89	134,5 $\pm$ 3,47	131,0 $\pm$ 4,34
6 месяцев	148,0 $\pm$ 6,29	151,7 $\pm$ 5,41	154,2 $\pm$ 5,36	158,1 $\pm$ 3,61	151,8 $\pm$ 4,12
7 месяцев	170,0 $\pm$ 5,89	175,6 $\pm$ 5,29	178,5 $\pm$ 5,14	183,3 $\pm$ 3,69 ^a	175,9 $\pm$ 4,55
% к контролю	100,0	103,3	105,0	107,8	103,5
Среднесуточный прирост в возрасте, г:					
4 месяца	610,0 $\pm$ 35,39	635,0 $\pm$ 33,58	670,0 $\pm$ 31,36	712,5 $\pm$ 51,81	685,0 $\pm$ 42,19
5 месяцев	723,3 $\pm$ 52,12	760,0 $\pm$ 20,96	790,0 $\pm$ 21,69	806,7 $\pm$ 32,13	666,7 $\pm$ 28,11 ^b
6 месяцев	646,67 $\pm$ 36,24	713,3 $\pm$ 28,63	696,7 $\pm$ 51,27	786,7 $\pm$ 18,05 ^{***}	693,3 $\pm$ 48,12
7 месяцев	733,33 $\pm$ 23,31	796,7 $\pm$ 21,34	810 $\pm$ 21,11 ^a	840,0 $\pm$ 28,02 ^{***}	803,3 $\pm$ 25,5 [*]
В среднем	673,0	719,2	736,1	780,7	710,0
% к контролю	100,0	106,9	109,4	116,0	105,5
Валовой прирост в возрасте, кг					
4 месяца	24,4 $\pm$ 1,42	25,4 $\pm$ 1,34	26,8 $\pm$ 1,25	28,5 $\pm$ 2,07	27,4 $\pm$ 1,68
5 месяцев	21,7 $\pm$ 1,56	22,8 $\pm$ 0,63	23,7 $\pm$ 0,65	24,2 $\pm$ 0,96	20,0 $\pm$ 0,84 ^b
6 месяцев	19,4 $\pm$ 6,29	21,4 $\pm$ 0,86	20,9 $\pm$ 1,54	23,6 $\pm$ 0,54 ^a	20,8 $\pm$ 1,44
7 месяцев	22,0 $\pm$ 0,69	23,9 $\pm$ 2,02 ^a	24,3 $\pm$ 0,63 ^a	25,2 $\pm$ 0,84 ^a	24,1 $\pm$ 0,76 [*]
В среднем	87,5 $\pm$ 2,21	93,5 $\pm$ 1,86 ^a	95,7 $\pm$ 2,21 ^a	101,5 $\pm$ 2,31	92,3 $\pm$ 3,25
% к контролю	100,0	106,8	109,4	116,0 ^{***a}	105,5

Достоверно при: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ + $p < 0,01$.

a) по отношению к C(-); b) по отношению к C(+)

Таблица 4. Переваримость питательных веществ кормов, % ($M \pm m$, $n = 3$)
Table 4. Feed Nutrient Digestibility, % ($M \pm m$, $n = 3$)

Показатель	Группа				
	C-	C+	E100	E75	E50
Сухое вещество	70,87 $\pm$ 1,10	72,44 $\pm$ 0,71	74,05 $\pm$ 0,61 [*]	74,59 $\pm$ 1,23 ^a	71,29 $\pm$ 0,99
Органическое вещество	72,90 $\pm$ 0,71	74,04 $\pm$ 0,64	74,71 $\pm$ 1,12 [*]	76,54 $\pm$ 0,87 ^a	73,96 $\pm$ 0,95
Протеин	70,07 $\pm$ 0,84	72,24 $\pm$ 1,79	73,23 $\pm$ 1,32 [*]	74,08 $\pm$ 1,25 ^a	71,64 $\pm$ 1,05
Жир	69,32 $\pm$ 0,62	69,99 $\pm$ 1,47	70,34 $\pm$ 0,41	71,12 $\pm$ 1,24	70,58 $\pm$ 1,36
Клетчатка	66,48 $\pm$ 0,41	67,79 $\pm$ 0,64	67,49 $\pm$ 0,76	69,27 $\pm$ 0,50 ^{***a}	67,43 $\pm$ 0,79
БЭВ	74,91 $\pm$ 0,49	75,68 $\pm$ 0,59	76,82 $\pm$ 0,81 [*]	76,96 $\pm$ 1,10	76,39 $\pm$ 0,62 [*]

Достоверно при: * $p < 0,05$, $p < 0,01$. Тенденция: при + $p < 0,1$ по отношению к группе животных, получавших основной рацион без каких-либо добавок (C-).

Молодняк группы C+, получавший в составе кормового рациона 30 мг/кг Se в неорганической форме, уступал животным 3-й и 4-й E100 и E75 опытных групп, потреблявшим 0,30 мг/кг и 0,22 мг/кг СВ рациона органического Se, по живой массе и среднесуточным приростом, соответственно, на 2,9 кг и 7,7 кг, 13,4 кг и 43,4 кг (или на 1,7% и 4,5%, 2,6% и 9,3%).

Самые низкие среднесуточные приросты живой массы были от телят 2-й опытной группы C+, получавших 0,30 мг/кг СВ рациона, и составили 719 г, что практически находились на одном уровне с молодняком 5-й опытной группы, получавшим 0,15 мг/кг СВ рациона неорганического Se, что подтверждает возможность замены полной нормы неорганического Se на 50% органического в рационах телят с 70-дневного до 7-месячного возраста.

Анализ затрат кормов на единицу произведенной продукции показывает, что телята из 3-й E100 и 4-й (E75) опытных групп, получавшие в составе кормового рациона 0,30 мг и 0,22 мг СВ органического Se, на 8,60% и 13,75% и 8,56% 13,79% меньше затрачивали энергетических кормовых единиц и переваримого протеина на 1 кг прироста массы тела по отношению к группе C-.

По результатам балансового опыта (табл. 4) установлено, что у телят 1-й контрольной группы самая низкая переваримость сухого органического вещества, протеина, жира, клетчатки, БЭВ по сравнению с молодняком опытных групп. В то же время включение в состав рационов телят 2-й опытной группы 30 мг/кг СВ неорганического Se способствовало увеличению переваримости питательных веществ по сравнению с контролем, хотя достоверных различий не было установлено.

Животные 3-й и 4-й опытных групп, получавшие в составе рациона 0,30 мг/кг и 0,22 мг/кг СВ органического Se, лучше переваривали: сухое вещество — на 3,18% и 3,92% ($p < 0,1$), органическое вещество — на 1,81% ($p < 0,1$) и 3,64% ($p < 0,05$), протеин — на 3,93% и 4,01% ($p < 0,1$), жир — на 1,02% и 1,80%, клетчатку — на 1,01% и 2,79% ($p < 0,01$), БЭВ — на 1,91% ($p < 0,1$) и 2,05% по сравнению с контролем.

Телята 2-й опытной группы, получавшие в составе рациона 0,30 мг/кг СВ Se в неорганической форме, по переваримости питательных веществ кормов рациона равноценны животным, потреблявшим 0,15 мг/кг СВ Se органической природы, что согласуется с данными среднесуточных приростов живой массы, полученными в ходе научно-хозяйственного опыта.

Следовательно, увеличение переваримости питательных веществ у молодняка крупного рогатого скота опытных групп по сравнению с контролем, по всей видимости, достигается за счет активизации пищеварительных ферментов в организме под воздействием активности и биодоступности органического Se.

Для оценки физиолого-биохимического состояния организма животных были изучены морфологические и биохимические показатели крови при включении в

рационы телят молочного и послемолочного периодов различных уровней и форм Se (табл. 5).

Полученные данные по гематологическим показателям свидетельствуют о тесной взаимосвязи отдельных показателей крови с живой массой и среднесуточными приростами молодняка крупного рогатого скота.

Отсутствие влияния добавок Se на концентрацию общего белка и альбумина в исследовании подтверждают выводы Żarczyńska и др. [10] и Zaki и др. [11]. Повышение активности ферментов печени, особенно АСТ, является чувствительным индикатором потенциального отравления Se у жвачных животных. Тем не менее исследование на козах показало, что Se может стимулировать биосинтез белка, а добавка Se — увеличить концентрацию общего белка в крови у жвачных животных. Но такие эффекты наблюдались в ходе гораздо более длительных исследований — после 160 дней перорального приема Se [11].

Результаты Reczyńska et al. [13] показывают, что скормливание Se увеличивает концентрацию общего холестерина и его фракции ЛПВП (липопротеинов высокой плотности) у телят. Объясняют это наблюдение положительным влиянием повышенной концентрации Se в крови на функцию поджелудочной железы, что способствовало всасыванию и перевариванию пищевого жира. В наших исследованиях мы отмечаем увеличение холестерина в опытных группах на 0,23–1,46 ммоль/л, хотя неспособность добавки Se изменить физиологические нормальные концентрации триглицеридов в сыворотке подтверждает предыдущие выводы о добавке Se телятам [10, 12, 13].

В проведенном исследовании скормливание органической формы Se значительно повысило концентра-

Таблица 5. Биохимические и морфологические показатели крови телят ($M \pm m$, $n = 3$)
Table 5. Biochemical and morphological parameters of blood of calves ($M \pm m$, $n = 3$)

Показатель	Группа				
	C-	C+	E100	E75	E50
Общий белок, г/л	73,90 $\pm$ 2,22	73,07 $\pm$ 1,24	75,67 $\pm$ 0,61	74,72 $\pm$ 0,47	75,67 $\pm$ 1,68
Альбумин, г/л	31,88 $\pm$ 0,94	31,15 $\pm$ 1,15	31,49 $\pm$ 1,15	31,49 $\pm$ 0,30	30,31 $\pm$ 1,78
Глобулин, г/л	42,01 $\pm$ 2,01	41,92 $\pm$ 1,23	44,19 $\pm$ 1,51	43,23 $\pm$ 0,24	45,36 $\pm$ 1,36
Холестерин, ммоль/л	2,95 $\pm$ 0,54	4,41 $\pm$ 0,62	3,34 $\pm$ 0,08	3,84 $\pm$ 0,21	3,18 $\pm$ 0,40
Билирубин общий, мкмоль/л	5,54 $\pm$ 1,63	8,14 $\pm$ 1,14	4,24 $\pm$ 0,19 ^a	4,78 $\pm$ 0,39 ^a	5,43 $\pm$ 0,39 ⁺
АЛТ, МЕ/л	37,37 $\pm$ 2,5	48,77 $\pm$ 0,17 ^{**}	38,66 $\pm$ 2,39 ^b	42,52 $\pm$ 3,15	34,10 $\pm$ 3,02 ^b
АСТ, МЕ/л	69,39 $\pm$ 1,56	67,10 $\pm$ 7,56	88,22 $\pm$ 2,13 ^{**a}	83,96 $\pm$ 1,73 ^{***+}	75,63 $\pm$ 6,56
Креатинин, мкмоль/л	58,62 $\pm$ 5,79	70,07 $\pm$ 6,63	70,41 $\pm$ 5,51	56,06 $\pm$ 2,70	59,62 $\pm$ 6,90
Мочевина, ммоль/л	3,21 $\pm$ 0,24	3,21 $\pm$ 0,32	2,83 $\pm$ 0,03	2,99 $\pm$ 0,31	2,63 $\pm$ 0,30
Фосфолипиды, ммоль/л	1,58 $\pm$ 0,30	2,40 $\pm$ 0,32	1,83 $\pm$ 0,11	2,22 $\pm$ 0,17	1,69 $\pm$ 0,17
Глюкоза, ммоль/л	4,26 $\pm$ 0,31	4,59 $\pm$ 0,23	3,45 $\pm$ 0,13 ^{ab}	4,42 $\pm$ 0,13	4,36 $\pm$ 0,57
Кальций, ммоль/л	2,90 $\pm$ 0,05	2,80 $\pm$ 0,06	2,79 $\pm$ 0,10	2,86 $\pm$ 0,03	2,72 $\pm$ 0,16
Фосфор, ммоль/л	3,53 $\pm$ 0,15	3,15 $\pm$ 0,22	3,27 $\pm$ 0,11	3,04 $\pm$ 0,12	3,09 $\pm$ 0,22
Магний, ммоль/л	0,62 $\pm$ 0,04	0,58 $\pm$ 0,04	0,65 $\pm$ 0,09	0,59 $\pm$ 0,06	0,56 $\pm$ 0,01
Железо, мкмоль/л	33,95 $\pm$ 1,90	29,57 $\pm$ 3,79	27,74 $\pm$ 3,81	26,65 $\pm$ 3,86	25,55 $\pm$ 2,85 ⁺
Триглицериды, ммоль/л	0,26 $\pm$ 0,02	0,31 $\pm$ 0,05	0,22 $\pm$ 0,02	0,28 $\pm$ 0,05	0,29 $\pm$ 0,03
Хлориды, ммоль/л	106,04 $\pm$ 2,18	105,75 $\pm$ 0,25	104,89 $\pm$ 2,38	107,19 $\pm$ 1,50	106,76 $\pm$ 1,77
Лейкоциты, 10^9 /л	13,48 $\pm$ 0,08	15,00 $\pm$ 1,90	15,23 $\pm$ 1,47	15,23 $\pm$ 1,18	17,72 $\pm$ 1,65 ⁺
Эритроциты, 10^{12} /л	11,13 $\pm$ 0,44	12,81 $\pm$ 0,86	11,11 $\pm$ 0,71	11,46 $\pm$ 0,61	10,85 $\pm$ 0,17 ⁺⁺
Гемоглобин, г/л	101,90 $\pm$ 5,32	109,95 $\pm$ 0,94	101,40 $\pm$ 3,02	106,30 $\pm$ 6,56	105,70 $\pm$ 4,42
Гематокрит, %	42,57 $\pm$ 2,14	47,86 $\pm$ 1,05	42,00 $\pm$ 1,08 ⁺⁺	42,98 $\pm$ 2,06	43,89 $\pm$ 2,04
Селен, мкг/мл	0,0013 $\pm$ 0,0001	0,0013 $\pm$ 0,0001	0,0018 $\pm$ 0,0007	0,0016 $\pm$ 0,0002	0,0014 $\pm$ 0,0004

Достоверно к контролю C- при: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, +тенденция: при $p < 0,1$.

Достоверно к контролю C+ при: ^a $p < 0,05$, ^b $p < 0,01$, ^c $p < 0,001$, ++тенденция: при $p < 0,1$.

цию АСТ в крови телят групп E100 и E75 на 18,83 МЕ/л и 14,57 МЕ/л ($p < 0,01$) по отношению к контрольной группе С- и на 21,12 МЕ/л ($p < 0,01$) и 16,86 МЕ/л ($p < 0,1$) по отношению к группе С+, получавших неорганическую форму Se, при этом концентрация АЛТ увеличилась на 11,40 МЕ/л ($p < 0,01$) в группе С+, получавших неорганическую форму Se в количестве 0,30 мг/кг СВ рациона по сравнению к контрольной группе животных. В группах E100, E75 и E50, получавших органическую форму Se, концентрация АЛТ находилась на уровне контрольной группы телят С-. Сравнивая влияние Se между опытными группами животных, наблюдается снижение АЛТ в группах E100 и E50 на 10,11 МЕ/л и 14,67 МЕ/л ($p < 0,01$) по отношению к группе С+.

Таким образом, различные формы и уровни Se не оказали влияния на активность ферментов печени (АСТ и АЛТ). Аналогичные данные были получены после скормливания коровам селенита натрия в дозе 100 мг на голову в течение 28 дней. Однако телята более чувствительны к отравлению Se. Ежедневное введение телятам селенита натрия в дозе 0,25 мг/кг СВ приводило к клиническим признакам субхронического селеноза через 12 недель введения, когда концентрация Se в крови превышала 1680 мкг/л [14].

В экспериментальном исследовании на буйволиных телятах побочные эффекты проявлялись, когда концентрация Se в цельной крови превышала 2000 мкг/л, а смертность наступала, когда уровень в крови превышал 3400 мкг/л. Максимальная концентрация Se в сыворотке крови в настоящем исследовании составила 200 мкг/л, что значительно ниже значений, связанных с клинической токсичностью.

Результаты измерения уровня глюкозы находились в пределах нормы для телят. Добавка неорганического Se не оказала значимого влияния на концентрацию глюкозы в крови телят, что аналогично исследованиям Żarczyńska et al. [10]. Скармливание органической формы Se снизило концентрацию глюкозы в крови телят опытной группы E100 на 0,81 ммоль/л ($p < 0,1$) по отношению к контрольной группе С- и на 1,14 ммоль/л ($p < 0,01$) по сравнению к С+ группе телят, получавших неорганическую форму.

Теоретически существует влияние Se на метаболизм глюкозы. Исследования на крысах и людях показали, что Se может стимулировать потребление глюкозы и регуляцию метаболических процессов, таких как гликолиз, глюконеогенез, синтез жирных кислот или пентозофосфатный путь [16].

Отсутствие влияния добавок Se в дозах, используемых в данном опыте, на концентрации мочевины и креатинина в сыворотке указывает на то, что не было неблагоприятного воздействия на функцию почек. Точно так же Mudgal et al. (2008) не наблюдали изменений концентрации мочевины и креатинина у телят, получавших селенат натрия в дозе 0,3 мг/кг сухого вещества, который вызывал селеноз импровизированно кормлением пшеничной соломой, обогащенной Se (8,54 ppm), в течение трех месяцев [17].

Введение различных форм и уровней Se не оказало существенного влияния на количество эритроцитов и лейкоцитов.

Наблюдается тенденция увеличения концентрации лейкоцитов в опытной группе E50 на $4,24 \cdot 10^9$ /л ($p < 0,1$) по сравнению с контрольной группой С-, но при этом прослеживается тенденция снижения эритроцитов на $1,96 \cdot 10^9$ /л ($p < 0,1$) по отношению к группе С+.

При изучении содержания Se в сыворотке крови подопытных животных в конце опыта установлено, что при скармливании неорганической формы Se содержание минерала находилось на уровне контроля — 0,0013 мкг/мл. Скармливание органической формы изучаемого элемента приводило к некоторой положительной динамике концентрации элемента в крови: в группе E50 — 0,0014, E75 — 0,0016, E100 — 0,0018 мкг/мл. Таким образом, концентрация Se в сыворотке крови варьировала от 0,0013 до 0,0018 мкг/г ($p > 0,05$) и зависела от количества, дополнительно задаваемого Se (органической формы) с кормом.

Выводы / Conclusion

Установлено, что обогащение рационов телят опытных групп разным количеством органического и неорганического Se не вызывало нарушений в состоянии здоровья и отклонений в обмене веществ подопытных животных.

За период проведения эксперимента от телят, которые дополнительно получали Se в неорганической и органической формах (2-й, 3-й, 4-й и 5-й опытных групп), получено живой массы, соответственно, на 6,0 кг, 8,2 кг, 14,0 кг и 4,8 кг больше, чем от животных контрольной группы.

Таким образом, на основании результатов исследований можно рекомендовать использование Se в органической форме в питании телят молочного и послемолочного периодов с целью повышения продуктивности животных, морфологических, биохимических показателей и получения дополнительной прибыли.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Минобрнауки РФ № 121052600314-1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Алиев А.А., Джамбулатов З.М., Гаджиев Б.М. Изучение влияния различных уровней селена на интенсивность роста живой массы и показатели этого элемента в крови телят 1-6-месячного возраста. *Зоотехника*. 2012; 10: 11–12. eLIBRARY ID: 18043572
- Калашников А.П. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие 3-е изд. Под ред. А.П. Калашникова. М.: Россельхозиздат. 2003; 456. eLIBRARY ID: 18902061

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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 work was carried out within the framework of the state task with the financial support of fundamental scientific research of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. 121052600314-1.

REFERENCES

- Aliev A.A., Dzhambulatov Z.M., Gadzhiev B.M. study the influence a different selenium levels on calves growth and content of this element in blood. *Zootchnics*. 2012; 10: 11–12. eLIBRARY ID: 18043572 (In Russian)
- Kalashnikov A.P. et al. Norms and rations of feeding farm animals. Reference manual 3rd ed. Edited by A.P. Kalashnikov. Moscow: Rossel'hozizdat. 2003; 456. eLIBRARY ID: 18902061 (In Russian)

3. Прытков Ю.Н., Кокорев В.А., Кистина А.А. Оптимизация селенового питания молодняка крупного рогатого скота. Саранск: Изд-во Мордов. гос. ун-та. 2007; 250. eLIBRARY ID: 9140325
4. Некрасов Р.В. и др. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах. М.: Российская академия наук. 2018; 290. eLIBRARY ID: 35382979
5. Саткеева А.Б. Научное и практическое обоснование повышения продуктивности свиней с использованием природных ресурсов и биологически активных веществ в условиях Северного Зауралья: автореферат диссертации кандидата с.-х. наук. Тюмень: 2015; 22. eLIBRARY ID: 30434289
6. Овчинникова Т. Селен: яд и противоядие. *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. 2005; 12: 59–60.
7. Кузнецов С.Г. Кузнецов А.С. Микроэлементы в кормлении животных. *Животноводство России*. 2003; 3: 16–18.
8. Мыsik А.Т., Клементьев М.И., Некрасов Р.В., Чабаяев М.Г., Цис Е.Ю., Сахабудинова Г.В. Апробация хелатных соединений селена в рационах свиноматок в условиях производства. *Зоотехния*. 2018; 3: 9–13. eLIBRARY ID: 34858947
9. Кальницкий Б.Д., Стеценко И.И. Метаболизм и биологическое значение хелатных соединений микроэлементов в организме животных. *Белково-аминокислотное питание с.-х. животных: материалы всесоюзного совещания*. М.: 1987; 91–96.
10. Żarczyńska K., Sobiech P., Tobolski D., Mee J.F., Illek J. Effect of a single, oral administration of selenitetriglycerides, at two dose rates, on blood selenium status and haematological and biochemical parameters in Holstein-Friesian calves. *Ir Vet J*. 2021; 74: 11. <https://doi.org/10.1186/s13620-021-00192-4>
11. Zaki M.S., Hammam A.M., Fawzi O.M., Youssef R.A. Clinicopathological and biochemical study on selenium toxicity in sheep. *J Adv Pharm Edu Res*. 2018; 8 (3): 20–23.
12. Sobiech P. *et al.* Effect of parenteral supplementation of selenium and vitamin E on selected blood biochemical parameters in H-F cows during the transition period. *Medycyna Weterynaryjna*. 2015; 71(11): 683–689.
13. Reczyńska D. *et al.* The impact of organic vs. inorganic selenium D. on dairy goat productivity and expression of selected genes in milk somatic cells. *J Dairy Res*. 2019; 86(1): 48–54. <https://doi.org/10.1017/S0022029919000037>
14. Rampal S., Jindal R. Effect of experimentally induced subchronic selenosis on thyroid hormones and biochemical indices in calves. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 2008; 9: 127–131.
15. Hammon H.M. *et al.* Dexamethasone and colostrum feeding affect hepatic gluconeogenic enzymes differently in neonatal calves. *Journal of Animal Science*. 2003; 81(12): 3095–3106. <https://doi.org/10.2527/2003.81123095x>
16. Fontenelle L.C. *et al.* The role of selenium in insulin resistance. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2018; 54(1): <https://doi.org/10.1590/s2175-97902018000100139>
17. Mudgal V., Garg A.K., Dass R.S., Varshney V.P. Effect of selenium and copper supplementation on blood metabolic profile in male buffalo (*Bubalus bubalis*) calves. *Biological Trace Element Research*. 2007; 121(1): 31–38. <https://doi.org/10.1007/s12011-007-8002-x>
3. Prytkov Ju.N., Kokorev V.A., Kristina A.A. Optimization the norms of selenium in grass rations of young cattle. Saransk: Publishing House of the Mordovian State University. 2007; 250. eLIBRARY ID: 9140325 (In Russian)
4. Nekrasov R.V. *et al.* Nutrient requirements for dairy cattle and pigs. Moscow: Russian Academy of Sciences. 2018; 290. eLIBRARY ID: 35382979 (In Russian)
5. Satkeeva A.B. Scientific and practical justification of increasing the productivity of pigs using natural resources and biologically active substances in the conditions of the Northern Trans-Urals: abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences. Tyumen: 2015; 22. eLIBRARY ID: 30434289 (In Russian)
6. Ovchinnikova T. Selenium: poison and antidote. *Veterinariya sel'skhozajstvennykh zhivotnykh*. 2005; 12: 59–60 (In Russian)
7. Kuznetsov S.G. Kuznetsov A.S. Trace elements in animal feeding. *Animal Husbandry of Russia*. 2003; 3: 16–18 (In Russian)
8. Mysik A.T., Klement'ev M.I., Nekrasov R.V., Chabaev M.G., Cis E.Ju., Sahabudinova G.V. Approbation helates compounds of selenium in sows diets at industrial conditions. *Zootekhnika*. 2018; 3: 9–13. eLIBRARY ID: 34858947 (In Russian)
9. Kalnitsky, B.D. Stetsenko I.I. Metabolism and biological significance of chelate compounds of microelements in the body of animals. *Protein-amino acid nutrition of agricultural animals: materials of the All-Union meeting*. Moscow: 1987; 91–96. (In Russian)
10. Zarczyńska K., Sobiech P., Tobolski D., Mee J.F., Illek J. Effect of a single, oral administration of selenitetriglycerides, at two dose rates, on blood selenium status and haematological and biochemical parameters in Holstein-Friesian calves. *Ir Vet J*. 2021; 74: 11. <https://doi.org/10.1186/s13620-021-00192-4>
11. Zaki, M.S., Hammam, A.M., Fawzi, O.M., Youssef, R.A. Clinicopathological and biochemical study on selenium toxicity in sheep. *J Adv Pharm Edu Res*. 2018; 8 (3): 20–23.
12. Sobiech P. *et al.* Effect of parenteral supplementation of selenium and vitamin E on selected blood biochemical parameters in H-F cows during the transition period. *Medycyna Weterynaryjna*. 2015; 71(11): 683–689.
13. Reczyńska D. *et al.* The impact of organic vs. inorganic selenium D. on dairy goat productivity and expression of selected genes in milk somatic cells. *J Dairy Res*. 2019; 86(1): 48–54. <https://doi.org/10.1017/S0022029919000037>
14. Rampal S., Jindal R. Effect of experimentally induced subchronic selenosis on thyroid hormones and biochemical indices in calves. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 9(2). 2008; 9: 127–131.
15. Hammon H.M. *et al.* Dexamethasone and colostrum feeding affect hepatic gluconeogenic enzymes differently in neonatal calves. *Journal of Animal Science*. 2003; 81(12): 3095–3106. <https://doi.org/10.2527/2003.81123095x>
16. Fontenelle L.C. *et al.* The role of selenium in insulin resistance. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2018; 54(1): <https://doi.org/10.1590/s2175-97902018000100139>
17. Mudgal V., Garg A.K., Dass R.S., Varshney V.P. Effect of selenium and copper supplementation on blood metabolic profile in male buffalo (*Bubalus bubalis*) calves. *Biological Trace Element Research*. 2007; 121(1): 31–38. <https://doi.org/10.1007/s12011-007-8002-x>

ОБ АВТОРАХ

Марат Иванович Клементьев,

кандидат сельскохозяйственных наук, докторант, Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Россия mklementev84@mail.ru

Магомед Газиевич Чабаяев,

доктор сельскохозяйственных наук, Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Россия chabaev.m.g-1@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-1889-6063>

Елена Юрьевна Цис,

кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Россия tsis-elen@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-1988-1189>

Роман Владимирович Некрасов,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Россия nek_roman@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-4242-2239>

ABOUT THE AUTHORS

Marat Ivanovich Klementiev,

Candidate of Agricultural Sciences, doctoral student, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60 Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russia mklementev84@mail.ru

Magomed Gazievich Chabaev,

Doctor of Agricultural Sciences, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60 Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russia chabaev.m.g-1@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-1889-6063>

Elena Yurievna Tsis,

Candidate of Agricultural Sciences, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60 Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russia tsis-elen@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-1988-1189>

Roman Vladimirovich Nekrasov,

Doctor of Agricultural Sciences, professor of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60 Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russia nek_roman@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-4242-2239>

«МАРБОФЛОЦИН® 10%» — СОВРЕМЕННЫЙ АНТИБИОТИК ДЛЯ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ

Мастит у коров — одна из самых серьезных проблем современных животноводческих комплексов, наносящая огромный ущерб, к которому приводят затраты на лечение больного животного и брак молока в течение нескольких дней после окончания курса лечения из-за применения антибиотиков.

Мастит вызывается более чем 140 видами микроорганизмов, при этом из пораженной доли может высеваться несколько видов возбудителей.

Основными средствами, используемыми для лечения мастита, были и остаются антибактериальные препараты. Учитывая высокую антибиотикорезистентность животных к антибиотикам, важной задачей ветеринарного врача является подбор высокоэффективного препарата с широким спектром действия и максимальным коротким периодом ожидания по молоку.

Недавно на рынке появился «Марбофлоцин® 10%» — новый антибактериальный препарат с периодом ожидания по молоку всего 24 часа. В его состав входит марбофлоксацин — фторхинолон последнего, третьего поколения, созданный специально для ветеринарии. Важным преимуществом препарата «Марбофлоцин® 10%» является его чрезвычайно широкий спектр бактерицидного действия на грамположительные и грамотрицательные микроорганизмы, в том числе *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter spp.*, *Proteus spp.*, *Klebsiella spp.*, *Pasteurella spp.*, *Haemophilus spp.*, *Moraxella spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, а также *Mycoplasma spp.*

«Марбофлоцин® 10%» быстро всасывается из места введения и хорошо распределяется в органах и тканях. Максимальная концентрация препарата достигается уже через 1,5 часа после введения. Период полувыведения из плазмы крови для марбофлоксацина составляет около 10 часов, что в 4 раза превышает аналогичный параметр для фторхинолона предыдущего поколения, широко используемого в ветеринарии энрофлоксацина (2,5 часа). Фармакокинетический профиль марбофлоксацина обеспечивает стабильную концентрацию в плазме крови.

Основные преимущества препарата «Марбофлоцин® 10%»:

- Ультракороткий период ожидания по молоку (24 часа).
- Действует на всех основных возбудителей мастита.
- Новое поколение фторхинолонов (преодолевают резистентность к ранее используемым антибиотикам).
- Можно использовать лактирующим и беременным животным.

«Марбофлоцин® 10%» технологичен, вводится подкожно, внутримышечно, один раз в сутки в дозе для крупного скота 1 мл препарата на 50 кг массы

животного, при этом продолжительность курса лечения составляет 3–5 дней. Также возможно однократное применение препарата крупному рогатому скоту внутримышечно в дозе 2 мл препарата на 25 кг массы животного.

Экспериментально доказано и подтверждено практикой, что терапевтическая эффективность препарата «Марбофлоцин® 10%» при лечении первично диагностированных клинических маститов значительно превосходит терапевтическую эффективность большинства схем, используемых сегодня в хозяйствах. При этом молоко от коров, пролеченных препаратом «Марбофлоцин® 10%», можно использовать в пищевых целях уже через 24 часа после последнего введения препарата.

«Марбофлоцин® 10%» широко используется не только для лечения острого клинического мастита, но и для лечения заболеваний органов дыхания, при маститах, эндометрите, заболеваниях пищеварительной системы и других болезнях бактериальной этиологии, вызванных чувствительными к марбофлоксацину микроорганизмами.

«Марбофлоцин® 10%» — выбор современного ветеринарного врача!

ООО «Новая Группа»

141700, Московская обл.,

г. Долгопрудный, ул. Виноградная, д. 13

Тел. +7 (495) 221-01-19

www.groupnew.ru



МАРБОФЛОЦИН® 10%



ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЙ ПРЕПАРАТ НА ОСНОВЕ ФТОРХИНОЛОНОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ С КОРОТКИМ ПЕРИОДОМ ОЖИДАНИЯ ПО МОЛОКУ



МИНИМАЛЬНЫЙ ПЕРИОД ОЖИДАНИЯ
ПО МОЛОКУ - **24 ЧАСА**



ШИРОКИЙ СПЕКТР АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО
ДЕЙСТВИЯ



ПРЕОДОЛЕВАЕТ ПЕРЕКРЕСТНУЮ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ
К ДРУГИМ ГРУППАМ АНТИБИОТИКОВ



ОПТИМАЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ КУРСА ЛЕЧЕНИЯ



Реклама

- МАСТИТ
- ЭНДОМЕТРИТ
- РЕСПИРАТОРНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ
БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЭТИОЛОГИИ
- ЗАБОЛЕВАНИЯ ЖЕЛУДОЧНО-
КИШЕЧНОГО ТРАКТА

ПРАВИЛЬНЫЙ ВЫБОР ДЛЯ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ!



НОВАЯ ГРУППА



8 (495) 221-01-19



Россия, 141700,
М.О., г. Долгопрудный,
ул. Виноградная, д. 13



info@groupnew.ru
www.groupnew.ru

Регистрационное свидетельство:
32-3-10.22-4887№ПВР-3-10.22/03726

ИМЕЮТСЯ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ. ОЗНАКОМЬТЕСЬ С ИНСТРУКЦИЕЙ.

ДЕЛЬЦИД® 7,5 — СОВРЕМЕННОЕ СРЕДСТВО ОБРАБОТКИ СКОТА ПРОТИВ ЭКТОПАРАЗИТОВ

Ущерб, причиняемый эктопаразитами, исчисляется миллиардами долларов, особенно в некоторых странах, где эктопаразиты являются переносчиками возбудителей смертельно опасных заболеваний скота. Много ресурсов и усилий было направлено на модификацию и изобретение новых инсектоакарицидов. Главным препятствием к успеху стала резистентность в популяциях паразитов, где долго применялось какое-либо из средств. На каждое новое средство у насекомых находился свой механизм его нейтрализации. Единственным выходом в этой ситуации остается грамотный контроль популяции, ротация средств, изучение динамики и закономерностей происхождения ежегодных сезонных вспышек резкого повышения объема популяции насекомых и их миграции по странам для разработки эффективных методов борьбы.

В 2021 году был зарегистрирован лекарственный препарат ДЕЛЬЦИД® 7,5 (ООО «НВЦАГРОВЕТЗАЩИТА», № рег. удостоверения 77-3-16.21-4783, № ПВР-3-16.21/03666). Он активен в отношении личиночных и имагинальных фаз развития эктопаразитов, в том числе устойчивых к другим инсектоакарицидам, вызывает прекращение яйцекладки и нарушение выводимости личинок, образование уродливых нежизнеспособных особей и пополнение популяции эктопаразитов.

Препарат по своим свойствам и спектру действия выгодно отличается от аналогичных продуктов рынка противопаразитарных ветпрепаратов РФ. Содержит три действующих вещества: дельтаметрин, пиперонилбутоксид и дифлубензурон.

Дельтаметрин — синтетический пиретроид, обладающий выраженным инсектоакарицидным и репеллентным действием, активен в отношении саркоптоидных, иксодовых клещей, кровососущих насекомых (слепни, оводы, комары, мошки, мокрецы, вши, зоофильные мухи).

Дифлубензурон — соединение группы ингибиторов хитина, нарушает гормональные процессы, обеспечивающие синтез хитина в организме личинок членистоногих, что влияет на линьку, вызывая их гибель.

Ингибиторы синтеза хитина обладают стерилизующим действием: при воздействии на самку вещество проникает в яйцо, формирующееся в ее теле, в результате чего оно погибает.

Пиперонилбутоксид является синергистом пиретроидов, блокирует активность ферментов монооксигеназ и карбоксиэстераз эктопаразитов, участвующих в детоксикации инсектоакарицидов, улучшает проникновение пиретроида через кутикулу, усиливает его влияние на нервную систему насекомого, ускоряет наступление паралича.

Препарат легко наносится Пур-он. После кожного нанесения активные вещества равномерно распределяются по поверхности, практически не всасываясь в системный кровоток, накапливаются в эпидермисе, волосяных луковицах и сальных железах животного, оказывают длительное контактное инсектоакарицидное и репеллентное действие.

Применение препарата ДЕЛЬЦИД® 7,5 снижает риск заражения животных трансмиссивными заболеваниями, переносчиками которых являются клещи и насекомые, в том числе бабезиозом, анаплазмозом, тейлериозом, сибирской язвой, туляриемией, ящуром, туберкулезом, бруцеллезом, селарииозом, мораксел-



лезом, блютангом, заразным узелковым дерматитом крупного рогатого скота, вольфартиозом и онхоцеркозом. ДЕЛЬЦИД® 7,5 после кожного нанесения вызывает гибель эктопаразитов до передачи животному возбудителя заболевания.

Защитное действие после однократной обработки препаратом ДЕЛЬЦИД® 7,5 в зависимости от численности эктопаразитов и погодных условий продолжается против иксодовых клещей 4–5 недель, против насекомых — 8–10 недель. Повторные обработки животных проводят по показаниям, но не чаще одного раза в 28 дней.

Препарат рассчитывается по весу: для КРС против кровососущих двукрылых насекомых при массе до 100 кг — 10 мл/гол., от 100 до 300 кг — 20 мл/гол., свыше 300 кг — 30 мл/гол., против иксодовых клещей — 15 мл / 100 кг, но не более 75 мл, против вшей — 10 мл/гол. для животных до 500 кг и 20 мл для животных свыше 500 кг. Плюсом препарата является то, что им можно обрабатывать как нелактирующих, так и лактирующих животных, т.к. он не имеет периода ожидания по молоку.

Эффективность препарата ДЕЛЬЦИД® 7,5 против эктопаразитов изучали на козах породы зааненская массой 38–45 кг. Препарат при обработке коз показал высокую эффективность против зоофильных мух и иксодовых клещей. Инсектоакарицидную активность он проявлял через три дня, а репеллентное действие, при котором коэффициент отпугивающего действия (КОД) был выше 70%, против зоофильных мух составило 35 дней, против иксодовых клещей — 28 дней (Mironenko A. et al., 2020).

Исследование ДЕЛЬЦИД® 7,5 против чесоточных клещей *P. ovis* у овец показало, что после однократной

обработки в дозе из расчета 10 мл/гол. препарат проявил персистентную активность (защиту) овец против возбудителей псороптоза в течение 21 сут. Терапевтическое действие после двукратной обработки с интервалом 10 сут. в той же дозе показало акарицидный эффект против *P. ovis* в течение 31 сут. (Engashev, S. et al., 2021).

Были проведены опыты на овцах, которые показали, что гибель личинок *W. magnifica* наступала через 60 мин. после применения препарата, а продолжительность защитного действия ДЕЛЬЦИД® 7,5 против вольфартовой мухи, при котором КОД был выше 70%, длилась 35 дней (Н.В. Есаулова, С.А. Шемякова, Ф.И. Василевич, 2020). Испытание препарата проведено на коровах с признаками хориоптоза. По результатам клинических и лабораторных исследований по принципу аналогов сформировали с явными клиническими признаками хориоптоза и положительными результатами лабораторных исследований одну подопытную группу (№ 1) коров и одну аналогичную контрольную группу (№ 2).

ДЕЛЬЦИД® 7,5 применяли коровам подопытной группы № 1. Животным контрольной группы № 2 проводили лечение препаратом «Бутокс 7,5» (Intervet International B.V., Нидерланды).

По результатам клинического обследования коров подопытных и контрольных групп и лабораторного исследования проб, отобранных у них, установлено, что применение препарата ДЕЛЬЦИД® 7,5 в дозе 15 мл / 100 кг массы животного (не более 75 мл) инди-

видуально двукратно с интервалом 10 дней путем обработки кожи вдоль позвоночного столба, обрабатывая преимущественно места поражения, показало 100%-ную эффективность при хориоптозе крупного рогатого скота.

Наличие клещей *C. bovis* через 5 дней после окончания лечения в одной из 10 проб, взятых у животных контрольной группы, свидетельствует о 90%-ной эффективности препарата «Бутокс 7,5» при хориоптозе крупного рогатого скота. При лечении животных ДЕЛЬЦИД® 7,5 не было установлено побочного действия, также не выявлено нежелательных реакций на организм коров опытной группы в вышеуказанной дозе.

Таким образом, ДЕЛЬЦИД® 7,5 является надежным и эффективным средством профилактики и лечения заболеваний, вызванных эктопаразитами. Сочетание дельтаметрина, дифлубензурина и пиперонилбутоксида позволяет уничтожить паразитов на всех стадиях их развития, снизить резистентность к препарату, сократить трудозатраты и стоимость обработок.

Руководитель отдела технической поддержки
и маркетинга департамента продаж товаров для продуктивных
животных ООО «АВЗ С-П»

В.А. Титов

Магистрант ФГАОУ ВО РUDH

(Институт биохимической технологии и нанотехнологии)

кандидат наук

А.В. Мироненко

ДЕЛЬЦИД® 7.5

РАСТВОР ДЛЯ НАРУЖНОГО ПРИМЕНЕНИЯ (ПУР-ОН)

Уникальный комбинированный противопаразитарный препарат для обработки крупного рогатого скота, овец и коз против эктопаразитов и защиты животных от их нападения

Состав: дельтаметрин – 7,5 мг, дифлубензурон – 3 мг, пиперонилбутоксид – 1,5 мг



подробно
про продукт



ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Не имеет аналогов
- Комбинация трех важных компонентов помогает эффективно бороться с насекомыми и клещами **на всех стадиях их развития**
- Простота применения – ПУР-ОН
- Без периода ожидания по продукции
- Длительное инсектоакарицидное и репеллентное действие **до 10 недель**



ИМЕЮТСЯ ПРОТИВПОКАЗАНИЯ. НЕОБХОДИМО ОЗНАКОМИТЬСЯ С ИНСТРУКЦИЕЙ.

ООО «АВЗ С-П» Россия, 129329, Москва, Игарский проезд, д. 4, стр. 2, (495) 648-26-26, help@vetmag.ru
Телефон круглосуточной «Горячей линии»: 8-800-700-19-93
Регистрационный номер: 77-3-16.21-4783 №ПВР-3-16.21/03666

www.avzvet.ru

Реклама

ЧТО ТАКОЕ А2-МОЛОКО?

Молоко — ценный продукт питания, в состав которого входят белки, жиры, углеводы, витамины и минеральные вещества. В среднем коровье молоко содержит 3,8% жира, 3,2% белка, 4,7% лактозы, 0,7% минеральных веществ.



В коровьем молоке преобладающим типом белка является казеин, относительное количество которого может достигать 80% от общего содержания молочного белка. Именно казеин образует при сворачивании белка плотный сгусток, который является основой кисло-молочных продуктов, творога и сыров. Согласно принятой номенклатуре, казеин подразделяют на три основные группы в зависимости от молекулярной структуры: α-, р- и k-казеин.

Влияние k-казеина на сыропригодность молока хорошо изучено и известно широкому кругу специалистов. Однако в последнее время всё чаще стали обращать внимание на р-казеин, роль которого гораздо менее известна зоотехникам. Р-казеин может составлять до 45% от общего содержания казеина в молоке или более 30% от общего белка. На текущий момент выявлено более 10 аллельных вариантов р-казеина, которые можно разделить на группы — А1 и А2. Р-казеин состоит из 209 аминокислот. Вариант А1 отличается от А2 единственной аминокислотой: р-казеин А1 содержит в 67-й позиции гистидин, А2 — пролин. Из-за разной первичной структуры белка при употреблении в пищу коровьего молока А1 и А2 р-казеин расщепляется в ЖКТ с образованием различающихся веществ. Так, при расщеплении р-казеина А1 образуется пептид, состоящий из семи аминокислотных остатков, который называется бычий казоморфин-7 (или БКМ-7).

Казоморфины относятся к группе опиоидных пептидов пищевого происхождения. Их основными свойствами являются снижение болевой чувствительности, контроль функций центральной и периферической нервной системы, в том числе врожденных поведенческих реакций и обучения, влияние на перистальтику ЖКТ. Аминокислотная последовательность казоморфинов позволяет им регулировать развитие различных систем новорожденного и влиять на организм кормящей матери.

В ряде исследований показано, что у людей, употреблявших молоко с р-казеином А2, отмечалось меньше случаев расстройства кишечника, чем у людей, употреблявших молоко с р-казеином А1. При использовании коровьего молока в детском питании отмечены различное переваривание казеина и концентрация казоморфинов в сыворотке крови. Некоторые исследователи связывают наличие БКМ-7 с психомоторным развитием ребенка в раннем возрасте. Существует гипотеза, что казоморфины имеют значение при развитии «синдрома внезапной детской смерти» (СВДС). СВДС — внезапная смерть ребенка до года, наступившая во время сна, причины ее остаются неизвестными даже после вскрытия. В структуре смертности младенцев СВДС может достигать 33%. В качестве одной из причин, участвующих в патогенезе синдрома, рассматривают тормозящее действие экзогенных опиоидов на дыхательные центры заднего мозга.

Существует также гипотеза о роли опиатов в развитии детского аутизма. Например, после обследования

детей до 8 лет с аутизмом, синдромом Аспергера и здоровых было установлено, что у детей с расстройствами аутистического спектра выявлен достоверно более высокий уровень бычьего казоморфина-7 в моче. Кроме того, установлена положительная корреляция между содержанием БКМ-7 и тяжестью заболевания. Выявлено, что повышенное содержание БКМ-7 наблюдается у детей с задержкой психомоторного развития и нарушением мышечного тонуса.

Жаль, что среди производителей молочных продуктов (и в частности, детского питания) практически отсутствует интерес к этой проблеме. С точки зрения производства детского питания накопленных данных уже достаточно, для того чтобы задуматься об изменении требования к молоку-сырью или по крайней мере предоставить потребителю выбор — приобретать детское питание, произведенное из молока с р-казеином только А2А2 или из смеси молока с р-казеином А1А2, А1А1 и А2А2. На данный момент в России такого выбора нет, хотя в ряде зарубежных стран уже более 10 лет потребителям предлагается продукция из молока А2А2 (Австралия, Новая Зеландия, Китай, США, Великобритания и др.).

Аллели А1 и А2 являются кодоминантными, корова-носитель аллелей А1, и А2 будет продуцировать молоко со смесью двух вариантов р-казеина. Частота встречаемости основных аллелей сильно зависит от породы скота и региона разведения. Среди животных бурых пород аллель А2 встречается гораздо чаще, чем среди черно-пестрых. Например, частота встречаемости аллеля А2 у джерсейского скота варьирует по разным странам от 0,65 до 0,71, тогда как частота встречаемости генотипа А1А1 близка к нулю. Для этой породы в целом характерна высокая встречаемость носителей А2А2. Для голштинского скота наблюдается обратная ситуация — встречаемость аллеля А2 (и тем более гомозигот А2А2) довольно низка. Однако в последние годы ситуация начала меняться под действием искусственного отбора в сторону увеличения числа животных А2. Стоит помнить, что быстро получить животных желаемого генотипа невозможно (для перестройки популяции требуется время). Производителям молока нужно задуматься об уже полученных научных результатах. Если в последующие десятилетия будет достоверно показано отрицательное влияние молока А1, то производители рискуют остаться с невостребованной продукцией по причине переориентации потребителей на молоко А2.

АО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных» — крупнейшее племенное предприятие РФ, признанный лидер в области воспроизводства и искусственного осеменения, успешно работающий на этом рынке более 60 лет.

Тел.: +7 (495) 109-99-93,
+7 (909) 983-11-33 (WhatsApp, Telegram)

На правах рекламы



ГЦВ

ГОЛОВНОЙ ЦЕНТР
ПО ВОСПРОИЗВОДСТВУ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ЖИВОТНЫХ



oaohcr.ru



vk.com



video

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННАЯ ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ

35 миллионов доз
семени 24 пород



быки-производители
с топовыми показателями



строгий контроль
технологических
процессов



СТРАТЕГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ

С ЗАБОТОЙ О БУДУЩЕМ!

ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЕ ДОЗАТОРЫ MIXRITE-VIC®

Особое место в технологии промышленного свиноводства и птицеводства занимает автоматизация процессов подготовки и обеззараживания воды для водопоеения животных и птицы. Автоматика и спецоборудование обеспечивают высокоточное дозирование и пропорциональное перемешивание различных химических веществ, специальных добавок и ветеринарных препаратов. Через систему водопоеения, включая дозаторы-медиаторы, проходит огромное количество питьевой воды. В процессе выращивания животных и птицы применяют различные препараты, витамины, минералы, пре- и пробиотики, органические кислоты для профилактики и лечения поголовья. На этом фоне очень важно и актуально, чтобы приборы дозирования обладали длительной прочностью и долговечностью, сохраняли качественные характеристики.

Более чем в 90 странах мира на протяжении 50 лет используются в агропромышленном секторе дозаторы-медиаторы MixRite («Тефен», Израиль), которые являются простыми, удобными, оригинальными и надежными устройствами. Данная продукция сертифицирована по стандарту ISO 9001 2008.

С 2023 года на российском рынке автоматизированного оборудования для системы водопоеения ГК ВИК представляет две модели модифицированных дозаторов MixRite, а также обеспечивает их техническое гарантийное и сервисное обслуживание с полным набором комплектующих деталей, являясь официальным дилером фирмы «Тефен».

Дозатор MixRite-VIC® — это особая модификация дозирующих насосов, предназначенная для контакта с концентрированными кислотами, такими как:

- перекись водорода — 10%;
- диоксид хлора — 100%;
- надуксусная кислота — 100%;
- уксусная кислота — 100% и др.

Для того чтобы выдержать агрессивное воздействие, дозатор MixRite-VIC® снабжен специальным корпусом из PVDF (поливинилиденфторида) — универсального технического полимера, который обладает высоким химическим сопротивлением к большинству неорганических и органических кислот, окисляющим средам, алифатическим и ароматическим углеводородам, спиртовым и галогенным растворителям.

Внешние габаритные размеры дозаторов MixRite-VIC® универсальны и позволяют устанавливать их без внесения изменений в любую стандартную систему водоснабжения на птицефабриках и свинокомплексах.

*Дозатор препаратов механический MixRite-VIC® 2,5, 0,3–2%,
ON/O, I.B.P, PVDF, 802021IV00*

*Дозатор препаратов механический MixRite-VIC® 2,5, 0,4–4%,
ON/O, I.B.P, PVDF, 802041IV00*

ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОЗАТОРОВ
MIXRITE-VIC®

Уровень дозировки	0,3–2%	0,4–4%
Производительность, л/ч	10–2500	10–2500
Рабочее давление воды, бар	0,2–8	0,2–8
Уровень дозирования	1:333–1:50	1:250–1:25
Резьбовое соединение	3/4" BSPT	3/4" BSPT
Вес насоса	1,8 кг	1,8 кг
Рабочая температура, °C	4–40	



П.Г. Белоглазов,
ветеринарный врач ГК ВИК
ГК ВИК



tefen

УДК 631.4:632.125

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-101-104

**Чебоचाков Е.Я., ✉
Муртаев В.Н.***Научно-исследовательский институт
аграрных проблем Хакасии, Усть-
Абаканский р-н, с. Зеленое, Республика
Хакасия, Россия*✉ echebochakov@mail.ruПоступила в редакцию:
02.02.2023Одобрена после рецензирования:
20.02.2023Принята к публикации:
15.03.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-101-104

**Egor Ya. Chebochakov, ✉
Valery N. Murtaev***Scientific Research Institute of Agrarian
Problems of Khakassia, Zelenoe village, Ust-
Abakan district, Republic of Khakassia, Russia*✉ echebochakov@mail.ruReceived by the editorial office:
02.02.2023Accepted in revised:
20.02.2023Accepted for publication:
15.03.2023

Агроэкологическая оценка технологии обработки чернозема обыкновенного залежи на юге Средней Сибири

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В засушливой степной зоне проявляются сильная ветровая, слабая водная эрозия и другие неблагоприятные явления. Аналогичные процессы отмечаются в Сибири. В настоящее время начинается повторное освоение залежей и вновь проявляется деградация почв в степных районах Республики Хакасия. Для эффективного использования земельных ресурсов необходимо разработать почвозащитную технологию обработки почв залежи в степной предгорной зоне юга Средней Сибири.

Методы. Изучение эффективности технологий обработки почв эрозийной агроэкологической группы залежных земель осуществлялось в Бейском предгорном степном почвенно-географическом агроландшафтном районе Республики Хакасия, расположенной на юге Средней Сибири. Исследования в течение трех лет проводились в звене севооборота: четырехлетняя злаково-разнотравная залежь — гречиха — гречиха методом полевого опыта Б.А. Доспехова. Использовались методы водно-физических, агрохимических, экономических и энергетических исследований.

Результаты. Выявлено, что на четырехлетних залежных землях отмечаются уплотнение почвы, низкое содержание элементов минерального питания. Установлено влияние комплексного применения гербицидов сплошного действия (Торнадо 500) и технологии обработки почвы на противозерозионную устойчивость. При летней обработке почвы залежи и своевременном внесении гербицида отмечается повышение ветроустойчивости и продуктивности звена севооборота. В предгорном степном районе при такой почвозащитной технологии с обработкой чернозема обыкновенного эродированность составляет 27,5–30,9 г / 5 мин экспозиции.

Ключевые слова: технология, обработка, залежь, продуктивность, чернозем обыкновенный, агроэкологическая оценка

Для цитирования: Чебоचाков Е.Я., Муртаев В.Н. Агроэкологическая оценка технологии обработки чернозема обыкновенного залежи на юге Средней Сибири. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 101–104. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-101-104>

© Чебоचाков Е.Я., Муртаев В.Н.

Agroecological assessment of the technology of processing ordinary chernozem deposits in the south of Central Siberia

ABSTRACT

Relevance. In the arid steppe zone, strong wind, weak water erosion and other adverse phenomena are manifested. Similar processes are observed in Siberia. At present, the re-development of deposits is beginning and soil degradation is again manifested in the steppe regions of the Republic of Khakassia. For the effective use of land resources, it is necessary to develop a soil protection technology for soil treatment of deposits in the steppe foothill zone of the south of Central Siberia.

Methods. The study of the effectiveness of soil treatment technologies of the erosive agroecological group of fallow lands was carried out in the Baysky foothill steppe soil-geographical agrolandscape region of the Republic of Khakassia, located in the south of Central Siberia. Research for three years was carried out in the link of crop rotation: a four-year-old grain-grass deposit — buckwheat — buckwheat by the method of field experience of Boris Dospekhov. Methods of water-physical, agrochemical, economic and energy research were used in the performance of the work.

Results. It was revealed that on four-year fallow lands there is soil compaction, low content of elements of mineral nutrition. The influence of the complex application of continuous herbicides (Tornado 500) and soil tillage technology on erosion resistance has been established. During summer tillage of the deposit and timely application of herbicide, there is an increase in wind resistance and productivity of the crop rotation link. In the foothill steppe region, with such a soil protection technology with the treatment of ordinary chernozem, the erodibility is 27.5–30.9 g / 5 min of exposure.

Key words: technology, processing, deposit, productivity, ordinary chernozem, agroecological assessment

For citation: Chebochakov E.Ya., Murtaev V.N. Agroecological assessment of the technology of processing ordinary chernozem deposits in the south of Central Siberia. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 101–104. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-101-104> (In Russian).

© Chebochakov E.Ya., Murtaev V.N.

Введение / Introduction

Важной задачей технологий обработки почвы при освоении залежных земель является повышение агроэкологической устойчивости и продуктивности полевых культур [1, 2].

К недостаткам природопользования относится деградация почв [3–6]. Аналогичные процессы происходят в Сибири [7, 8].

Для эффективного использования земельных ресурсов, предотвращения деградации и опустынивания эрозионно опасных агроландшафтов необходимо разработать почвозащитные комплексы с агротехническими и лесомелиоративными приемами, включая технологию обработки почв в степной зоне Сибири [9–11].

Технология обработки почвы залежи с использованием гербицидов необходимо совершенствовать.

Площадь земельного фонда Республики Хакасия на 1 января 2015 года составляет 6156,9 тыс. га. Небольшую площадь в земельном фонде республики занимают земли лесного фонда и сельскохозяйственного назначения (1886,3 тыс. га) [12]. В Республике Хакасия площадь эродированных и эрозионно опасных земель составляет 962,0 тыс. га, из них пашни — 548,2 тыс. га.

Цель исследований — определить эродруемость чернозема обыкновенного залежи при технологиях ее освоения с применением гербицида и механической обработки.

Материалы и методы исследования / Materials and method

Полевые опыты проводили на эрозионной группе земель в Бейском предгорно-степном почвенно-географическом районе Республики Хакасия в 2015–2017 гг.

Содержание гумуса в слое 0–20 см чернозема обыкновенного — 3,30%, N-NO₃ — 10,9–12,5 мг/кг, P₂O₅ и K₂O (по Мачигину), соответственно, 22,3–22,8 и 386,0–418,0 мг/кг.

Исследования осуществлялись в звене севооборота «залежь — гречиха — гречиха» по схеме:

1. Дискование + плоскорезная обработка на 12–14 см + дискование + гербицид Торнадо 500 через 24 дня.

2. Дискование + плоскорезная обработка на 12–14 см + дискование + гербицид Торнадо 500 через 32 дня.

3. Дискование + плоскорезная обработка на 12–14 см + дискование + гербицид Торнадо 500 через 60 дней.

Для остных многолетних (пырей ползучий, вьюнок полевой) и однолетних (щетинники, просо сорнополевое) сорняков на залежи тракторным опрыскивателем вносили гербицид сплошного действия (при закладке полевого опыта) Торнадо 500 (3,6 л/га) через 24, 32 и 60 дней после механической обработки почвы.

После обработки почвы залежи по типу чистого пара весной высевалась гречиха сорта Солянская нормой 50 кг/га сеялкой Amazone. Расположение вариантов последовательное. Повторность трехкратная. Общая площадь делянок — 5 × 20 м.

Погодные условия в годы проведения опытов были типичными для зоны (рис. 1, 2).

Атмосферных осадков за май — август выпало в 2015 г. 261,6 мм, в 2016-м — 224,3 мм, в 2017-м — 364,1 мм при норме 250,0 мм.

При выполнении работы применялась зональная агротехника, использовался метод полевого опыта Б.А. Доспехова [13].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Эродруемость почвы после прохода почвообрабатывающих орудий при освоении залежи резко увеличивается [10].

При замене механической обработки чернозема южного внесением Торнадо 500 в августе растительных остатков весной отмечалось на 60 шт./м² больше (НСП₀₅ 54,2), чем при плоскорезной обработке на глубину 14–16 см. По нашим данным, в 2015 г. эродруемость чернозема южного в варианте с опрыскиванием гербицидом в июне составила 72,4 г / 5 мин, в августе —

Рис. 1. Количество атмосферных осадков (метеостанция «Бей») / Fig. 1. The amount of atmospheric precipitation («Beya» weather station)

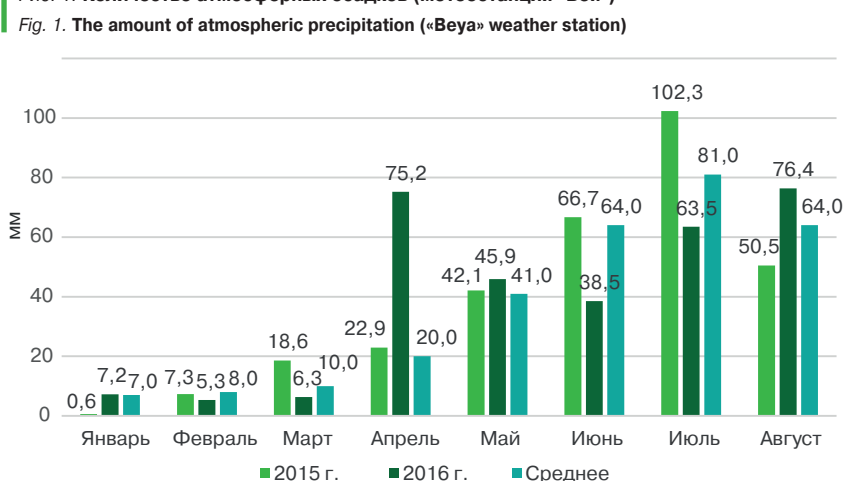


Рис. 2. Среднемесячная температура воздуха (метеостанция «Бей») / Fig. 2. Average monthly air temperature («Beya» weather station)

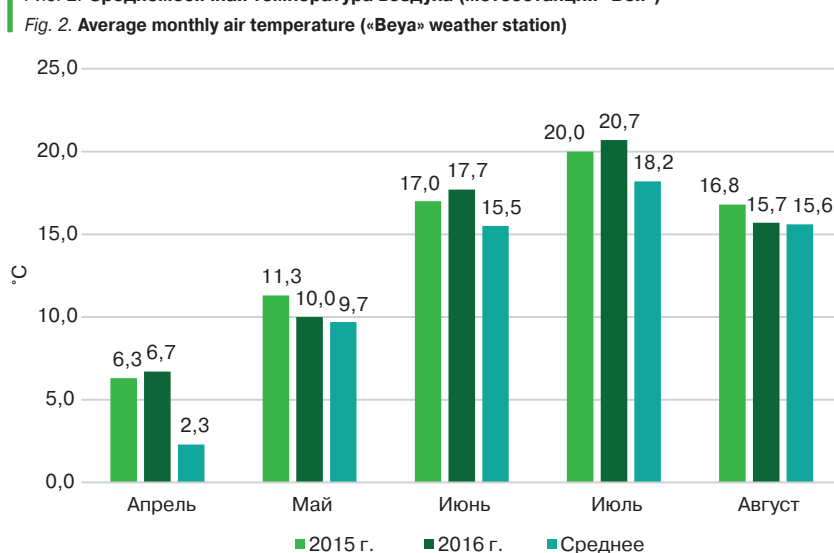


Таблица 1. Влияние технологии обработки в степной зоне на эродированность почвы
Table 1. Influence of processing technology in the steppe zone on soil erodibility

Количество дней после механической обработки до внесения Торнадо 500	Фракции > 1 мм, %	Число условной стерни, шт./м ²	Эродированность, г / 5 мин
2015 г., 1-я культура севооборота*			
24	44,4	113,8	32,4
2016 г., 1-я культура севооборота			
24	57,7	69,6	30,9
32	58,2	73,1	28,8
60	57,1	91,2	27,5
НСР ₀₅		8,1	
2017 г., 2-я культура севооборота			
24	73,2	52,1	12,3
32	76,9	41,1	9,1
60	73,7	50,0	10,5
НСР ₀₅	11,0	20,1	

* — чернозем южный

Таблица 2. Влияние технологии обработки почв в севообороте «залежь — гречиха — гречиха» на выход зерновых единиц
Table 2. The influence of soil treatment technology in the crop rotation «fallow — buckwheat — buckwheat» on the yield of grain units

Приемы обработки почвы	Среднее 2015–2017 гг.	
	тыс. зерн. ед. / га	%
1. Дискование + плоскорезная обработка на 12–14 см + дискование + гербицид через 24 дня	0,66	100,0
2. Дискование + плоскорезная обработка на 12–14 см + дискование + гербицид через 32 дня	0,63	95,5
3. Дискование + плоскорезная обработка на 12–14 см + дискование + гербицид через 60 дней	0,49	74,3

в 2,2 раза меньше (32,4 г / 5 мин) (допустимый предел — 34 г / 5 мин).

Показатели эродированности чернозема обыкновенного при разных технологиях обработки залежи в предгорном степном районе представлены в таблице 1.

Установлено, что приемы обработки почвы залежи сильно влияют на количество растительных остатков. Так, при опрыскивании гербицидом Торнадо 500 через 60 дней после механической обработки число условной стерни отмечалось, соответственно, на 18,1 и 21,6 шт/м² больше, чем при опрыскивании через 32 и 24 дня (НСР₀₅ 8,1). Эродированность почвы состави-

ла 27,5–30,9 г / 5 мин (допустимый предел — 34 г/мин). Технология с сохранением 91,2 шт/м² стерни более перспективная.

Эродированность почвы при возделывании гречихи (второй культуры севооборота) значительно меньше, чем при посеве первой. Это объясняется большим количеством фракций крупнее 1 мм, значительно снижающим эродированность почвы.

Продуктивность зерна гречихи в севообороте «залежь — гречиха — гречиха» при разных сроках обработки чернозема обыкновенного залежи приведена в таблице 2.

Выход зерновых единиц зерна гречихи в севообороте «залежь — гречиха — гречиха» при опрыскивании гербицидом Торнадо 500 через 24 дня после механической обработки чернозема обыкновенного составил 0,66 тыс. зерн. ед. / га, через 32 дня — на 0,03 тыс. зерн. ед./га меньше, через 60 дней — на 0,17 тыс. зерн. ед. / га меньше.

Выводы/Conclusion

Количество условной стерни при опрыскивании гербицидом в августе 2016 года Торнадо 500 через 60 дней после механической обработки почвы — 91,2 шт/м², через 32 дня — 73,1 шт/м², через 24 дня — 69,6 шт/м² (НСР₀₅ 8,1).

Эродированность чернозема обыкновенного залежи при технологии с опрыскиванием гербицидом Торнадо 500 через 60 дней после механической обработки — 27,5 г / 5 мин, через 32 дня — 28,8 г / 5 мин, через 24 дня — 30,9 г / 5 мин (допустимый предел — 34 г / 5 мин).

Выход зерновых единиц зерна гречихи в звене севооборота «залежь — гречиха — гречиха» при опрыскивании гербицидом через 60 дней после механической обработки почвы — 0,66 тыс. зерн. ед. / га, через 32 дня — на 0,03 тыс. зерн. ед. / га больше, через 24 — на 0,17 тыс. зерн. ед. / га больше.

При опрыскивании гербицидом через два месяца (60 дней) повышается ветроустойчивость, но уменьшается продуктивность звена севооборота. Более перспективным является внесение гербицида через месяц (32 дня) после механической обработки почвы залежи.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. Москва; Ленинград: Сельхозгиз. 1936; 115.
2. Бараев А.И., Зайцева А.А. Ветровая эрозия почв и меры защиты. Бараев А.И. (ред.) Почвозащитное земледелие. Москва: Колос. 1975; 70–72.
3. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Проблемы и перспективы земледелия России. *Плодородие почв и оценка продуктивности земледелия. VIII Сибирские Прянишниковские агрохимические чтения. Материалы Международной научно-практической конференции (Тюмень, 18–20 июля 2018 г.)*. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья. 2018; 294–302. eLIBRARY ID: 36660119
4. Система земледелия нового поколения Ставропольского края. Монография. Ставрополь: АГРУС. 2013; 520.
5. Kulintsev V.V., Dridiger V.K., Godunova E.I., Kovtun V.I., Zhukova M.P. Effect of No-till Technology on The Available Moisture Content and Soil Density in The Crop Rotation. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2017; 8(6): 795–799.
6. Хлыстун В.Н., Алакоз В.В. О государственном регулировании сельскохозяйственного землепользования. *Плодородие*. 2022; (3): 61–68. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.126.17>
7. Скороходов В.Ю., Максюттов Н.А., Зоров А.А., Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В., Зенкова Н.А. Сохранение плодородия и защита почвы от эрозии в степной зоне Южного Урала. *Плодородие*. 2021; (6): 22–25. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.123.06>
8. Сордонова М.Н. Влияние длительного применения различных систем обработки на некоторые показатели плодородия эродированной каштановой почвы. *Плодородие почв и оценка продуктивности земледелия. VIII Сибирские Прянишниковские агрохимические чтения. Материалы Международной научно-практической конференции (Тюмень, 18–20 июля 2018 г.)*. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья. 2018; 328–334. eLIBRARY ID: 36660128
9. Синешчехов В.Е. Роль лесополос в формировании противодефляционной устойчивости почв агроландшафтов юга Западной Сибири. Новосибирск: СибНИИЗХим. 2006; 144.
10. Чебоचाков Е.Я., Муртаев В.Н. Противоэрозионная эффективность технологии освоения залежных земель в степной зоне. *Вестник Казанского ГАУ*. 2020; 15(1): 43–47. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-43-47>
11. Тарасов С.А., Подлесных И.В., Прущик А.В., Зарудная Т.Я. Влияние агролесомелиоративного комплекса на агрофизические свойства почвы и урожайность культур на склонах Центрального Черноземья. *Земледелие*. 2022; (5): 3–7. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-5-3-7>
12. О состоянии окружающей среды Республики Хакасия в 2014 году. Государственный доклад. Министерство промышленности и природных ресурсов Республики Хакасия. 2015; 160.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат. 1985; 351.

ОБ АВТОРАХ:

Егор Яковлевич Чебоचाков,
кандидат сельскохозяйственных наук,
Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии,
ул. Садовая, 5, с. Зеленое, Республика Хакасия, 655132, Россия
echebachakov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9398-4197>

Валерий Николаевич Муртаев,
младший научный сотрудник,
Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии,
ул. Садовая, 5, с. Зеленое, Республика Хакасия, 655132, Россия
valera.murtaev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9474-3424>

REFERENCES

1. Dokuchaev V.V. Our steppes before and now. Moscow; Leningrad: Sel'khozgiz. 1936; 115. (In Russian)
2. Baraev A.I., Zaitseva A.A. Wind erosion of soils and protection measures. Baraev A.I. (ed.) Soil protection agriculture. Moscow: Kolos. 1975; 70–72. (In Russian)
3. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Problems and prospects of agriculture in Russia. *Soil fertility and assessment of agricultural productivity. VIII Siberian Pryanishnikov Agrochemical readings. Proceedings of the International scientific and practical conference (Tyumen, July 18–20, 2018)*. Tyumen: Northern Trans-Ural State Agricultural University. 2018; 294–302. (In Russian) eLIBRARY ID: 36660119
4. The system of agriculture of the new generation of the Stavropol Territory. Monograph. Stavropol: AGRUS. 2013; 520. (In Russian)
5. Kulintsev V.V., Dridiger V.K., Godunova E.I., Kovtun V.I., Zhukova M.P. Effect of No-till Technology on The Available Moisture Content and Soil Density in The Crop Rotation. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2017; 8(6): 795–799.
6. Khlystun V.N., Alakoz V.V. About state regulation agricultural land use. *Plodorodie*. 2022; (3): 61–68. (In Russian) <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.126.17>
7. Skorokhodov V.Yu., Maksyutov N.A., Zorov A.A., Mitrofanov D.S., Kaftan Yu.S., Zenkova N.A. Fertility preservation and protection of soil from erosion in the steppe zone of the Southern Urals. *Plodorodie*. 2021; (6): 22–25. (In Russian) <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.123.06>
8. Sordonova M.N. Influence of long-term use of various processing systems on some indicators of fertility of eroded chestnut soil. *Soil fertility and assessment of agricultural productivity. VIII Siberian Pryanishnikov Agrochemical readings. Proceedings of the International scientific and practical conference (Tyumen, July 18–20, 2018)*. Tyumen: Northern Trans-Ural State Agricultural University. 2018; 328–334. (In Russian) eLIBRARY ID: 36660128
9. Sineshchekov V.E. The role of forest belts in the formation of anti-deflationary stability of soils of agricultural landscapes of the South of Western Siberia. Novosibirsk: Siberian Research Institute of Agriculture and Chemicalization of Agriculture. 2006; 144. (In Russian)
10. Chebochakov E., Murtaev V. Anti-erosion efficiency of fallow lands development technologies in the steppe zone. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2020; 15(1): 43–47. (In Russian) <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-43-47>
11. Tarasov S.A., Podlesnykh I.V., Prushchik A.V., Zarudnaya T.Ya. Influence of the reclamative afforestation complex on the agrophysical properties of the soil and crop yields on the slopes of the Central Chernozem Region. *Zemledelie*. 2022; (5): 3–7. (In Russian) <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-5-3-7>
12. On the state of the environment of the Republic of Khakassia in 2014. State report. Ministry of Industry and Natural Resources of the Republic of Khakassia. 2015; 160. (In Russian)
13. Dospekhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Agropromizdat. 1985; 351. (In Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

Egor Yakovlevich Chebochakov,
Candidate of Agricultural Sciences,
Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia,
5 Sadovaya str., Zelenoe village, Republic of Khakassia, 655132, Russia
echebachakov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9398-4197>

Valery Nikolaevich Murtaev,
Junior Researcher,
Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia,
5 Sadovaya str., Zelenoe village, Republic of Khakassia, 655132, Russia
valera.murtaev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9474-3424>

УДК 633.17:631.52

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-105-109

**А.К. Антимонов,
О.Н. Антимонova** ✉*Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова — филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Кинель, Россия*

✉ antimonovaolga@list.ru

Поступила в редакцию:
04.10.2022Одобрена после рецензирования:
30.12.2022Принята к публикации:
15.02.2023

Вклад и значимость индексов селектируемых признаков в формировании прибавки урожайности проса посевного

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Показаны вклад и значимость индексов селектируемых признаков в формировании прибавки урожайности проса сорта Россиянка в конкурсном сортоиспытании. Цель исследования — изучить значимость и долю влияния индексов селектируемых признаков в формировании высокопродуктивных сортов проса посевного.

Методика. Научные исследования проводились на базе лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур Поволжского НИИСС — филиала Самарского федерального исследовательского центра РАН. Объект исследования — данные структурного анализа растений и урожайности семян проса посевного сорта Россиянка (селекции Поволжского НИИСС) в сравнении с сортом — стандартом Саратовское 6 в питомнике конкурсного сортоиспытания за 2005–2021 гг. Исследования проводились в соответствии с Методикой Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Оценка селектируемых признаков и вклад каждого из них в формирование продуктивности проводили методом множественной регрессии в программе «Статистика».

Результаты. Многолетние исследования показали, что для формирования высокопродуктивной статистической модели проса посевного в условиях лесостепи Самарской области наиболее значимые индексы селектируемых признаков — количество зерен в метелке (от 103%, или 221 шт. на одно продуктивное растение) и число продуктивных стеблей (не менее 126%, или 176 шт/м²). Вклад этих главных предикторов дает дисперсию прибавки урожайности в 6 случаях из 10.

Ключевые слова: просо посевное, сорт, селекция, урожайность, селекционные индексы

Для цитирования: Антимонов А.К., Антимонova О.Н. Вклад и значимость индексов селектируемых признаков в формировании прибавки урожайности проса посевного. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 105–109. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-105-109>

© Антимонов А.К., Антимонova О.Н.

Contribution and significance of the indices of the selection features in the formation of an increase in the yield of seed millet

ABSTRACT

Relevance. The article shows the contribution and significance of the indices of the selection traits in the formation of an increase in the yield of millet of the Rossiyanika variety in the competitive variety testing. The purpose of the study is to study the significance and share of the influence of the indices of the selection traits in the formation of highly productive varieties of millet.

Methodology. Scientific research was carried out on the basis of the laboratory of breeding and seed production of cereals and sorghum crops of the Volga Research Institute of the Russian Academy of Sciences. The object of the study is the data of the structural analysis of plants and the yield of millet seeds of the Rossiyanika seed variety (selection of the Volga NIIS) in comparison with the standard variety Saratovskoye 6 in the nursery of competitive variety testing for 2005–2021. The research was conducted in accordance with the Methodology of the State Commission for Variety Testing of Agricultural Crops. The evaluation of the selected features and the contribution of each of them to the formation of productivity was carried out by the method of multiple regression in the program «Statistics».

Results. Long-term studies have shown that for the formation of a highly productive statistical model of millet sown in the conditions of the forest-steppe of the Samara region, the most significant indices of the selection features are: the number of grains in a panicle (from 103%, or 221 pcs. per productive plant) and the number of productive stems (at least 126%, or 176 pcs/m²). The contribution of these main predictors gives the variance of the yield increase in 6 cases out of 10.

Key words: seed millet, variety, selection, yield, index of the selectable trait

For citation: Antimonov A.K., Antimonova O.N. Contribution and significance of the indices of the selection features in the formation of an increase in the yield of seed millet. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 105–109. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-105-109> (In Russian).

© Antimonov A.K., Antimonova O.N.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-105-109

**Aleksandr K. Antimonov,
Olga N. Antimonova** ✉*Volga Research Institute of Breeding and seed production named after P.N. Konstantinova — branch of Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Kinel', Russia*

✉ antimonovaolga@list.ru

Received by the editorial office:
04.10.2022Accepted in revised:
30.12.2022Accepted for publication:
15.02.2023

Введение / Introduction

Чтобы получить генетически стабильную высокоурожайную модель сорта с высокими хозяйственно ценными признаками, необходимо путем многократного индивидуального отбора анализировать организм во взаимодействии «генотип — среда» в течение нескольких лет, так как биологические и физиологические свойства растений тесно связаны с климатическими условиями и варьируют по годам, что в итоге отражается в морфологической структуре растения, на основании которой мы «конструируем» модель сорта. Для создания любых сортов используют различные методы адаптивной селекции с учетом взаимодействия генотипа и среды [1–6].

В зоне рискованного земледелия Среднего Поволжья (с дефицитом или неравномерным распределением осадков) адаптировать сорт к резко меняющимся погодным условиям чрезвычайно сложно. И хотя просо посевное относится к засухоустойчивым культурам позднего срока сева, оно достаточно уязвимо к недостатку влаги, особенно на начальном этапе морфогенеза. В «сухие» экстремальные годы растения просо не могут развить мощную вегетативную массу и ассимиляционный аппарат, поэтому на постоянный потенциально высокий урожай надеяться не приходится, но всегда появляются индивидуумы, которые по урожайности всё же превосходят стандартный сорт. В этом случае стоит обращать внимание на продуктивность семьи проса посевного, своего рода модульную систему, главными компонентами которой являются число продуктивных стеблей на 1 м, масса 1000 зерен и количество зерен в метелке.

По мнению В.А. Драгавцева и Н.В. Кочериной, модуль — это элементарная единица описания организации системы количественного признака. Он состоит из трех взаимосвязанных признаков — одного результирующего и двух компонентных. Модуль позволяет изучать элементы системы в нерасчлененном целом, давая количественную оценку динамике процессов, кинетике состояния системы и оценку вклада каждого компонента модуля в результирующий признак. Отсюда познание генетической организации конкретного количественного признака только по параметрам генотипических распределений становится в принципе невозможным без тщательного анализа динамики лимитирующих факторов среды, действующих на компоненты конкретного модуля по фазам их становления в онтогенезе. Эти авторы отмечают восемь индексов, периодически используемых в генетико-селекционной практике и литературе. Они хорошо работают в селекционных технологиях. Однако их использование требует тщательного анализа их информативности на фоне разных лимитирующих факторов внешней среды.

Информация, которую несет на себе индекс, применяемый на ранних этапах селекции, может быть ненужной для результатов отбора или, наоборот, очень полезной. Это зависит от действия лимфакторов на компоненты индекса и от «вывода» на них разных спектров генов в разных средах [7].

В исследованиях авторы нашли применение индексу селектируемого признака (J_s) на основе структуры урожая, проводимое на протяжении всего селекционного процесса, который позволяет отобрать лучшие семьи по элементам, слагающим продуктивность растений. Прибавка в урожайности создается за счет влияния этих компонентов друг на друга у сравниваемых сортов. Эти различия выражаются как отношение компонента

структуры урожая более продуктивного сорта (номера, линии) к тому же компоненту менее продуктивного сорта (номера, линии или стандарта). В каждом году при испытании набора сортов (линий, номеров) выбранный наиболее перспективный образец должен отличаться от менее урожайного сорта (обычно стандарта) на величину, равную или превышающую наименьшую существенную разность (НСР). Отношение двух данных признаков и получило название индекса селектируемого признака. Для оценки значения каждого J_s в формировании продуктивности имеет значение интервал колебания индекса по годам у компонентов структуры урожая, обуславливающих превышение продуктивности одного сорта (номера, линии) над другим. При этом некоторые из компонентов структуры у высокоурожайного сорта могут не отличаться или даже быть меньше по значению, чем у низкоурожайного сорта, то есть J_s будет равен (или менее) 100% [8–11]. Поэтому изучение влияния и вклада индекса селектируемого признака в прибавке урожайности будущих новых сортов проса играет большую роль в селекционном процессе, причем необходимо охватить достаточно большой промежуток времени. В нашем примере он составляет 16 лет (2005–2021 гг., за исключением 2010 г.).

Цель исследования — изучить значимость и долю влияния индексов селектируемых признаков в выведении высокопродуктивных сортов проса посевного.

Материалы и методы исследования / Materials and method

Исследования проводились на базе лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур на селекционных питомниках Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова — филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук (Поволжского НИИСС — филиала СамНЦ РАН) в рамках государственного задания (рег. № ААА-А-19-119051690057-0).

Почвы представлены в основном черноземами обыкновенными среднегумусными (7,5–8,5%) среднесильными тяжелосуглинистыми.

Агроклиматические условия в годы исследований были засушливыми (ГТК = 0,53–0,63). Объект исследования — данные структурного анализа растений (число продуктивных стеблей на 1 кв. м, масса 1000 зерен и количество зерен в метелке (у одного продуктивного растения) и урожайности семян проса посевного Россиянка (селекции Поволжского НИИСС) в сравнении со стандартом Саратовское 6 в питомнике конкурсного сортоиспытания за 2005–2021 гг. (за исключением 2010 г.). Предшественник — яровой ячмень. Агротехника возделывания — общепринятая для проса посевного в данном регионе. Посев осуществляли селекционной сеялкой ССФК-7М в оптимальные сроки (III декада мая), когда почва на глубине заделки семян основательно прогрелась до 15–16 °С, с нормой высева 3,5 млн всхожих семян на 1 га. Площадь учетной делянки — 25 м², повторность опыта — четырехкратная.

Исследования проводились в соответствии с Методикой Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [12], J_s рассчитывали по методике, разработанной В.Е. Тихоновым [8].

$$J_s = K_y / K_x \cdot 100,$$

где: J_s — индекс селективируемого признака; K_y — компонент структуры урожая более урожайного сорта; K_x — то же, но у стандарта или менее урожайного сорта.

Оценку селективируемых признаков и вклад каждого из них в формирование продуктивности проводили методом множественной регрессии в программе «Статистика».

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Для формирования статистической модели проса посевного в условиях Среднего Поволжья по селективируемым признакам и выявления закономерности в дисперсии прибавки урожайности необходимо провести описательную статистику предикторов культуры проса, которая показана в таблице 1 на примере сорта Россиянка за определенный период времени (2005–2021 гг.).

Вариабельность индекса массы 1000 зерен незначительна и достаточно стабильна по годам ($K_v = 5,8\%$). Остальные предикторы имели средние колебания ко-

эффициента вариации — от 13,51 до 14,29%, над чем следует еще поработать в селекционном процессе, но тем не менее это неплохие показатели в резко континентальном климате во взаимодействии растений «генотип — среда».

Методом множественной регрессии было выявлено влияние структурных элементов и J_s на формирование продуктивности зерна проса посевного Россиянка в условиях Самарской области за длительный промежуток времени (16 лет) (табл. 2).

Результаты множественной регрессии структурных элементов показывают на тесную связь урожайности проса со всеми компонентами независимых признаков (число продуктивных стеблей, масса 1000 зерен, количество зерен в метелке), так как коэффициент множественной корреляции (R) равен 0,989. Доля в вариации урожайности, обусловленная действием независимых признаков (коэффициент детерминации R_2), равна 0,991, или 99,1%. Уровень значимости (p) равен 0,0000, что свидетельствует об адекватности данной регрессионной модели.

При множественной регрессии изучаемые независимые признаки имеют разные единицы измерения, что делает их несопоставимыми, поэтому для сравнительной оценки воздействия каждого независимого признака (фактора) на урожайность эти переменные выражают в долях среднеквадратического отклонения (стандартизированные коэффициенты регрессии β).

Из таблицы 2 видно, что из всех признаков наибольший и значимый вклад в изменение урожайности вносит количество зерен в метелке ($\beta = 0,999$) с долей влияния фактора 69,0%. Среднюю силу связи показало число продуктивных стеблей ($\beta = 0,539$) с долей фактора 20,2%. Слабая зависимость урожайности сложилась от массы 1000 зерен ($\beta = 0,144$) с долей фактора 9,8%.

Эффект комбинированного влияния сильного и среднего фактора на урожайность зерна представлен на рисунке 1.

Аналогичная тенденция прослеживается и по индексам селективируемых признаков, где основная доля влияния на вариацию прибавки урожайности в лесостепи Самарской области принадлежит индексам количества зерен в метелке (около 40,0%, то есть 4 года из 10) и числа продуктивных стеблей (20,2%, то есть 2 года из 10). В сумме эти главные предикторы дают дисперсию прибавки урожайности в 6 случаях из 10. Доля влияния индекса массы 1000 зерен составляет около 5%, и вариация прибавки урожайности за счет этого предиктора будет встречаться один раз в 10 лет. Это означает, что селекцию по этому признаку на прибавку урожайности вести долгосрочно, но всё же на крупность

Таблица 1. Описательная статистика предикторов регрессионной модели прибавки урожайности проса Россиянка относительно стандарта

Table 1. Descriptive statistics of predictors the regression model of the yield increase of the Russiyanka millet variety relative to the standard

Предиктор	Среднее	Минимум	Максимум	Стандартное отклонение	K_v , %
J_s урожайности, %	125,4	104,0	157,0	16,95	13,51
J_s числа продуктивных стеблей, %	106,9	85,0	147,0	15,29	14,29
J_s массы 1000 зерен, %	119,3	104,0	129,0	6,92	5,80
J_s числа зерен в метелке, %	102,1	82,0	134,0	13,96	13,68

K_v — коэффициент вариации признака.

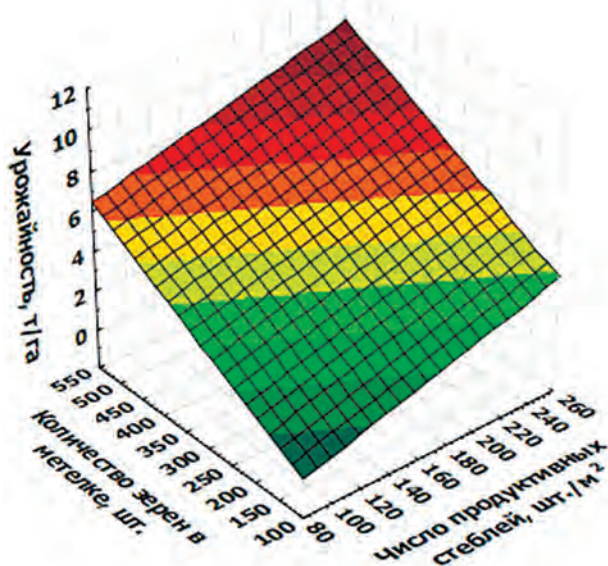
Таблица 2. Влияние структурных элементов и J_s на формирование прибавки урожайности зерна проса Россиянка

Table 2. The influence of structural elements and J_s on the formation of an increase in the yield of millet grain Rossiyanka

Независимая переменная	Коэффициент регрессии (β)	Стандартная ошибка	Уровень значимости (p)	Доля влияния фактора, %
Влияние структурных элементов				
Свободный член	-8,284	1,163	0,0000	-
Число продуктивных стеблей, шт/м ²	0,539	0,028	0,0000	20,2
Масса 1000 зерен, г	0,144	0,032	0,0007	9,8
Количество зерен в метелке, г	0,999	0,032	0,0000	69,0
Для полной регрессии: стандартная ошибка оценки — 0,163 т/га. Коэффициент множественной детерминации $R_2 = 0,991$. Коэффициент множественной корреляции $R = 0,989$.				
Влияние индексов селективируемых признаков				
Свободный член	-94,743	78,752	0,0037	-
J_s числа продуктивных стеблей, %	0,549	0,180	0,0101	21,3
J_s массы 1000 зерен, %	0,182	0,189	0,055	4,9
J_s количество зерен в метелке, %	0,823	0,191	0,0010	39,9
Для полной регрессии: стандартная ошибка оценки — 11,03. Коэффициент множественной детерминации $R_2 = 0,6611$. Коэффициент множественной корреляции $R = 0,813$				

Рис. 1. Зависимость урожайности зерна проса посевного от числа продуктивных стеблей и количества зерен в метелке

Fig. 1. The dependence of the yield of millet grain on the number of productive stems and the number of grains in the panicle



зерна следует обращать внимание, ввиду того что повышаются технологичность семян и крупные достоинства зерна.

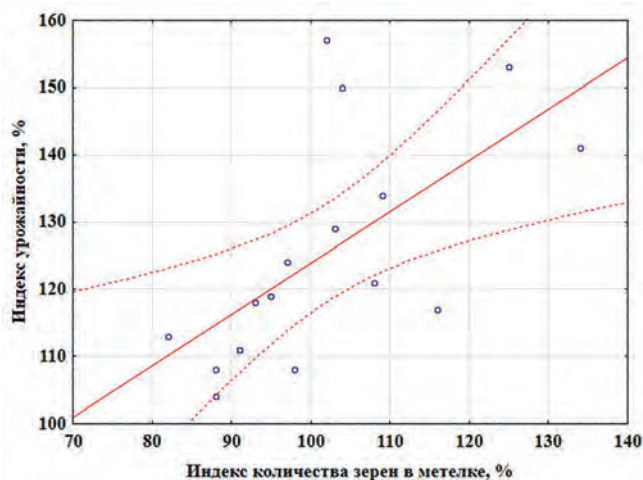
Подобная тенденция соотношений индексов селективируемых признаков на прибавку урожайности проса посевного прослеживается в исследованиях НИИСХ Юго-Востока [10] и Соль-Илецком ГСУ [11].

С практической точки зрения, изобразив показатели индекса количества зерен в метелке графически (рис. 2), видно, что прибавка урожайности за счет озерненности метелки от 103% (221 шт.) и выше является наиболее продуктивной.

Оптимальным количеством растений проса посевного в условиях Самарской области является

Рис. 2. Зависимость прибавки урожайности зерна проса от индекса количества зерен в метелке на одно продуктивное растение

Fig. 2. The dependence of the increase in millet grain yield on the index of the number of grains in a panicle per productive plant



300–350 шт/м². Поэтому, не переходя границу этого параметра, в формировании прибавки урожайности селективируемый индекс должен быть не менее 126% (176 шт/м²).

Выводы / Conclusion

Для формирования высокопродуктивной статистической модели проса посевного в условиях лесостепи Самарской области наиболее значимые индексы селективируемых признаков — количество зерен в метелке (от 103%, или 221 шт. на одно продуктивное растение) и число продуктивных стеблей (не менее 126%, или 176 шт/м²). Вклад этих главных предикторов дает дисперсию прибавки урожайности в 6 случаях из 10.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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

Материалы подготовлены в рамках государственного задания (per. № AAAA-A19-119051690057-0).

FUNDING

The materials were prepared within the framework of the state task (reg. No. AAAA-A19-119051690057-0).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Антимонова О.Н., Антимоньев А.К., Косых Л.А., Сыркина Л.Ф. Урожайность и параметры адаптивности перспективных сортов проса посевного в условиях лесостепи Самарской области. *Известия Самарского научного центра РАН*. 2019; 21(6): 9–14.
- Жученко А.А. Возможности создания сортов и гибридов растений с учетом изменения климата. *Стратегия адаптивной селекции полевых культур в связи с глобальным изменением климата. Сборник материалов международной научно-практической конференции*. Саратов: Сателлит. 2004; 10–16.

REFERENCES

- Antimonova O.N., Antimonov A.K., Kosykh L.A., Syrkina L.F. Yield and parameters adaptability of promising varieties of millet in the conditions of forest-steppe of the Samara region. *Izvestia of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2019; 21(6): 9–14. (In Russian)
- Zhuchenko A.A. Possibilities of creating varieties and hybrids of plants taking into account climate change. *Strategy of adaptive breeding of field crops in connection with global climate change. Collection of proceedings of the international scientific and practical conference*. Saratov: Satellit. 2004; 10–16. (In Russian)

3. Kalagare V.S., Meenakshi ganesan N., Iyanar K., Chitdeshwari T., Chandrasekhar C.N. Strategy of multiple selection indices for discrimination of potential genotypes and associated traits for yield improvement in pearl millet [*Pennisetum glaucum* L. R.Br.]. *Electronic Journal of Plant Breeding*. 2022; 12(3): 895–906. <https://doi.org/10.37992/2021.1203.124>
4. Rao M.N., Reddy M.S.S. Combining ability of grain yield components in pearl millet. *Journal of Research, Andhra Pradesh Agricultural University*. 1989; 17: 14–18.
5. Ильин В.А. Селекция проса в Поволжье. Дисс. докт. с.-х. наук. Саратов. 1984; 367.
6. Dehinwal A.K., Yadav Y.P., Kumar A., Sivia S.S. Correlation and path coefficient analysis for different biometrical and harvest plus traits in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). *Research in Environment and Life Sciences*. 2017; 10(5): 407–410.
7. Кочерина Н.В., Драгавцев В.А. Введение в теорию эколого-генетической организации полигенных признаков растений и теорию селекционных индексов. Санкт-Петербург: *Салезианский центр «Дон Боско»*. 2008; 87. eLIBRARY ID: 21391240
8. Тихонов В.Е. Селекционные индексы и тактика отбора зерновых культур в степной зоне Урала. *Аграрная наука*. 2010; (7): 12–14. eLIBRARY ID: 15228638
9. Тихонов В.Е., Долгалева К.М., Долгалева М.П. Параметры модели сорта яровой твердой пшеницы для условий степи оренбургского Предуралья. *Вестник ОГУ*. 2005; (5): 125–127.
10. Камалеев Р.Д., Неверов А.А., Мороз И.В. Значимость индексов селективных признаков в формировании прибавки урожайности проса посевного. *Известия Оренбургского аграрного университета*. 2021; (5): 42–46. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-91-5-42-46>
11. Тихонов В.Е., Неверов А.А. Методологические основы селекции проса с использованием прогнозных оценок селекционных индексов в степном Предуралье. *Аграрный вестник Юго-Востока*. 2017; (1): 41–46. eLIBRARY ID: 30594553
12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва: *Госсорткомиссия*. 2019; 1: 329. Режим доступа: https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica_1.pdf [дата обращения 03.10.2022]

ОБ АВТОРАХ:

Александр Константинович Антимонов,

кандидат сельскохозяйственных наук,
Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова — филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук,
ул. Шоссейная, 76, пгт. Усть-Кинельский, Самарская обл., 446442, Россия
antimonov.63@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3926-5834>

Ольга Николаевна Антимонova,

кандидат сельскохозяйственных наук,
Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова — филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук,
ул. Шоссейная, 76, пгт. Усть-Кинельский, Самарская обл., 446442, Россия
antimonovaolga@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0634-5635>

3. Kalagare V.S., Meenakshi ganesan N., Iyanar K., Chitdeshwari T., Chandrasekhar C.N. Strategy of multiple selection indices for discrimination of potential genotypes and associated traits for yield improvement in pearl millet [*Pennisetum glaucum* L. R.Br.]. *Electronic Journal of Plant Breeding*. 2022; 12(3): 895–906. <https://doi.org/10.37992/2021.1203.124>
4. Rao M.N., Reddy M.S.S. Combining ability of grain yield components in pearl millet. *Journal of Research, Andhra Pradesh Agricultural University*. 1989; 17: 14–18.
5. Ilyin V.A. Millet breeding in the Volga region. Doctoral (Agricultural Sciences) Thesis. Saratov. 1984; 367. (In Russian)
6. Dehinwal A.K., Yadav Y.P., Kumar A., Sivia S.S. Correlation and path coefficient analysis for different biometrical and harvest plus traits in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). *Research in Environment and Life Sciences*. 2017; 10(5): 407–410.
7. Kochergina N.V., Dragavtsev V.A. Introduction to the theory of ecological and genetic organization of polygenic plant traits and the theory of breeding indices. St. Petersburg: *Salesian Centre Don Bosco*. 2008; 87. (In Russian) eLIBRARY ID: 21391240
8. Tikhonov V.E. Selection indices and tactics of grain crops selection in the Steppe zone of the Ural. *Agrarian science*. 2010; (7): 12–14. (In Russian) eLIBRARY ID: 15228638
9. Tihonov V.E., Dolgalev K.M., Dolgalev M.P. Parameters of model of the firm summer wheat breede for conditions of the Orenburg Preduralye steppe. *Vestnik OSU*. 2005; (5): 125–127. (In Russian)
10. Kamaleev R.D., Neverov A.A., Moroz I.V. Significance of selection traits indices in the formation of an increase in the yield of seed millet. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; (5): 42–46. (In Russian) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-91-5-42-46>
11. Tikhonov V.E., Neverov A.A. Methodological bases of the breeding millet using predictive estimates of selection indices in the Steppe Urals. *Agrarian Reporter of South-East*. 2017; (1): 41–46. (In Russian) eLIBRARY ID: 30594553
12. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Moscow: *Gossortcommission*. 2019; 1: 329. Available from: https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica_1.pdf [accessed 3 October, 2022] (In Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

Alexander Konstantinovich Antimonov,

Candidate of agricultural Sciences,
Volga Research Institute of Breeding and seed production named after P.N. Konstantinova — branch of Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
76 Shosseynaya str, vileg Ust'-Kinel'skiy, Samara region, 446442, Russia
antimonov.63@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3926-5834>

Olga Nikolaevna Antimonova,

Candidate of agricultural Sciences,
Volga Research Institute of Breeding and seed production named after P.N. Konstantinova — branch of Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
76 Shosseynaya str, vileg Ust'-Kinel'skiy, Samara region, 446442, Russia
antimonovaolga@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0634-5635>

Э.С. Дорошенко, ✉
Е.Г. Филиппов

Аграрный научный центр «Донской»,
Зерноград, Ростовская обл., Россия

✉ doroshenko.eduard.91@mail.ru

Поступила в редакцию:
20.09.2022

Одобрена после рецензирования:
02.02.2023

Принята к публикации:
15.03.2023

Eduard S. Doroshenko, ✉
Evgeniy G. Filippov

Agricultural Research Center «Donskoy»,
Zernograd, Rostov region, Russia

✉ doroshenko.eduard.91@mail.ru

Received by the editorial office:
20.09.2022

Accepted in revised:
02.02.2023

Accepted for publication:
15.03.2023

Оценка сортов озимого ячменя различного эколого-географического происхождения по хозяйственно ценным признакам и свойствам

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Для условий Ростовской области характерна смена факторов природной среды (суровые зимы, засуха, в отдельные годы переувлажнение, разный уровень почвенного плодородия и др.), поэтому производству требуются сорта с широким уровнем адаптивности, толерантностью к наиболее вредоносным болезням, устойчивые к полеганию, абиотическим стрессам. Цель исследований — изучение сортов различного эколого-географического происхождения и выделения источников хозяйственно ценных признаков и свойств озимого ячменя для включения в селекционные программы и привлечения их в гибридизацию.

Методы. Исследования проводились в 2018–2021 годах в сортоиспытании по предшественнику горох. В изучении находилось 28 сортов отечественной (ФГБНУ АНЦ «Донской», ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко») и зарубежной (Украина, Германия) селекции. Погодные условия в годы исследований позволили получить сравнительно высокие показатели урожайности в питомнике, а также достаточно полно оценить селекционный материал по основным хозяйственно ценным признакам и свойствам.

Результаты. Наиболее высокая урожайность была получена по сортам Маруся (Россия) — 7,9 т/га, Ерема — 7,4 т/га, Виват — 7,3 т/га (Россия), KWS-Meridian — 7,3 т/га (Германия), Огоньковский — 7,2 т/га (Россия). Источниками скороспелости можно выделить два сорта — Фокс 1 (Россия) и KWS-Casino (Германия), у которых колосение отмечалось 12–13 мая. По крупнозерности выделялись сорта Explorer 5, Explorer 7 (Германия). Высокую массу зерна с колоса сформировали такие сорта, как Capten (2,6 г), KWS-Meridian (2,5 г), Explorer 7 (Германия) (2,6 г), Галактион (Швейцария) (2,5 г), Платон (Россия) (2,5 г). Источники короткостебельности — два сорта: Фокс 1 (Россия) и KWS-Casino (Германия). По результатам проведенного анализа выделены сорта, которые можно использовать как исходный материал в селекционных программах по озимому ячменю.

Ключевые слова: озимый ячмень, урожайность, скороспелость, короткостебельность, сорт, сортоиспытание

Для цитирования: Дорошенко Э.С., Филиппов Е.Г. Оценка сортов озимого ячменя различного эколого-географического происхождения по хозяйственно ценным признакам и свойствам. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 110–115. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-110-115>

© Дорошенко Э.С., Филиппов Е.Г.

Evaluation of varieties of winter barley of different ecological and geographical origin according to economically valuable traits and properties

ABSTRACT

Relevance. The conditions of the Rostov region are characterized by a change in environmental factors (severe winters, drought, waterlogging in some years, different levels of soil fertility, etc.), therefore, production requires varieties with a wide level of adaptivity, tolerance to the most harmful diseases, resistant to lodging, abiotic stress. The purpose of the research is to study varieties of various ecological and geographical origin and to identify sources of economically valuable traits and properties of winter barley for inclusion in breeding programs and their involvement in hybridization.

Methods. The research was carried out in 2018–2021 in a variety test on the predecessor of peas. The study included 28 varieties of domestic (FSBI ANC «Donskoy», FSBI «North Caucasian FNAC», FSBI «National Grain Center named after P.P. Lukyanenko») and foreign (Ukraine, Germany) breeding. Weather conditions during the years of research made it possible to obtain relatively high yields in the nursery, as well as to fully evaluate the breeding material according to the main economically valuable characteristics and properties.

Results. The highest yield was obtained for varieties Marusya (Russia) — 7.9 t/ha, Erema — 7.4 t/ha, Vivat — 7.3 t/ha (Russia), KWS-Meridian — 7.3 t/ha (Germany), Ogonkovsky — 7.2 t/ha (Russia). Two varieties can be distinguished as sources of precocity — Fox 1 (Russia) and KWS-Casino (Germany), in which earing was noted on May 12–13. The varieties Explorer 5 and Explorer 7 (Germany) stood out in terms of coarse grain. Such varieties as Capten (2.6 g), KWS-Meridian (2.5 g), Explorer 7 (Germany) (2.6 g), Galaktion (Switzerland) (2.5 g), Plato (Russia) (2.5 g) formed a high mass of grain from the ear. The sources of shortness are two varieties: Fox 1 (Russia) and KWS-Casino (Germany). According to the results of the analysis, varieties that can be used as a starting material in breeding programs for winter barley have been identified.

Key words: winter barley, productivity, early maturity, short stem, variety, variety testing

For citation: Doroshenko E.S., Filippov E.G. Evaluation of varieties of winter barley of different ecological and geographical origin according to economically valuable traits and properties. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 110–115. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-110-115> (In Russian).

© Doroshenko E.S., Filippov E.G.

Введение / Introduction

Озимый ячмень — ценная зернофуражная культура. На Северном Кавказе он является наиболее востребованным, его высокая потенциальная продуктивность определяется особенностями формирования урожая [1].

Основные фазы роста и развития проходят в относительно увлажненный период, ячмень лучше использует влагу осенне-зимних осадков, экономнее расходует ее на единицу продукции. Обладая более коротким периодом вегетации, озимый ячмень рано освобождает поля для обработки под последующую культуру. Питательная ценность ячменного зерна значительно превосходит зерно пшеницы за счет лучшей сбалансированности белка в зерне по аминокислотному составу. Интерес к этой культуре объясняется универсальностью его использования в народном хозяйстве [2].

Широкое внедрение озимого ячменя на полях Южного Федерального округа могло бы способствовать значительному увеличению производства зерна, но недостаточная зимостойкость существующих сортов препятствует увеличению посевных площадей. Поэтому главная задача селекции в настоящее время и основная цель на перспективу — создание сортов с глубоким залеганием узла кущения озимого ячменя и двуручек с более высоким уровнем урожайности, повышенной зимостойкостью, устойчивостью к полеганию, основным болезням [3].

Цель исследований — изучение сортов различного эколого-географического происхождения и выделения источников хозяйственно ценных признаков и свойств озимого ячменя для включения в селекционные программы и привлечения их в гибридизацию.

Материалы и методы исследования / Materials and method

Исследования проводились в отделе селекции и семеноводства ячменя ФГБНУ «АНЦ «Донской»» (г. Зерноград) в 2019–2021 гг.

Почва опытного участка — чернозем обыкновенный (предкавказский, карбонатный), глинистый, малогумусный. Структура почвы — зернисто-комковатая.

В сортоиспытании изучали 28 сортов отечественной (ФГБНУ «АНЦ «Донской», ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко») и зарубежной (Украина, Германия) селекции.

Закладку опыта, учет и наблюдения осуществляли согласно Методике полевого опыта (2014) [4] и Государственного сортоиспытания (2019) [5].

Учетная площадь делянки — 10 м², посев проводили в трехкратной повторности, норма высева — 450 всхожих зерен на 1 м², в качестве стандарта использовался сорт Тимофей, который высевался через 20 номеров.

Погодно-климатические условия за годы исследований сложились довольно разнообразно, что позволило выделить наиболее ценные сорта для дальнейшего их включения в селекционные программы. Условия 2018/19 сельскохозяйственного года по количеству выпавших осадков (521,4 мм), их распределению в

течение вегетационного периода, температуре воздуха оказались более типичными для Зерноградского района, чем другие. 2019/20 год, несмотря на оптимальные условия при посеве, оказался неблагоприятным для формирования высокого урожая из-за возвратных заморозков весной и резких колебаний температуры в весенний период. 2020/21 год характеризовался повышенным температурным режимом (+2,0 °C к норме) и неравномерным (по сезонам) распределением осадков в течение вегетационного периода озимого ячменя.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Создание высокопродуктивных сортов озимого ячменя, хорошо приспособленных к конкретным почвенно-климатическим условиям, — главная задача селекционеров на современном этапе. Успешное ее решение может быть достигнуто только на основе широкого вовлечения в гибридизацию лучших новых образцов различного эколого-географического происхождения [6].

Урожайность изучаемых сортов озимого ячменя в сортоиспытании в среднем за три года имела широкий размах варьирования — от 5,6 до 7,4 т/га (рис. 1).

Урожайность стандартного сорта Тимофей в среднем за годы исследований составила 6,8 т/га. 49% изучаемых сортов превысили стандарт по урожайности. Самая высокая урожайность была получена по сортам Маруся (Россия) — 7,9 т/га, Ерема (Россия) — 7,4 т/га, Виват (Россия) — 7,3 т/га, KWS-Meridian (Германия) — 7,3 т/га, Огоньковский (Россия) — 7,2 т/га.

В 2019 году в сортоиспытании по урожайности выделился только сорт Маруся (+0,8 т/га) к стандарту, другие сорта не показали достоверной ($HCP_{05} = 0,7$) прибавки. Сорта KWS-Hiskory, Explorer 3, Explorer 6, Explorer 8 (Германия) значительно уступили стандарту Тимофей (минус 0,8–1,7 т/га).

В 2020 году была получена самая высокая урожайность, которая по некоторым сортам достигала до 11 т/га. Достоверную прибавку ($HCP_{05} = 0,8$ т/га) к стандарту Тимофей (9,9 т/га) (плюс 1–1,1 т/га) сформировали сорта Виват (10,9 т/га), Маруся (10,9 т/га), Державный (11,0 т/га) (Россия). Достоверную прибавку ($HCP_{05} = 0,5$ т/га) к стандартному сорту Тимофей (4,6 т/га) в 2021 году сформировали сорта Ерема (5,2 т/га), Маруся (6,4 т/га) (Россия), Ханелоре (5,5 т/га) (Австрия), Трудівник (5,6 т/га) (Украина), Онега (5,6 т/га) (Россия) и KWS-Meridian (5,6 т/га) (Германия).

Длительность вегетационного периода зависит от генетической природы сорта и условий вегетации. Для по-

Рис. 1. Распределение сортов озимого ячменя в сортоиспытании по урожайности, 2019–2021 гг.

Fig. 1. Distribution of winter barley varieties according to productivity in the Variety Testing, 2019–2021

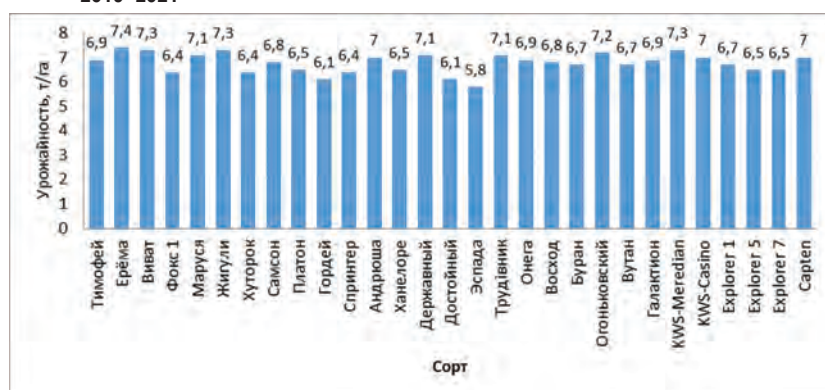


Рис. 2. Распределение сортов озимого ячменя при сортоиспытании по массе 1000 зерен, 2019–2021 гг.

Fig. 2. Distribution of winter barley varieties according to productivity in the Variety Testing, 2019–2021

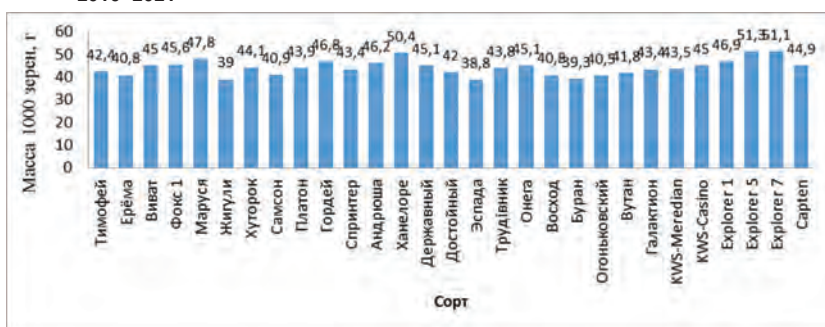


Таблица 1. Сорта озимого ячменя, выделенные по признаку «масса 1000 зерен», 2019–2021 гг.

Table 1. Winter barley varieties identified according to «1000-kernel weight», 2019–2021

Название сорта	Происхождение	Масса 1000 зерен, г
2019 год		
Тимофей, ст.	Россия	44,0
Explorer 4	Германия	51,0
Explorer 3	Германия	58,5
Explorer 5	Германия	56,3
Explorer 7	Германия	54,5
Броинскайли	Германия	55,8
KWS-Hiskory	Германия	53,5
НСР ₀₅		5,3
2020 год		
Тимофей, ст.	Россия	41,8
Маруся	Россия	47,0
Платон	Россия	48,0
Ханелоре	Германия	57,5
KWS-Casino	Германия	47,5
Explorer 5	Германия	54,5
KWS-Meridian	Германия	47,0
Explorer 7	Германия	56,5
Capten	Германия	47,0
НСР ₀₅		5,0
2021 год		
Тимофей, ст.	Россия	38,3
Маруся	Россия	43,8
Ханелоре	Германия	51,8
KWS-Meridian	Германия	45,0
Explorer 5	Германия	52,5
Explorer 7	Германия	50,3
НСР ₀₅		4,9

лучения стабильно высоких урожаев большое значение имеют сорта, наиболее адаптированные по продолжительности вегетационного периода к условиям выращивания [7].

В среднем за 2019–2021 годы изучения сорта озимого ячменя колошились с 12 мая (Фокс 1, Россия) по 21 мая (Достойный, Украина).

Выколашиваться стандартный сорт Тимофей в среднем за три года начал 19 мая. У 38% изучаемых сортов колошение наступило на два-семь дней раньше стандарта. Также хотелось бы отметить сорт KWS-

Casino (Германия), который начал колоситься 13 мая. К среднеранней группе (14–16 мая) относились 14% изучаемых сортов — Галактион (Швейцария), Огоньковский, Гордей (Россия) и другие, к среднеспелой группе созревания (17–19 мая) относилась большая часть сортов — 72% (Ерема, Виват, Жигули) (Россия), Explorer 7 (Германия) и другие). Источники скороспелости — два сорта: Фокс 1 (Россия) и KWS-Casino (Германия), у которых колошение отмечалось 12–13 мая.

Важному агрономическому признаку — крупности зерна — в селекционных и генетических исследованиях уделяется большое внимание [8]. В среднем за годы исследования масса 1000 зерен стандартного сорта составила 42,4 г. У остальных сортов значение данного признака варьировало от 38,8 г (Эспада, Россия) до 51,3 г (Explorer 5, Германия) (рис. 2).

Большая часть изученных сортов (64%) за три года исследований сформировала массу 1000 зерен больше, чем у стандартного сорта Тимофей. Хотелось выделить два сорта — Explorer 5, Explorer 7 (Германия), которые на протяжении трех лет формировали массу 1000 зерен свыше 50 г. Эти сорта можно рекомендовать для включения в скрещивания как источники крупнозерности.

В 2019 году крупное, хорошо выполненное зерно (> 45,1 г) сформировал 21 сорт (75%). Достоверную прибавку к стандарту (НСР₀₅ = 5,3) сформировали сорта Explorer 3, Explorer 4, Explorer 5, Explorer 7, KWS-Hiskory, Броинскайли (Германия) (табл. 1).

По крупнозерности в 2020 году выделились сорта Маруся, Платон (Россия), Ханелоре, KWS-Meridian, KWS-Casino, Explorer 5, Explorer 7, Capten (Германия), достоверно превысив стандарт Тимофей (НСР₀₅ = 5,0 г).

В 2021 году самыми крупнозерными были сорта Маруся (Россия), Ханелоре, KWS-Meridian, Explorer 5, Explorer 7 (Германия), достоверно превысив стандарт Тимофей (НСР₀₅ = 4,9 г).

Масса зерна с колоса является хозяйственно ценным признаком, с помощью которого можно наиболее точно установить продуктивность или урожайность каждого сорта [9].

Масса зерна с колоса в среднем за годы исследования имела широкий размах варьирования — от 1,8 г (Эспада, Россия) до 2,6 г (Capten, Германия) (рис. 3).

В среднем за годы исследования масса зерна с колоса у стандарта составила 2,2 г. 21% изучаемых сортов превосходили стандарт по данному признаку. Высокую массу зерна с колоса сформировали такие сорта, как Capten (2,6 г), KWS-Meridian (2,5 г), Explorer 7 (2,6 г) (Германия), Галактион (Швейцария) (2,5 г), Платон (Россия) (2,5 г).

В результате проведенного корреляционного анализа была выявлена сильная положительная связь

(+0,65) урожайности и массы зерна с колоса.

В 2019 году масса зерна с колоса варьировала от 2,0 до 2,8 г, у стандарта Тимофей — 2,6 г. Высокие значения массы зерна с колоса отмечены у сортов Маруся, Фокс 1, Гордей (Россия), KWS-Scala, KWS-Meridian, KWS-Casino (Германия).

В 2020 году у сортов значения изучаемого признака варьировали от 2,3 до 3,6 г, у стандарта Тимофей — 2,5 г. Высокая масса зерна с колоса отмечена у сортов Маруся, Фокс 1, Виват, Платон (Россия), Державный, Достойный (Украина), Галактион (Швейцария), Ханелоре, KWS-Casino, KWS-Meridian, Explorer 1, Capten (Германия).

В 2021 году все изучаемые образцы сформировали среднюю массу зерна с колоса.

Количество продуктивных стеблей на 1 м² является наследуемым признаком, значительно изменяющимся в зависимости от условий выращивания [10].

Количество продуктивных стеблей на 1 м² за годы исследований варьировало от 389 (Галактион, Швейцария) до 513 шт/м² (Explorer 7, Германия).

В 2019 году по признаку «количество продуктивных стеблей на 1 м²» сорта распределились следующим образом: малое (301–500 шт.) — 92,9%, среднее (501–700 шт.) — 7,1% (KWS-Hiskory — 503 шт., Explorer 8 — 602 шт.).

По признаку «количество продуктивных стеблей на 1 м²» в 2020 году сорта распределились следующим образом: малое (301–500 шт.) — 14,3%, среднее (501–700 шт.) — 82,1%, большое (701–900 шт.) — 3,6% (Explorer 5, Германия).

В 2021 году количество продуктивных стеблей на 1 м² варьировало в пределах от 250 до 550 шт/м². Все образцы распределились по следующим группам: очень малое (<300 шт.) — 7%, малое (301–500 шт.) — 90%, среднее (501–700 шт.) — 3%. Максимальное значение данного сорта было получено по сорту Ерема — 524 шт/м² (Россия).

Полегание посевов может вызывать значительное снижение урожайности и качества зерна ячменя. Интенсивный рост растений во влажные годы приводит к их полеганию в период налива зерна. В засушливые годы, наоборот, рост задерживается, в результате чего растения не могут сформировать оптимальную ассимиляционную поверхность, а это, в свою очередь, вызывает недобор урожая. Высота растений тесно связана с устойчивостью к полеганию [11].

Высота растений за годы исследований в сортоиспытании варьировала от 84,1 см (Фокс 1, Россия) до 99,2 см (Огоньковский, Россия) (рис. 4)

Согласно Методическим указаниям по изучению мировой коллекции овса, ржи и ячменя (2012), все

Рис. 3. Распределение сортов озимого ячменя в сортоиспытании по массе зерна с колоса, 2019–2021 гг.

Fig. 3. Distribution of winter barley varieties according to kernel weight per head in the Variety Testing, 2019–2021

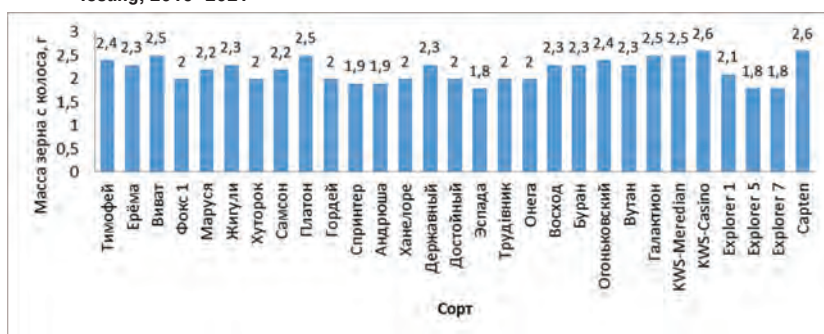


Рис. 4. Распределение сортов озимого ячменя в сортоиспытании по высоте растений, 2019–2021 гг.

Fig. 4. Distribution of winter barley varieties according to plant height in the Variety Testing, 2019–2021

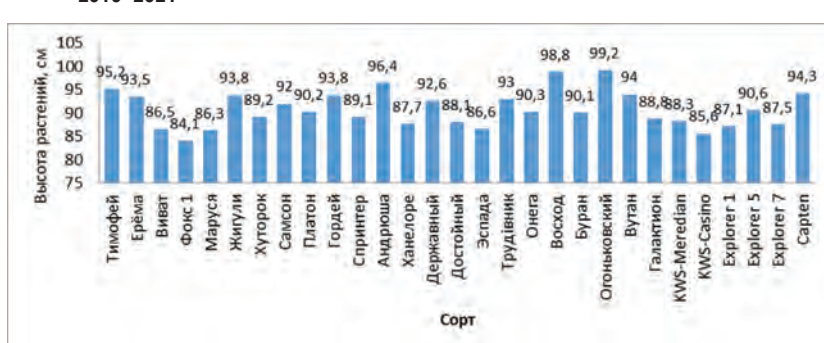
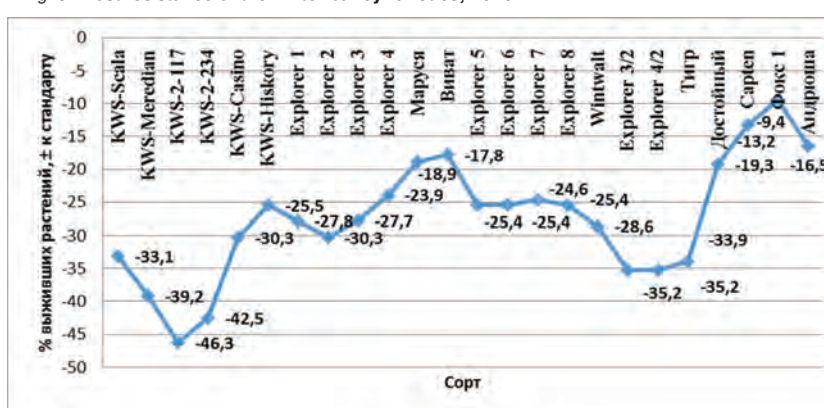


Рис. 5. Морозостойкость сортов озимого ячменя, 2019 г.

Fig. 5. Frost resistance of the winter barley varieties, 2019



изучаемые сорта по высоте растений были распределены на две группы: среднерослые (84–94 см) — 83% и средневысокие (более 95 см) — 17%. В результате исследований выделены два сорта — Фокс 1 (Россия) и KWS-Casino (Германия), которые можно привлекать в скрещивания как источники короткостебельности.

Для создания высокопродуктивных сортов важными являются изучение исходного материала и выделение новых источников и доноров резистентности к основным распространенным в южной зоне болезням. В условиях Ростовской области озимый ячмень в отдельные годы в значительной мере поражается мучнистой росой, карликовой ржавчиной, сетчатым гельминтоспориозом [12, 13].

В 2019 году умеренную восприимчивость к поражению сетчатым гельминтоспориозом (поражение 2,5 балла и выше) отмечено у сортов Capten (Германия), Тигр и Достойный (Россия). Остальные были классифицированы как умеренно устойчивые. В 2020 году уме-

Рис. 6. Морозостойкость сортов озимого ячменя (-15 °C), 2020 г.

Fig. 6. Frost resistance of the winter barley varieties (-15 °C), 2020

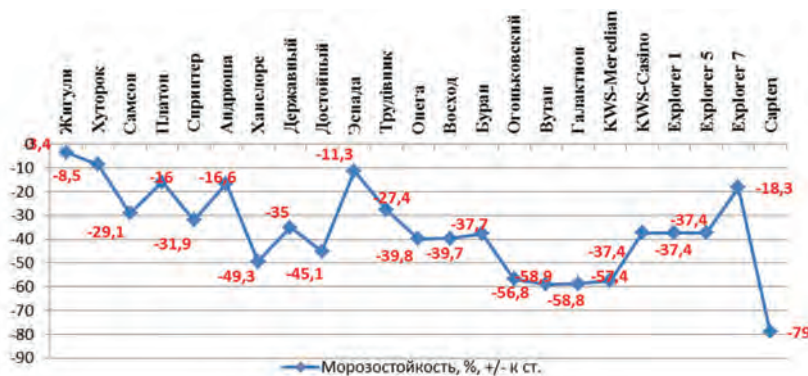


Рис. 7. Морозостойкость сортов озимого ячменя (-16 °C), 2020 г.

Fig. 7. Frost resistance of the winter barley varieties (-16 °C), 2020

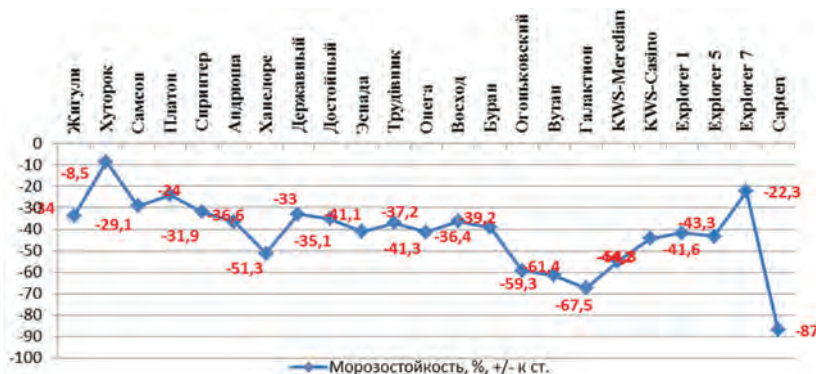


Рис. 8. Морозостойкость сортов озимого ячменя (-15 °C), 2021 г.

Fig. 8. Frost resistance of the winter barley varieties (-15 °C), 2021

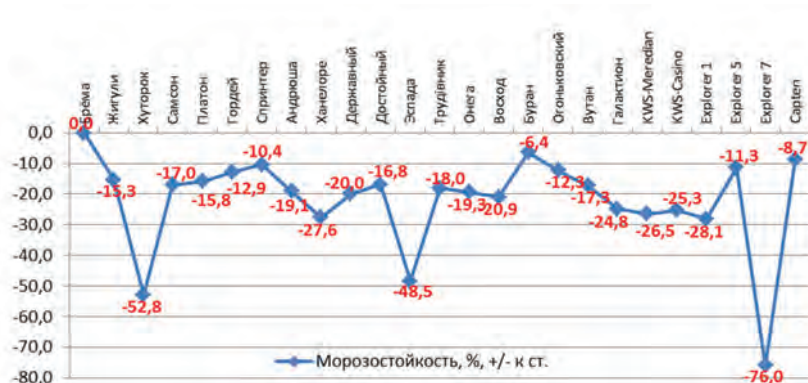


Рис. 9. Морозостойкость сортов озимого ячменя (-16 °C), 2021 г.

Fig. 9. Frost resistance of the winter barley varieties (-16 °C), 2021



ренная восприимчивость к поражению сетчатым гелиминтоспориозом (поражение 2–2,5 балла) отмечена у 50% сортов. Остальные были классифицированы как умеренно устойчивые (поражение до 1,5 баллов). В 2021 году высокую устойчивость к поражению сетчатым гелиминтоспориозом проявили 11 изучаемых сортов: Виват, Маруся, Буран, Самсон (Россия), KWS-Meridian (Германия) и др.

Наиболее адекватной оценкой морозостойкости является определение степени выживаемости растений после воздействия критическими температурами. Основной анализ устойчивости сортов озимого ячменя проводят путем промораживания растительных организмов, выращенных в посевных ящиках, в холодильных камерах КНТ-1.

В сортоиспытании в 2019 году сорта Фокс 1 (Россия) и Capten (Германия) проявили морозостойкость на уровне стандарта Ерема (-9,4% и -13,2%, соответственно, при $HCP_{05} = 14,3$). Остальные изучаемые сорта уступили стандарту по данному показателю (рис. 5).

В 2020 году в сортоиспытании при промораживании на контрольной температуре -15 °C сорта Жигули, Хуторок, Платон, Андрюша, Эспада (Россия) проявили морозостойкость на уровне стандарта Ерема ($HCP_{05} = 16,9$). Остальные уступили стандарту по данному показателю (рис. 6).

При -16 °C все сорта, изучаемые в сортоиспытании, достоверно уступили стандарту ($HCP_{05} = 17,9$) (рис. 7).

В 2021 году сорта Буран (Россия), Capten (Германия), Гордей, Спринтер (Россия), Explorer 5 (Германия) проявили морозостойкость на уровне стандарта Ерема (-6,4, -8,7, -12,9, -10,4, -11,3%, соответственно, при $HCP_{05} = 16,1$). Остальные уступили стандарту по данному показателю (рис. 8).

При -16 °C Хуторок (Россия), Дерзавный, Трудивник (Украина) превзошли стандарт по морозостойкости (9,0, 7,0, 10,6% соответственно), шесть сортов проявили морозостойкость на уровне стандарта Ерема ($HCP_{05} = 22,1$), остальные сорта, изучаемые в сортоиспытании, достоверно уступили стандарту (рис. 9).

Анализируя морозостойкость сортов в сортоиспытании, сделан вывод, что большая часть изучаемых сортов уступает лучшему сорту собственной селекции Ерема по

данному признаку. Можно отметить сорт Capten (Германия), который на протяжении двух лет изучения был на уровне или превосходил стандартный сорт по морозостойкости.

Выводы / Conclusion

По результатам трех лет исследования (2019–2021 гг.) сортов озимого ячменя в сортоиспытании выделены образцы Маруся (Россия), Ерема (Россия), Виват (Россия), KWS-Meridian (Германия), Огоньковский (Россия), обладающие высокой продуктивностью. Источниками скороспелости можно выделить два сорта — Фокс 1 (Россия) и KWS-Casino (Германия).

Высокую массу зерна с колоса сформировали такие сорта, как Capten, KWS-Meridian, Explorer 7 (Германия), Галактион (Швейцария), Платон (Россия). Также выделены два сорта — Фокс 1 (Россия) и KWS-Casino (Германия), которые можно привлекать в скрещивания как источники короткостебельности. Высокую массу зерна с колоса сформировали такие сорта, как Capten, KWS-Meridian, Explorer 7 (Германия), Галактион (Швейцария), Платон (Россия). По морозостойкости выделили сорт Capten (Германия). Все выделившиеся сорта можно использовать при создании новых сортов озимого ячменя как источники хозяйственно ценных признаков и свойств.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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. Филиппов Е.Г., Донцова А.А. Селекция озимого ячменя. Ростов-на-Дону: *Книга*. 2014; 208.
2. Алабушев А.В., Коломийцев Н.Н., Лысенко И.Н., Пахайло А.И., Филиппов Е.Г., Щербаков В.И., Янковский Н.Г. Южно-российские технологии ячменя. Ростов-на-Дону: *Терра Принт*, 2008; 272.
3. Филиппов Е.Г., Донцова А.А. Особенности селекции ячменя на Дону. *Зерновое хозяйство России*. 2016; (1): 47–52. eLIBRARY ID: 25683504
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: *Альянс*. 2014; 351.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва: Группа Компаний Море. 2019; 1: 384.
6. Шуплецова О.Н., Щенникова И.Н. Генетические источники селекции ячменя (*Hordeum vulgare*) в Волго-Вятском регионе. *Труды п прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019; 180(1): 82–88. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-1-82-88>
7. Тетяников Н.В., Боме Н.А. Источники ценных признаков для селекции голозерного ячменя. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020; 181(3): 49–55. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-3-49-55>
8. Косолапов В.М., Чернявских В.И., Костенко С.И. Развитие современной селекции и семеноводства кормовых культур в России. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2021; 25(4): 401–407. <https://doi.org/10.18699/VJ21.044>
9. Dontsova A.A., Alabushev A.V., Lebedeva M.V., Potokina E.K. Analysis of polymorphism of microsatellite markers linked to a long-term net form of net blotch resistance gene in winter barley varieties in the south of Russia. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2018; 78(3): 317–323. <https://doi.org/10.31742/IJGPB.78.3.4>
10. Урбан Э.П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания. Минск: *Беларуская навука*. 2009; 269.
11. Алабушев А.В. Состояние и пути эффективности отрасли растениеводства. Ростов-на-Дону: *Книга*. 2012; 384.
12. Лашина Н.М., Афанасенко О.С. Поражаемость пятнистостями сортов ячменя, включенных в государственный реестр селекционных достижений и находящихся на сортоиспытаниях в условиях северо-запада Российской Федерации. *Вестник защиты растений*. 2019; (2): 23–28. [https://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-2\(100\)-23-28](https://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-2(100)-23-28)
13. Семенова А.Г., Анисимова А.В., Ковалева О.Н. Устойчивость к вредным организмам современных сортов ячменя. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021; 182(4): 108–116. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-4-108-116>

ОБ АВТОРАХ:

Эдуард Сергеевич Дорошенко, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, 3, Зерноград, 347740, Ростовская обл., Россия doroshenko.eduard.91@mail.ru ORCID ID: 0000-0002-0787-9754

Евгений Григорьевич Филиппов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий отделом селекции и семеноводства ячменя, Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, 3, Зерноград, 347740, Ростовская обл., Россия filippov.vniizk@mail.ru ORCID ID: 0000-0002-5916-3926

REFERENCES

1. Filippov E.G., Dontsova A.A. Winter barley breeding. Rostov-on-Don: *Kniga*. 2014; 208. (In Russian)
2. Alabushev A.V., Kolomyitsev N.N., Lysenko I.N., Pakhaylo A.I., Filippov E.G., Shcherbakov V.I., Yankovskiy N.G. South Russian Barley Technologies. Rostov-on-Don: *Terra Print*. 2008; 272. (In Russian)
3. Filippov E.G., Dontsova A.A. Peculiarities of barley breeding on Don. *Grain Economy of Russia*. 2016; 1(43): 47–52. (In Russian) eLIBRARY ID: 25683504
4. Dospekhov B.A. Methodology of a field trial. Moscow: *Al'yans*. 2014; 351. (In Russian)
5. Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops. Moscow: Group of Companies More. 2019; 1: 384. (In Russian)
6. Shupletsova O.N., Shchennikova I.N. Genetic sources for barley (*Hordeum vulgare*) breeding in the Volga-Vyatka region. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2019; 180(1): 82–88. (In Russian) <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-1-82-88>
7. Tetyannikov N.V., Bome N.A. Sources of characters useful for breeding in hulless barley. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2020; 181(3): 49–55. (In Russian) <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-3-49-55>
8. Kosolapov V.M., Cherniavskih V.I., Kostenko S.I. Fundamentals for forage crop breeding and seed production in Russia. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021; 25(4): 401–407. (In Russian) <https://doi.org/10.18699/VJ21.044>
9. Dontsova A.A., Alabushev A.V., Lebedeva M.V., Potokina E. K. Analysis of polymorphism of microsatellite markers linked to a long-term net form of net blotch resistance gene in winter barley varieties in the south of Russia. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2018; 78(3): 317–323. <https://doi.org/10.31742/IJGPB.78.3.4>
10. Urban E.P. Winter rye in Belarus: breeding, seed production, cultivation technology. Minsk: *Belaruskaya navuka*. 2009; 269. (In Russian)
11. Alabushev A.V. State and the ways of efficiency of the plant production industry. Rostov-on-Don: *Kniga*. 2012; 384. (In Russian)
12. Lashina N., Afanasenko O. Susceptibility to leaf blights of commercial barley cultivars in North-western region of Russia. *Plant Protection News*. 2019; (2): 23–28. (In Russian) [https://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-2\(100\)-23-28](https://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-2(100)-23-28)
13. Semenova A.G., Anisimova A.V., Kovaleva O.N. Resistance of modern spring barley cultivars to harmful organisms. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2021; 182(4): 108–116. (In Russian) <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-4-108-116>

ABOUT THE AUTHORS:

Eduard Sergeevich Doroshenko, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for barley breeding and seed production Agricultural Research Center «Donskoy», Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, 347740, Russia doroshenko.eduard.91@mail.ru ORCID ID: 0000-0002-0787-9754

Evgeniy Grigorievich Filippov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, head of the laboratory for barley breeding and seed production, Agricultural Research Center «Donskoy», Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, 347740, Russia filippov.vniizk@mail.ru ORCID ID: 0000-0002-5916-3926

БИОПРЕПАРАТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ СТАБИЛИЗАЦИИ УРОЖАЙНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Важное хозяйственное значение и рентабельность возделывания обусловили расширение посевных площадей под подсолнечником на юге России в последние годы, при этом его урожайность остается невысокой. Потенциал продуктивности раскрывается в лучшем случае наполовину. Причиной, отрицательно влияющими на продуктивность подсолнечника, эксперты называют низкий уровень агротехники и поражение растений болезнями и вредителями.



Для сохранения культуры агрономы всё чаще обращают внимание на биологические средства защиты растений, в частности на продукцию компании «Биотехагро». Возможно ли эффективно защитить подсолнечник при помощи биологических фунгицидов и инсектицидов?

ПОТЕРИ ОТ БОЛЕЗНЕЙ И ВРЕДИТЕЛЕЙ ВЕЛИКИ

Подсолнечник поражают более чем 40 видов возбудителей грибного, бактериального и вирусного происхождения. Наиболее вредоносными из них являются ложная мучнистая роса, белая гниль (или склеротиниоз), серая, пепельная, сухая гнили, фомоз, фомопсис, септориоз, ржавчина, альтернариоз. Сорта крупноплодного подсолнечника менее устойчивы к поражению болезнями, чем традиционные. Как правило, если в хозяйстве не уделяют должного внимания защите подсолнечника от болезней, то к моменту уборки корзинок в той или иной степени оказываются поражены различными болезнями, которые не только значительно снижают урожай (от 10 до 80%), но и отрицательно влияют на качество семян. Так, при сильном поражении корзинок склеротинией количество щуплых семян увеличивается на 20%, а кислотное число масла повышается в 50 раз. При поражении корзинок серой гнилью урожай снижается до 40%, кислотное число повышается от 10 до 100 раз, а всхожесть семян снижается до 38%.

Не менее опасны и другие болезни подсолнечника. Для своевременного обнаружения заболевания растения необходимо соблюдать севооборот, проводить регулярные обследования посевов, начиная с фазы всходов, через каждые 7–10 дней, использовать данные

метеостанций, сигнализирующие о благоприятных для развития болезней условиях.

Нельзя недооценивать и влияние различных вредителей на урожай подсолнечника. Если потери урожая от таких вредителей, как совки, луговой мотылек, проволочники, долгоносики, заметны невооруженным взглядом, то повреждение тлей и клопами является дополнительным источником инфицирования растений различными заболеваниями. Поэтому в случае достижения экономических порогов вредоносности необходимо проводить защиту от вредителей, используя современные эффективные препараты.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА – ВЕРНОЕ РЕШЕНИЕ

Проблема повышения продуктивности подсолнечника комплексная, поэтому важно, чтобы вся технология возделывания была направлена на оптимизацию условий для роста и развития растений. Интегрированная защита представляет собой реализацию системного подхода к уходу за растениями. В ее основе лежит гармоничное сочетание оперативно-профилактических, а также фундаментальных методов: возделывание устойчивых сортов, агротехнический, биологический и химический методы. Специалисты рассматривают интегрированную защиту подсолнечника как наиболее эффективное решение проблемы повышения устойчивости к болезням и продуктивности.

Важным инструментом в интегрированной системе защиты подсолнечника от болезней является использование для обработки семян и вегетирующих растений биопрепаратов и регуляторов роста, обладающих высо-

На правах рекламы

кой биологической эффективностью в борьбе с заболеваниями и позволяющих избежать негативного влияния на агроценоз.

Штаммы-продуценты биопрепаратов обладают широким спектром фунгицидной активности по отношению к возбудителям заболеваний подсолнечника, а также свойствами регуляторов роста, поэтому их применение для обработки семян и растений позволяет существенно повысить продуктивность агроценозов данной культуры.

БИОПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОДСОЛНЕЧНИКА

В ассортименте компании «Биотехагро» достаточно широкий выбор фунгицидов для защиты подсолнечника. В частности, линейка препаратов «Геостим Фит».

«Геостим Фит» выпускается под марками А, Б, В, Г, Д, Е, Ж. Это микробиологическое удобрение широкого спектра действия с фунгицидными и стимулирующими свойствами. Марки отличаются различным содержанием полезных бактерий и грибов.

В основе препаратов — 8 видов живых полезных микроорганизмов: *Chaetomium globosum*, *Trichoderma viride*, *Bacillus megaterium*, *Azospirillum brasilense*, *Rhizobium leguminosarum*, *Mesorhizobium ciceri*, *Bradyrhizobium japonicum*, *Bacillus subtilis*, и их метаболиты.

«Геостим Фит» безопасен для растений, насекомых, животных и человека, устойчив к химическому загрязнению.

Он действует в широком диапазоне температур: от +5 °С до +60 °С. При наступлении неблагоприятных природных условий (мороз, засуха) микроорганизмы образуют споровые формы, устойчивые к этим факторам.

Препарат совместим с гербицидами, инсектицидами и минеральными удобрениями в баковых смесях, но не совместим с химическими фунгицидами.

Также для защиты от болезней подсолнечника может применяться биофунгицид «БФТИМ», который хорошо себя показывает на всех сельскохозяйственных культурах.

Биологический инсектицид «Инсетим» Ж производства «Биотехагро» применяется для борьбы с личинками чешуекрылых насекомых-вредителей и клещей. Препарат состоит из живых грамположительных спорообразующих почвенных бактерий *Bacillus thuringiensis* (*Bacillus thuringiensis* subsp. *thuringiensis*) ИПМ-1 в количестве не менее $2 \cdot 10^{-9}$ КОЕ/см³, а также спор и продуктов жизнедеятельности этих бактерий.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Учеными ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК было проведено множество испытаний различных технологий применения биопрепаратов от «Биотехагро». В последние годы они стали неотъемлемой частью технологии возделывания участков гибридизации. Благодаря использованию препаратов «Геостим Фит», «БФТИМ» и «Инсетим» на 1–3% повышается выход семян кондиционной фракции, снижается поражение растений бактериальной инфекцией, фузариозной корневой и сухой гнилями, фомозом. Помимо этого, на 8,5% обеспечивается увеличение полевой всхожести семян F1, на 1,5 ц/га возрастает потенциал урожайности гибридов.

Опыты проводились и при возделывании сортов и гибридов подсолнечника. Так, на сорте СПК для обработки семян в различных сочетаниях использовались биопрепараты «Геостим Фит» Е 5 л/т, «Геостим Фит» Ж 2 л/т

и «Инсетим» 4 л/т. Они сравнивались со стандартной схемой химической обработки фунгицидами и инсектицидом, а также с контрольным вариантом (без обработки). Снижение пораженности альтернариозом и ризопусом проростков в вариантах с биопрепаратами было на уровне стандартной химической схемы обработки. Эффективность колебалась в пределах 70–94%. Против бактериозов биометод показал себя гораздо надежнее, став эффективнее химических протравителей в 7–8 раз.

При обработках во время вегетации эффективность также была на уровне химических СЗР. В частности, против альтернариоза, сухой гнили и фомоза она была в пределах 63–84%. Против бактериозов и фузариоза во время вегетации эффективность была ниже и составила 40–53%, но у химических СЗР этот показатель был еще ниже.

Рентабельность производства подсолнечника при использовании биометода составила 308–329%, в то время как стандартная химическая схема показала рентабельность в 271%.

Таким образом, ученые ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в рамках интегрированной защиты подсолнечника рекомендуют использовать следующую схему применения биопрепаратов:

- для обработки семян — «Геостим Фит» Е 5 л/т + «Геостим Фит» Ж 2 л/т + «Инсетим» 4 л/т;
- в фазу 4–6 настоящих листьев — «БФТИМ» 3 л/га + «Гелиос цинк» 1 л/га;
- в фазу бутонизации — «БФТИМ» 3 л/га + «Гелиос бормолибден» 1 л/га + «Гелиос кремний» 1 л/га;
- в фазу окончания цветения — «БФТИМ» 3 л/га + «Инсетим» 3 л/га + «Импровер» 0,1 л/га.

ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ АГРОНОМА

Биологическая эффективность препаратов производства «Биотехагро» в борьбе с заболеваниями подсолнечника соответствует применению химических препаратов. В среднем она составляет 75–80%. При этом отмечается существенное действие на возбудителей бактериозов, с которыми химические препараты справиться не могут.

Применение биопрепаратов оказывает положительное влияние и на биометрические показатели растений подсолнечника: площадь ассимиляционной поверхности листьев на одно растение увеличивается, как и продуктивная площадь корзинки. При поражении подсолнечника основными заболеваниями, которые отмечаются в России, применение испытанных биопрепаратов может рассматриваться как значительный фактор стабилизации урожайности.

Р. Литвиненко,
ученый-агроном по защите растений



Биотехагро
государственная
биотехнологическая
компания

Получить профессиональную консультацию по вопросу применения биопрепаратов, решить вопросы поставки вы можете у специалистов:

Ярошенко Виктора Андреевича,
исполнительного директора ООО «Биотехагро», - тел. 8 (918) 461-11-95,
Бабенко Сергея Борисовича,
главного агронома ГК «Кубань-Биотехагро», - тел. 8 (918) 094-55-77,
Михули Анатолия Ивановича,
агронома-консультанта ГК «Кубань-Биотехагро», - тел. 8 (918) 697-27-41,
Лесняка Александра Александровича,
агронома-консультанта ГК «Кубань-Биотехагро», - тел. 8 (952) 859-00-48.

По вопросам отгрузки товаров звонить по тел.: 8 (800) 550-25-44, 8 (918) 389-93-01.
bion_kuban@mail.ru **www.biotechagro.pф**



Е. Ф. Лейнвебер

Научно-исследовательская станция шелководства — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Железноводск, пос. Иноземцево, Россия

✉ tutovod@mail.ru

Поступила в редакцию:
22.11.2022

Одобрена после рецензирования:
15.01.2023

Принята к публикации:
15.03.2023



Evdokiya F. Leinveber

Research Station of Sericulture — branch of Federal state budgetary scientific institution «The North Caucasus federal agricultural research centre», Zheleznovodsk, Inozemtsevo settlement, Russia

✉ tutovod@mail.ru

Received by the editorial office:
22.11.2022

Accepted in revised:
15.01.2023

Accepted for publication:
15.03.2023

Оценка сортов шелковицы по начальным фенологическим фазам как инструмент повышения продуктивности выкормок тутового шелкопряда

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Генофонд шелковицы Станции шелководства — филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» размещен на участках с различным механическим составом почв. Мониторинг и скрининг генофонда шелковицы являются приоритетными направлениями в работе станции по сохранению генколлекции и подбору сортов для выкормок тутового шелкопряда с целью совершенствования кормовой базы шелководства.

Методы. Исследования проводились на плантациях шелковицы Станции шелководства. Объект исследования: два кормовых сорта — Грузия и ПС-109, имеющие высокий потенциал продуктивности для выкормок тутового шелкопряда. Оценка сортов проведена по фенологическим фазам развития, урожаю листа шелковицы и выходу шелкопродукции, статистическая обработка данных — по методу О.В. Янцер, Е.Ю. Терентьевой, кормоиспытательные выкормки на породе Кавказ-1 — по методике А.А. Климовой.

Результаты. Представлена сравнительная характеристика по начальным фазам вегетации сортов Грузия и ПС-109, произрастающих на участках, отличающихся механическим составом почв. Установлена различная динамика развития листа у одного и того же сорта с разных участков. Математически доказано, что неравномерность развития листовой пластинки шелковицы с разных участков снижает урожай листа необходимого качества на 19,6%, шелковую продуктивность — на 28,4%. Предварительная оценка сортов по динамике начальных фаз развития шелковицы позволяет оценить объем и качество листа в довыкормочный период и обеспечить высокую продуктивность выкормок тутового шелкопряда.

Ключевые слова: коллекция, шелковица, сорт, тутовый шелкопряд, кормовая база, вегетация, фенология, урожай листа

Для цитирования: Лейнвебер Е.Ф. Оценка сортов шелковицы по начальным фенологическим фазам как инструмент повышения продуктивности выкормок тутового шелкопряда. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 118–122. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-118-122>

© Лейнвебер Е.Ф.

Evaluation of mulberry varieties by initial phenological phases as a tool to increase the productivity of silkworm feeders

ABSTRACT

Relevance. The mulberry gene pool of the RS of Sericulture — branch «The North Caucasus FARC», is located in areas with various mechanical composition of soils. Monitoring and screening of the mulberry gene pool is a priority in the work of the station to preserve the general collection, select varieties for feeding mulberry silkworms in order to improve the feeding base of sericulture.

Methods. The research was carried out on mulberry plantations of the Sericulture Station. The object of research: two fodder varieties — Georgia and PS-109, which have a high productivity potential for silkworm rearing. The evaluation of varieties was carried out according to the phenological phases of development, the yield of mulberry leaves and the yield of silk products, statistical data processing — according to the method of O.V. Yanzer, E.Yu. Terentyeva, forage testing on the Caucasus-1 breed — according to the method of A.A. Klimova.

Results. A comparative description of the initial vegetation phases of Gruzia and PS-109 varieties growing in areas that differ in the mechanical composition of soils is presented. Different dynamics of leaf development has been established in the same variety from different areas. It is mathematically proved that the uneven development of the mulberry leaf blade from different sites reduces the yield of the leaf of the required quality by 19.6%, silk productivity — by 28.4%. Preliminary assessment of varieties based on the dynamics of the initial phases of mulberry development makes it possible to assess the volume and quality of the sheet in the pre-feeding period and ensure high productivity of mulberry silkworm feeds.

Key words: collection, mulberry, variety, silkworm, fodder base, vegetation, phenology, leaf yield

For citation: Leinveber E.F. Evaluation of mulberry varieties by initial phenological phases as a tool to increase the productivity of silkworm feeders. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 118–122. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-118-122> (In Russian).

© Leinveber E.F.

Введение / Introduction

В настоящее время на Станции шелководства — филиале ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» генетическая коллекция и кормовые плантации шелковицы размещены на нескольких земельных участках, различающихся механическим составом почв. В последнее время в силу различных причин, в том числе климатических факторов [1–3], нерационально используются в кормопроизводстве многие уникальные сорта. Поэтому на данный момент мониторинг и скрининг генофонда шелковицы — приоритетные направления в работе станции по сохранению и поддержанию генетической коллекции, совершенствованию кормовой базы. Для оценки продуктивности сортов шелковицы и рационального использования в соответствии с сезонами эксплуатации, приуроченными к выкормкам тутового шелкопряда, наблюдения за шелковицей начинаются с фенологии [4].

Для объектов растительного мира закономерна ежегодная динамика фенологических циклов развития. Их наступление, как правило, обусловлено определенными сезонными явлениями в природе, прежде всего температурным режимом, имеющим зонально-климатические особенности, влияние которых отражается на разнообразии экотопов [5, 6], на них также сказывается и состав почв.

Доказательства воздействия разнообразных факторов среды на жизнедеятельность растительных сообществ представлены во многих работах [7]. Изменение климата, по мнению авторов, непосредственно влияет на функционирование экосистем в целом или отдельных их компонентов. Об этом влиянии в основном судят по отклонениям в сроках наступления фенофаз [8]. Из абиотических факторов, кроме климатических, на биоценозы действуют и эдафические [9]. Следствием эдафических влияний являются различия продуктивности растений биотопа [5, 10]. Для полной и качественной характеристики растительных комплексов разрабатываются современные подходы к изучению сезонных явлений [11], в том числе с использованием математического анализа. Предлагаемые разработки возможно использовать для организации фенологического мониторинга растительных сообществ.

Начало вегетации шелковицы напрямую связано с началом сезона выращивания тутового шелкопряда. Важным фактором является развертывание у кормовых сортов 1-го и 5-го листьев. Эти фазы развития шелковицы служат ориентиром для закладки грядки тутового шелкопряда на инкубацию [4].

В связи с вышесказанным актуальность исследования заключается в выявлении зависимости динамики развития первых листьев сортовой шелковицы от структуры почвы участков произрастания, что позволит регулировать количество и качество (кормовую ценность) листа шелковицы в периоды выкормок гусениц тутового шелкопряда, снизить дефицит кормового листа, а также повысить продуктивность выкормок.

Цель работы — оценка сортов шелковицы, произрастающей на участках, различающихся механическим составом почв, по динамике начальных фаз развития для прогнозирования объема и качества листа до начала выкормок тутового шелкопряда.

Материал и методы исследования /

Materials and method

Объект исследований: два высокопродуктивных сорта шелковицы — Грузия и ПС-109, произрастающие на разных по почвенному составу участках.

Кормовые участки шелковицы на Станции шелководства расположены у подножия горы Машук (в 5 км от Пятигорска). Данная территория относится к предгорной лесостепной зоне. Почвенный покров неоднороден, представлен предгорным выщелоченным черноземом с суглинистым и местами тяжелосуглинистым слоем. Мощность гумусных горизонтов на отдельных участках относительно высокая (А — 40 см), но содержание гумуса у поверхности низкое (до 3,0%) с зернисто-комковатой структурой, высокой водопроницаемостью и низкой влагоудерживающей способностью, реакция среды ближе к нейтральной (рН 6,8–7,2).

Исследования осуществлены в 2022 году на трех участках, характеризующихся различным механическим составом почв: участок № 1 — почва суглинистая с низкой влагоемкостью, участок № 2 — тяжелосуглинистые почвы с низкой водопроницаемостью, участок № 3 — почвы суглинистые с высокой водопроницаемостью и влагоудерживающей способностью.

Мониторинг испытываемых сортов по начальным фенологическим фазам развития растений с математическим анализом проведен по двум хозяйственно важным фазам: развертывание 1-го и 5-го листьев — по методу О.В. Янцер, Е.Ю. Терентьевой [12]. На каждом участке было отобрано по 50 растений каждого опытного сорта в трехкратной повторности. Учет развертывания листовой пластинки проведен на пяти выделенных побегах каждого опытного дерева путем подсчета количества листовых пластинок с полным их развертыванием, прошедших между. За между взяты фазы вегетации: полное развертывание 1-го и 5-го листьев на опытных побегах на одном растении.

Данные фенологических наблюдений за развитием первых листьев получены по двум датам — 26 апреля и 7 мая. Определение урожая листа проведено 13 июня (на 30-й день после появления 1-го листа, что соответствует 5-му возрасту гусениц). Учет фенологических наблюдений и определение урожая листа осуществлены по методикам А.В. Лазарева [13, 14]. Экспериментальные выкормки гусениц тутового шелкопряда с оценкой биологических показателей и показателей продуктивности проведены на районированной породе тутового шелкопряда Кавказ-1 в соответствии с методикой экспериментальных выкормок тутового шелкопряда А.А. Климова [15]. Данные результатов опыта обработаны и проанализированы методом математической статистики по методике Н.Н. Кертяшова (2018) (с использованием пакета программ Microsoft Excel).

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

В настоящее время для выращивания тутового шелкопряда в основном используют такие коллекционные сорта шелковицы, как Грузия и ПС-109, имеющие высокий потенциал продуктивности (урожайные по листовой массе и технологичные при эксплуатации). Вышеуказанные сорта произрастают на участках с различной структурой почвы. Перечисленные сорта имеют особенности развития первых листьев, контраст наблюдается внутри сорта и зависит от участка произрастания. Скорость развертывания первых листьев влияет на динамику нарастания листовой массы и выход листа определенной зрелости, который необходим гусеницам тутового шелкопряда старших возрастов для формирования шелкопродукции.

Результаты фенологических наблюдений за сортами шелковицы Грузия и ПС-109 представлены в таблице 1.

Таблица 1. Статистические данные фенологических наблюдений за кормовыми сортами шелковицы

Table 1. Statistical data of phenological observations of feed mulberry varieties

Номер участка	Показатели по фенологическим фазам					
	Развертывание 1-го листа					
	Кол-во деревьев		Показатель существенно- сти разности, t	Кол-во деревьев		Показатель существенно- сти разности, t
	шт.	%		шт.	%	
Грузия						
№ 1	21,7 ± 3,54	43,4	3,07	16,7 ± 3,37	33,2	3,19
№ 2	14,3 ± 3,23	28,7	1,96	9,6 ± 2,81	19,2	2,63
№ 3	19,0 ± 3,47	38,0		15,3 ± 3,29	30,6	
ПС-109						
№ 1	20,0 ± 3,50	40,0	3,59	24,3 ± 3,57	48,7	2,99
№ 2	11,7 ± 3,02	23,4	2,63	17,0 ± 3,38	34,0	2,16
№ 3	17,7 ± 3,42	35,4		22,3 ± 3,55	44,6	

Таблица 2. Средний урожай листа шелковицы на опытных участках по сортам

Table 2. Average mulberry leaf yield in test areas by grade

Сорт	Средний урожай листа с одного дерева, кг			Показатель существенности разности, t	
	Участок			Сравниваемые участки	
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 1 и № 2	№ 2 и № 3
Грузия	2,147 ± 0,121	2,713 ± 0,104	2,215 ± 0,099	3,56	3,45
ПС-109	2,030 ± 0,105	2,572 ± 0,069	2,108 ± 0,112	4,30	3,54

На момент наблюдений (26 апреля) высокий процент развертывания 1-го листа отмечен у сорта Грузия, произрастающего на участке № 1, — 43,4%. Начало вегетации данного сорта на участке № 2 было сравнительно поздним относительно участков № 1 и 3, на 26 апреля лист появился лишь у 14 деревьев (28,7%). При сравнении результатов показатель существенности разности оцениваемого сорта на опытных участках № 1 и 2 равен 3,07, на участках № 2 и 3 — 1,96. Достоверность отклонения в опыте в первой комбинации (между участками № 1 и 2) выше в 1,6 раза, чем показатель пороговой существенности разности 1,96 (согласно применяемому методу при доверительном интервале 95% эта величина должна быть более или равна 1,96, лишь в этом случае различие доказано математически). Во второй комбинации, где проведено сравнение параметров между участками № 2 и 3, достоверность отклонения равна пороговой — 1,96.

Начало вегетации (развитие 1-го листа) ПС-109 отличается от соответствующих данных сорта Грузия из-за генетической предрасположенности первого к позднему сроку развития. Различия в показателях находятся в интервале 12,0–16,6%, при этом самыми низкими по сроку развертывания листа выделялись опытные деревья с участка № 2, первый лист к 26 апреля распустился всего у 11 растений, что составляет 23,4%. Достоверность опыта по сорту ПС-109 подтверждена статистически, показатель существенности разности между участ-

ками № 1 и 2 равен 3,59, а между участками № 2 и 3 — 2,63.

Данные по развертыванию 5-го листа у сорта Грузия с участков № 1 и 3 выше на 11,4–14% относительно результатов с участка № 2, а у ПС-109 — на 10,6–14,7%. Показатель существенности разности по сорту Грузия равен 3,19 между участками № 1 и 2, а между № 2 и 3 — 2,63, то есть превышают пороговый в 1,6 и 1,3 раза соответственно. Показатели сорта ПС-109 ниже при сравнении участков № 1 и 2 ($t = 2,99$), а между № 2 и 3 — $t = 2,16$, но при этом допустимое отклонение превышено в 1,5 раза.

В дальнейших исследованиях, определяя уровень влияния начальной фазы вегетации шелковицы, проведен учет урожая листа в период максимальной его потребности для выкармливания тутового шелкопряда (табл. 2).

В опытных вариантах самый высокий урожай листа в богарных условиях отмечен на участке № 2 у обоих исследуемых сортов и составляет в среднем по сорту Грузия 2,713 кг с одного дерева (кг/дер), по ПС-109 — 2,572 кг/дер. На других участках (№ 1 и 3) происходит снижение урожая листа обоих сортов, его масса относительно данных с участка № 2 в среднем ниже на 19,6%. Анализируя данные по урожаю листа между участками кормовых плантаций, определен критерий достоверности опыта, который выше теоретического ($t_{теор.} = 3,18$) во всех вариантах.

Полученные результаты подтверждают, что структура почв непосредственно влияет не только на динамику фенологических фаз развития первых листьев, но и на урожай листа. Участок № 1 с суглинистой структурой почвы характеризуется недостатком влаги, что отрицательно влияет на развитие корневой системы шелковицы, сокращает период формирования листовой пластинки и негативно отражается на объеме листовой массы (урожай листа). На участке № 2, где почва имеет тяжелосуглинистый механический состав с низкой водопроницаемостью, за счет накопления влаги зимой отмечен длительный (растянутый) период формирования листа, что способствует образованию большего количества листовой массы для выкармливания тутового шелкопряда. Участок № 3 имеет почвы суглинистые с высокой водопроницаемостью и влагоудерживающей способностью: сорта шелковицы, произрастающие на данном участке, характеризуются более высоким урожаем листа по сравнению с участком № 1, но низким в сравнении с участком № 2.

На момент учета урожая листа (13 июля) гусеницы тутового шелкопряда достигли пятого возраста. Заготавливаемый в данный период лист неоднородный: 1/3 часть массы была недозревшей или перезревшей, такой лист не используется для выкармливания старших возрастов гусениц (недозревший — из-за переизбытка протеина, перезревший — из-за недостатка воды, утолщения кутикулы и жесткости) [16].

Оценка любых биологических объектов проводится по конечному продукту. В шелководстве это урожай коконов. На результаты выкармливания тутового шелкопряда влияют многие факторы, в том числе пищевой [16–18].

Показатели выкармливания (откорма) районированной породы Кавказ-1 исследуемыми сортами шелковицы, произрастающими на участках с различным механическим составом почв, представлены в таблице 3.

Наиболее ощутимое различие в показателях по итогам выкармливания по сортам отмечено между участками № 1 и 2. Урожай коконов выше на 31,7% при выкармливании сортом Грузия, на 34,1% — ПС-109 с участка № 2 в сравнении с участком № 1. Масса шелковой оболочки выше на 48,0% (сорт Грузия), ПС-109 — на 47,8%, у обоих сортов разница в массе кокона относительно невысокая и в среднем составляет 0,13 г между участками № 1 и № 2. Существенное различие зафиксировано в жизнеспособности гусениц, показатели относительно данных с участка № 2 ниже на 5,3% в сравнении с участком № 1, что, соответственно, снижает эффективность выкармливания. Показатели выкармливания по участку № 3 (в сравнении с участком № 2) более низкие, но они выше, чем по участку № 1.

В связи с тем что в пятом возрасте идет интенсивное накопление шелка в шелкоотделительной железе тутового шелкопряда, отсутствие необходимого количества листа соответствующего качества негативно отражается на выходе шелкопродукции [17]. Таким образом, ускоренное созревание листа на исследуемых участках № 1 и 3 не способствует формированию необходимого количества корма для гусениц пятого возраста на момент наблюдений (13 июня 2022 г.).

Выводы / Conclusion

Оценивая сорта шелковицы по начальным фенологическим фазам развития, установили, что у исследуемых экотипов Грузия и ПС-109, произрастающих на разных опытных участках, наблюдаются неоднородное разворачивание 1-го и 5-го листьев и наращивание листовой массы, из которых складывается урожай листа в определенный период (к сезону выкармливания тутового шелкопряда).

На участке с суглинистой структурой почвы и низкой влагоемкостью (участок № 1) происходит раннее разворачивание первых листьев (1-го и 5-го), однако урожай листа низкий: 2,03 кг/дер. — у ПС-109, 2,147 кг/дер. — у сорта Грузия.

Позднее появление первых листьев наблюдается на участке с тяжелосуглинистым механическим составом

Таблица 3. Показатели выкармливания районированной породы Кавказ-1

Table 3. Indicators of feeding zoned rock Kavkaz-1

Участок	Жизнеспособность, %	Масса кокона, г	Урожай коконов с 1 га, кг	Масса шелковой оболочки с 1 га, кг
Грузия				
№ 1	90,0 ± 0,929	1,80 ± 0,046	193,69 ± 2,01	39,28 ± 0,883
№ 2	93,8 ± 0,416	1,94 ± 0,018	255,10 ± 1,165	58,13 ± 0,246
№ 3	91,7 ± 1,46	1,89 ± 0,012	203,89 ± 2,000	43,84 ± 1,444
ПС-109				
№ 1	90,4 ± 0,896	1,86 ± 0,021	183,96 ± 1,820	38,38 ± 0,392
№ 2	95,7 ± 0,462	1,98 ± 0,055	246,64 ± 1,100	56,71 ± 9,264
№ 3	92,1 ± 0,569	1,90 ± 0,15	194,62 ± 1,200	42,84 ± 0,272

почвы и низкой водопроницаемостью (участок № 2), но отмечен самый высокий урожай листа у исследуемых сортов: ПС-109 — 2,572 кг/дер., Грузия — 2,713 кг/дер.

На участке с суглинистой структурой почвы, которая имеет высокую водопроницаемость и влагоудерживающую способность (участок № 3), исследуемые сорта шелковицы характеризуются достаточно ранним разворачиванием первых листьев и удовлетворительным урожаем листа: ПС-109 — 2,108 кг/дер., Грузия — 2,215 кг/дер.

Неоднородное наращивание листовой массы и неравномерный урожай листа у сортов Грузия и ПС-109, расположенных на участках с разным механическим составом почв, отрицательно сказываются на итоговых показателях выкармливания тутового шелкопряда при откорме гусениц старших возрастов в весенний сезон: при снижении урожая листа необходимого качества в среднем по сортам на 19,6% жизнеспособность тутового шелкопряда падает на 3,7%, урожай коконов — на 22,7%, масса шелковой оболочки — на 28,4%.

Полученные результаты исследований могут учитываться при планировании выкармливания тутового шелкопряда и эксплуатации кормовых плантаций шелковицы. Предварительный мониторинг (с применением математического анализа) сортов по динамике начальных фаз развития шелковицы, произрастающих на участках, различающихся механическим составом почв, позволяет спрогнозировать урожай и качество листа до начала выкармливания тутового шелкопряда и оценить шелковую продуктивность. При этом для корректировки необходимого количества и качества кормового листа рекомендуется сорта с ранним разворачиванием листа эксплуатировать при ранней весенней выкармливании тутового шелкопряда, а сорта с участками, где наблюдается позднее появление листа, — для откорма гусениц в поздний весенний или летний сезон.

Автор несет ответственность за свою научную работу и представленные данные в научной статье.

The author is responsible for his scientific work and the data presented in the scientific article.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Марченко А.А., Иванов А.В. Влияние изменения климата на фенологическое развитие древесных растений в г. Уссурийске. *Проблемы региональной экологии*. 2021; (2): 5–9. <https://doi.org/10.24412/1728-323X-2021-2-5-9>
- Потапенко Н.Х. Влияние температуры воздуха на основные фазы сезонного развития шелковицы в разных климатических условиях. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. 2010; 2 (2): 453–455. eLIBRARY ID: 15529289

REFERENCES

- Marchenko A.A., Ivanov A.V. Impact of weather variation on phenological development of woody plants in Ussuriysk. *Regional Environmental Issues*. 2021; (2): 5–9. (In Russian) <https://doi.org/10.24412/1728-323X-2021-2-5-9>
- Potapenko N.Kh. Air temperature influence on the main seasonal phases of mulberry development under different climatic conditions. *Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod*. 2010; 2 (2): 453–455. (In Russian) eLIBRARY ID: 15529289

3. Лейнвебер Е.Ф., Евлагина Е.Г., Величко М.Ф. Фенологическая изменчивость в развитии коллекционных сортов и форм шелковицы при полувековом наблюдении. *Актуальные вопросы сельскохозяйственных наук в современных условиях развития страны. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции.* Санкт-Петербург. 2016; 3: 15–16.
4. Лейнвебер Е.Ф., Евлагина Е.Г. Кормовой потенциал для разнотравных выростков тутового шелкопряда. *Наука, техника и образование.* 2019; (10): 58–62. <https://doi.org/10.24411/2312-8267-2019-11003>
5. Турчина Т.А. Феноспектр ольхи черной (*Alnus glutinosa* Gaertn.) в экотопах центральной части степной зоны европейской России. *Аридные экосистемы.* 2019; 25(1): 20–31. <https://doi.org/10.24411/1993-3916-2019-10041>
6. Тюкавина О.Н., Клевцов Д.Н., Бабич Н.А. Черты сходства динамики длины хвои по годам роста сосны обыкновенной в различных условиях произрастания. *Лесной журнал.* 2017; (1): 73–85. <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2017.1.73>
7. Ivanova L.A., Yudin P.K., Ronzhina D.A., Ivanov L.A., H Izel N. Quantitative mesophyll parameters rather than whole-leaf traits predict response of C3 steppe plants to aridity. *New Phytologist.* 2018; 217(2): 558–570. <https://doi.org/10.1111/nph.14840>
8. Roslin T., Antão L., Hällfors M., Mayke E. et al. Phenological shifts of abiotic events, producers and consumers across a continent. *Nature Climate Change.* 2021; 11(3): 241–248. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00967-7>
9. Баширова Р.М., Ибрагимов Р.И., Мартынова-ВанКлей А., Шуралева О.В., Кудашкина Н.В. Влияние эдафических факторов на содержание флавоноидов в траве *Polygonum Aviculare* L. *Вестник Башкирского университета.* 2009; 14 (1): 72–75. eLIBRARY ID: 12418797
10. Лебедев В.М., Лебедев Е.В. Экологофизиологические особенности реакции сосны обыкновенной на уровень плодородия почвы как показатель адаптации к условиям среды. *Лесной журнал.* 2019; (6): 92–103. <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.6.92>
11. Емельянова О.Ю., Цой М.Ф., Масалова Л.И. Фенологические наблюдения как основа формирования базы данных феноспектров древесных растений. *Овощи России.* 2020; (6): 77–84. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-77-84>
12. Янцер О.В. Применение количественных фенологических методов для изучения сезонной динамики ландшафтных геокомплексов. *Вопросы физической географии и геоэкологии Урала. Межвузовский сборник научных трудов.* Пермь. 2006; 11–33.
13. Лазарев А.В. Наблюдения и учеты в научной работе: фенологические наблюдения. Методические рекомендации по тутоводству. Иноземцево: *Росшелкстанция.* 1991; 45–51.
14. Лазарев А.В. Определение урожайности листа кормовой шелковицы. Методические рекомендации по тутоводству. Иноземцево: *Росшелкстанция.* 1991; 52–54.
15. Климова А.А. Методика проведения экспериментальных выростков тутового шелкопряда. Методические рекомендации по шелководству. Иноземцево: *Росшелкстанция.* 1990; 14–17.
16. Джулиева Х.А., Марупов Д., Хамзаев М., Джуроев К. Влияние нормы кормления на продуктивность тутового шелкопряда. *Кишоварз.* 2015; (4): 44–46. eLIBRARY ID: 25208639
17. Салимджанов С., Изатов М., Марупов Д. Совершенствование технологии выростков тутового шелкопряда. *Современные технологии производства экологически чистых продуктов для устойчивого развития сельского развития. Материалы международной научной конференции.* Тбилиси. 2016; 440–443.
18. Джулиева Х.А. Подбор форм и гибридов шелковицы и их влияние на продуктивность выростков и качество коконов тутового шелкопряда в условиях Республики Таджикистан. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Душанбе. 2021; 29.
3. Leinweber E.F., Evlagina E.G., Velichko M.F. Phenological variability in the development of collectible varieties and forms of mulberry under half-century observation. *Topical issues of agricultural sciences in the modern conditions of the country's development.* Collection of scientific papers on the results of the international scientific and practical conference. St. Petersburg, 2016; 3: 15–16. (In Russian)
4. Leinweber E.F., Evlagina E.G. Feeding potential for multi-season mulberry silkworm rearing. *Science, Technology and Education.* 2019; (10): 58–62. (In Russian) <https://doi.org/10.24411/2312-8267-2019-11003>
5. Turchina T.A. Phenospectrum of Black Alder (*Alnus glutinosa* Gaertn.) Plants in Ecotopes of the Central Part of Steppe Zone of European Russia. *Arid Ecosystems.* 2019; 9(1): 15–25. <https://doi.org/10.1134/S2079096119010104>
6. Tyukavina O.N., Klevtsov D.N., Babich N.A. The similarity of the needle length dynamics on an annual basis of scots pine growth in different conditions. *Russian Forestry Journal.* 2017; (1): 73–85. (In Russian) <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2017.1.73>
7. Ivanova L.A., Yudin P.K., Ronzhina D.A., Ivanov L.A., H Izel N. Quantitative mesophyll parameters rather than whole-leaf traits predict response of C3 steppe plants to aridity. *New Phytologist.* 2018; 217(2): 558–570. <https://doi.org/10.1111/nph.14840>
8. Roslin T., Antão L., Hällfors M., Mayke E. et al. Phenological shifts of abiotic events, producers and consumers across a continent. *Nature Climate Change.* 2021; 11(3): 241–248. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00967-7>
9. Bashirova R.M., Ibragimov R.I., Martynova-VanKley A., Shuraleva O.V., Kudashkina N.V. Influence of edaphic factors on the content of flavonoids in grass *Polygonum Aviculare* L. *Bulletin of Bashkir University.* 2009; 14 (1): 72–75. (In Russian) eLIBRARY ID: 12418797
10. Lebedev V.M., Lebedev E.V. Ecological and physiological features of the scots pine reaction to the soil fertility level as an indicator of adaptation to environmental conditions. *Russian Forestry Journal.* 2019; (6): 92–103. (In Russian) <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.6.92>
11. Emelyanova O.Yu., Tsoy M.F., Masalova L.I. The phenological observations as the basis for the formation of the database of phenological spectrums of woody plants. *Vegetable crops of Russia.* 2020; (6): 77–84. (In Russian) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-77-84>
12. Janzer O.V. Application of quantitative phenological methods to study the seasonal dynamics of landscape geocomplexes. *Questions of physical geography and geoecology of the Urals. Intercollegiate collection of scientific works.* Perm. 2006; 11–33. (In Russian)
13. Lazarev A.V. Observations and accounting in scientific work: phenological observations. Methodological recommendations on mulberry farming. Inozemtsevo: *Rosshelkstantsiya.* 1991; 45–51. (In Russian)
14. Lazarev A.V. Determination of the yield of a sheet of fodder mulberry. Methodological recommendations on mulberry farming. Inozemtsevo: *Rosshelkstantsiya.* 1991; 52–54. (In Russian)
15. Klimova A.A. Procedure for experimental feeding of silkworm. Procedural Recommendations on Sericulture. Inozemtsevo: *Rosshelkstantsiya.* 1990; 14–17. (In Russian)
16. Giulieva Kh.A., Marupov D., Khamzaev M., Dzhuraev K. Influences of feeding rate on the productivity of silkworm. *Kishovarz.* 2015; (4): 44–46. (In Russian) eLIBRARY ID: 25208639
17. Salimdzhanov S., Izatov M., Marupov D. Improving the technology of feeding silkworm. *Modern technologies for the production of environmentally friendly products for the sustainable development of rural development. Proceedings of the international scientific conference.* Tbilisi. 2016; 440–443. (In Russian)
18. Giulieva Kh.A. Selection of mulberry forms and hybrids and their influence on the productivity of feeding and the quality of silkworm cocoons in the conditions of the Republic of Tajikistan. Abstract of PhD (Agricultural Sciences) Thesis. Dushanbe. 2021; 29. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Евдокия Федотовна Лейнвебер,
кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник,
Научно-исследовательская станция шелководства — филиал
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»,
ул. Пушкина, 13, пос. Иноземцево, Ставропольский край,
357432, Россия
tutovod@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5284-0840>

ABOUT THE AUTHORS:

Evdokiya Fedotovna Leinveber,
Candidate of agricultural sciences,
senior researcher,
Research Station of Sericulture – branch of Federal state budgetary
scientific institution «The North Caucasus federal agricultural
research centre»,
13 Pushkina str., Inozemtsevo, Stavropol Territory, 357432, Russia
tutovod@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5284-0840>

УДК 634.8.093

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-123-128

Р.Э. Казахмедов, ✉
А.Х. Агаханов,
Т.И. Абдуллаева

Дагестанская селекционная
опытная станция виноградарства и
овощеводства — филиал Федерального
государственного бюджетного научного
учреждения «Северо-Кавказский
федеральный научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия», Дербент,
Республика Дагестан, Россия

✉ kre_05@mail.ru

Поступила в редакцию:
18.01.2023

Одобрена после рецензирования:
10.02.2023

Принята к публикации:
15.03.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-123-128

Ramidin E. Kazakhmedov, ✉
Albert H. Agakhanov,
T. I. Abdullayeva

Dagestan Breeding Experimental Station of
Viticulture and Vegetable Growing-branch
of the Federal State Budgetary Scientific
Institution «North Caucasus Federal
Scientific Center of Horticulture, Viticulture,
Winemaking», Dербent, Republic of
Dagestan, Russia

✉ kre_05@mail.ru

Received by the editorial office:
18.01.2023

Accepted in revised:
10.02.2023

Accepted for publication:
15.03.2023

Агробиологические особенности технических сортов винограда селекции ВНИИВиВ «Магарах» в климатических условиях юга Дагестана

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Интродукция новых генотипов и сортов, обладающих адаптивными и ценными хозяйственно-технологическими признаками, остается одним из эффективных путей расширения виноградарства, формирования, улучшения и обогащения биоразнообразия промышленного сортимента в современных условиях изменения климата. Внедрение новых интродуцированных сортов винограда с групповой устойчивостью позволяет исключить многочисленные обработки плантаций пестицидами и получать экологически чистую, конкурентоспособную продукцию. Цель работы. Определение адаптивного потенциала и оценка продуктивности интродуцированных сортов винограда селекции института «Магарах» в условиях Дагестана для расширения сортимента и совершенствования конвейера технических сортов винограда.

Методы. Исследования проводились на базе ампелографической коллекции ДСОСВиО филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ. Объектами изучения являлись интродуцированные технические сорта винограда селекции ВНИИВиВ «Магарах» Антей Магарахский, Подарок Магараха, Первенец Магараха, а также Ркацител (контроль) и Саперави (контроль). Культура винограда корнесобственная, орошаемая, 2003 года посадки. Форма кустов высокоштамбовая, двуплечий кордон Казенава. Схема посадки сортов винограда — 3,5 x 2,0 м.

Результаты. В ходе исследований установлено, что в условиях южного Дагестана по комплексу агробиологических и хозяйственно ценных признаков сорта винограда селекции ВНИИВиВ «Магарах» Антей Магарахский, Первенец Магараха, Подарок Магараха при возделывании в корнесобственной культуре не уступают, а по ряду показателей значительно превосходят контрольные сорта Ркацител и Саперави. Изученные сорта также обладают устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам и комплексом адаптивно-значимых признаков, необходимых для формирования эколого-биологизированных систем виноградарства в различных почвенно-климатических условиях (микрорайонах) республики Дагестан, что указывает на возможность и целесообразность их эффективного выращивания в промышленных насаждениях республики в корнесобственной культуре, и особенно актуально в изменяющихся условиях климата юга России.

Ключевые слова: виноград, интродукция, сорта, продуктивность, устойчивость

Для цитирования: Казахмедов Р.Э., Агаханов А.Х., Абдуллаева Т.И. Агробиологические особенности технических сортов винограда селекции ВНИИВиВ «Магарах» в климатических условиях юга Дагестана. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 123–128. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-123-128>
© Казахмедов Р.Э., Агаханов А.Х., Абдуллаева Т.И.

Agrobiological features of technical grape varieties selected by FSBSI All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «Magarach» of the Russian Academy of Sciences in the climatic conditions of the South of Dagestan

ABSTRACT

Relevance. The introduction of new genotypes and varieties with adaptive and valuable economic and technological characteristics remains one of the most effective ways to expand viticulture, form, improve and enrich the biodiversity of industrial assortment in the current climate change conditions. The introduction of new introduced grape varieties with group resistance makes it possible to eliminate numerous treatments of plantations with pesticides and to obtain environmentally friendly, competitive products. The purpose of the work is to determine the adaptive potential and evaluate the productivity of introduced grape varieties of the Magarach Institute selection in Dagestan to expand the assortment and improve the conveyor of technical grape varieties.

Methods. The research was carried out on the basis of the ampelographic collection of the Dagestan Breeding Experimental Station of Viticulture and Vegetable Growing branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking». The objects of study were introduced technical grape varieties of All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «Magarach» of the Russian Academy of Sciences selection Antey Magarachsky, Podarok Magarach, Pervenets Magarach, as well as Rkatsiteli (control) and Saperavi (control). Grape culture is indigenous, irrigated, planted in 2003. The shape of the bushes is high-stemmed, double-shouldered cordon of Cazenava. Planting scheme of grape varieties — 3.5 x 2.0 m.

Results. In the course of our research, we found that in the conditions of southern Dagestan, in terms of the complex of agrobiological and economically valuable characteristics, the grape varieties of the FSBSI All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «Magarach» of the Russian Academy of Sciences selection, Antey Magarachsky, the Pervenets Magarach, the Podarok Magarach when cultivated in the root culture, are not inferior, and in a number of indicators significantly exceed the control varieties of Rkatsiteli and Saperavi. The studied varieties also have resistance to biotic and abiotic stressors and a complex of adaptively significant features necessary for the formation of ecological and biologized viticulture systems in various soil and climatic conditions (microzones) of the Republic of Dagestan, which indicates the possibility and expediency of their effective cultivation in industrial plantings of the Republic of Dagestan in the root culture and, especially, is relevant in the changing climate conditions of the south of Russia.

Key words: grapes, introduction, varieties, productivity, stability

For citation: Kazakhmedov R.E., Agakhanov A.H., Abdullayeva T.I. Agrobiological features of technical grape varieties selected by FSBSI All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «Magarach» of the Russian Academy of Sciences in the climatic conditions of the South of Dagestan. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 123–128. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-123-128> (In Russian).

© Kazakhmedov R.E., Agakhanov A.H., Abdullayeva T.I.

Введение / Introduction

Основой повышения эффективности отрасли виноградарства является внедрение прогрессивных ресурсосберегающих технологий, ориентированных на возделывание сортов, отвечающих современным требованиям производства. Для интенсификации виноградарческой отрасли на сегодняшний день сортимент промышленного виноградарства, в том числе Республики Дагестан, должен соответствовать потребностям рынка. Широко востребованны сорта с высокими показателями продуктивности, качества, устойчивостью к стрессорам — как биотическим, так и абиотическим [1].

Задачам расширения виноградарства, формирования, улучшения и обогащения биоразнообразия промышленного сортимента отвечает интродукция новых генотипов. Также важным требованием к интродуцируемым сортам является их экологическая пластичность (способность сортов винограда сохранять в различных эколого-географических районах высокую продуктивность), так как в современном мировом виноградарстве применяют перемещение сортов или форм винограда [2].

Возрастает потребность в пополнении сортимента винограда адаптивными, ценными по агробиологическим и технологическим свойствам, конкурентоспособными сортами и клонами, внедрение в производство которых обеспечит повышение рентабельности виноградовинодельческой отрасли. Особое значение приобретает внедрение новых интродуцированных сортов винограда с групповой устойчивостью, позволяющих исключить многочисленные обработки насаждений пестицидами и получать экологически чистую, конкурентоспособную продукцию [3].

Правильно подобрать соответствующий набор взаимодополняющих сортов для конкретной экологической зоны или хозяйства — весьма непростая стратегическая задача. Решение этой задачи особенно сложно в Дагестане, где агроэкологические условия очень разнообразны и обусловлены совместным воздействием моря, степи, высоких гор.

Существующий широкий ассортимент новых технических, столовых сортов, гибридных форм и сортов интродуцентов позволяет осуществлять отбор и внедрение современных высокопродуктивных сортов с целью увеличения валового сбора винограда и повышения его качества в условиях Дагестана. Для интенсификации отрасли большое значение имеет последовательное совершенствование сортимента путем внедрения в производство конкурентоспособных сортов винограда [4, 5].

ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» — старейший отечественный научный центр. Научные работы многих поколений ученых-селекционеров «Магарача», в частности выдающегося советского ученого, виноградаря-селекционера с мировым именем П.Я. Голодриги, позволили создать новые сорта винограда, сочетающие высокую урожайность и качество с устойчивостью к болезням и вредителям, в том числе к филлоксеру [6–8].

Борьба с филлоксерой — давняя проблема виноградарей. Стоит отметить, что на протяжении почти полутора вековой истории по созданию устойчивых сортов винограда трудились несколько поколений селекционеров разных стран, но испытания на устойчивость к филлоксере проводились только в Молдавии и Крыму, в НПО «Магарач». В настоящее время сорта винограда селекции института в корнесобственной культуре занимают сотни и тысячи гектаров в промышленных насажде-

ниях России. Подтверждены их полевая устойчивость к филлоксере, грибным болезням и морозу, высокая урожайность и хорошее качество. Они являются страховым фондом многих виноградарских хозяйств [9–11].

В исследованиях было выявлено, что сорт Первенец Магарача по ряду агробиологических показателей оказался перспективным для условий юга Дагестана при возделывании в корнесобственной культуре, проявляет себя как толерантный к корневой филлоксере, болезням, абиотическим стрессорам, формирует продукцию универсального назначения. Необходимо отметить, что Первенец Магарача является источником и донором хозяйственно ценных признаков и широко используется в селекционной программе ДСОСВиО [12, 13].

Цель работы — определение адаптивного потенциала и оценка продуктивности интродуцированных сортов винограда селекции института «Магарач» в условиях Дагестана для расширения сортимента и совершенствования конвейера технических сортов винограда.

Объекты и методы исследований / Objects and methods

Исследования проводились на базе ампелографической коллекции ДСОСВиО филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ. Объектами изучения являлись интродуцированные сорта винограда селекции ВНИИВиВ «Магарач» Антей Магарачский, Подарок Магарача, Первенец Магарача, в качестве контроля использовались сорта Ркацител и Саперави.

Культура винограда корнесобственная, орошаемая, 2003 года посадки. Форма кустов высокоштамбовая, двуплечий кордон Казенава. Схема посадки сортов винограда — 3,5 × 2,0 м.

Почвенный покров — светло-каштановый, суглинистый, тяжелого и среднего механического состава, бесструктурный, видоизмененный длительной культурой винограда и орошением. pH водной вытяжки почвы ближе к щелочной, что незначительно превышает оптимальное значение для почвы виноградников. Среда — щелочная. Показатели содержания проанализированных форм азота, подвижного фосфора низкие, обменного калия — высокие. Выявлено повышенное содержание CaCO_3 . Гранулометрические свойства в норме. Почва обследуемых участков отличается недостаточным содержанием органического вещества. Уровень плодородия почвы опытных участков низкий, степень обеспеченности основными элементами питания находится на уровне средних значений.

Проводились только профилактические химические обработки для защиты урожая (два-три раза в год, в частности, препаратами «Индиго» (5 л/га), «Карачар» (0,75 л/га), «ЗИМ 500» (0,8 л/га), так как сорта не нуждаются в многократных обработках.

Изучение сортов винограда проводили с использованием общепринятых в виноградарстве методик [14–17]. Сахаристость сока ягод определяли по ГОСТ 27198-87, титруемую кислотность — по ГОСТ 32114-2013 [18, 19].

По данным Дербентской метеостанции, среднегодовая температура воздуха равна 14,2 °C. Самый теплый месяц — июль (27,2 °C), самый холодный — январь (5,5 °C), причем отрицательные среднесуточные температуры не наблюдаются. Абсолютный максимум температуры воздуха — 37,7 °C (июль).

Оптимальное количество атмосферных осадков, благоприятствующих нормальной жизнедеятельности виноградного куста, в условиях Дербентского района составляет 425 мм в год. Характерной особенностью ус-

ловий Дербентского района является общая засушливость климата, причем наименьшее количество осадков выпадает в летний период.

Среднегодовое количество осадков — 354 мм, в том числе за период интенсивного роста (V–IX) 153,9 мм. Гидротермический коэффициент в летний период опускается до 0,2, что указывает на необходимость орошения виноградных насаждений.

Результаты исследований / Research results

По данным фенологических наблюдений, распускание почек у изучаемых сортов проходило в среднем с 21 по 24 апреля. Раннее распускание почек отмечено у сорта Саперави (контроль) (21.04), позднее — у сорта Подарок Магарача (24.04) (табл. 1).

Фаза начала цветения изучаемых сортов приходилась на I декаду июня и завершалась во II декаде июня. В группу раннецветущих (6.06–7.06) отнесены сорта Саперави (контроль), Первенец Магарача, Антей Магарачский. Позже всех вступили в фазу цветения Подарок Магарача и Ркацители (контроль).

Известно, что созревание ягод зависит от биологических особенностей сорта, места и условий произрастания, нагрузки кустов урожаем. Начало созревания ягод исследуемых сортов наступало в III декаде июля. Раннее начало созревания ягод (27.07) отмечено у сорта Антей Магарачский. У остальных сортов фаза начала созревания наблюдалась с 3.08 по 10.08. Наступление полной физиологической зрелости урожая также раньше всех отмечено у сорта Антей Магарачский (в среднем 3.09), у сорта Подарок Магарача (в среднем 5.09). Полное созревание урожая у контрольных сортов — Ркацители и Саперави наступало значительно позже (в среднем 10.09).

По сроку созревания (количеству дней от распускания почек до полной зрелости ягод) сорта распределились от среднеспозднего до позднего. В климатических условиях южного Дагестана все изученные сорта винограда созревают полностью и формируют кондиционный урожай.

Основными критериями оценки продуктивности сортов являются коэффициенты плодоношения и плодоносности побегов, величина которых носит генети-

ческий характер. У изучаемых сортов винограда эти показатели были выше в сравнении с контрольными сортами (табл. 2).

Масса грозди и условия их формирования определяют урожай с куста каждого отдельного сорта. В условиях приморской зоны Дагестана максимальная масса грозди отмечалась у сорта Первенец Магарача (300 г), минимальная — у сорта Подарок Магарача (169 г) (табл. 3). Соответственно, наиболее урожайными оказались Первенец Магарача (27,3 т/га), Подарок Магарача (12,0 т/га), Антей Магарачский (12,7 т/га), а у контрольных сортов урожайность находилась в пределах 8,9–9,6 т/га.

В исследованиях содержание сахаров в ягодах варьировало от 182 г/дм³ (Первенец Магарача), 218,0 г/дм³ (Антей Магарачский) до 230 г/дм³ (Подарок Магарача). По показателям титруемой кислотности сорта распределились следующим образом:

- низкая (4,7 г/дм³) — Подарок Магарача;
- высокая (8,2, 9,0 г/дм³) — Первенец Магарача, Антей Магарачский;
- очень (9,3, 10,2 г/дм³) — Ркацители (контроль), Саперави (контроль).

Таким образом, сорта селекции «Магарач» на фоне заражения филлоксерой в корнесобственной культуре имеют более высокую продуктивность, чем контрольные сорта — Ркацители и Саперави.

Были также проведены промеры гроздей и ягод, определены длина и ширина гроздей и ягод. Величина гроздей интродуцированных сортов винограда характеризуется как средняя и большая. По размеру ягод (диаметр) сорта ранжированы (табл. 4). Величина ягод сорта Антей Магарачский превосходит Ркацители, что подтверждает универсальность применения урожая сорта Антей Магарачский, который может быть рекомендован для местного потребления.

В результате увологического анализа было определено содержание гребней, кожицы и семян в грозди изучаемых сортов. Установлено, что содержание кожицы и твердых частей мякоти в ягодах низкое (от 14,8 до 18,7%), содержание сока — высокое (от 73,8 до 78,3%), при этом белые сорта отличаются большим выходом сока, чем красные (табл. 5).

Таблица 1. Фенология интродуцированных сортов винограда, 2016–2020 гг.

Table 1. Phenology of introduced grape varieties, 2016–2020

Сорт	Начало распускания почек	Цветение		Начало вызревания лозы	Остановка роста	Созревание ягод		Число дней от распускания до полной зрелости ягод, дни
		начало	массовое			начало	полное	
Антей Магарачский	22.04	7.06	10.06	20.07	25.07	27.07	3.09	135
Подарок Магарача	24.04	11.06	13.06	19.07	20.07	4.08	5.09	135
Первенец Магарача	22.04	7.06	10.06	20.07	24.07	6.08	10.09	142
Ркацители (контроль)	22.04	10.06	13.06	20.07	23.07	10.08	10.09	142
Саперави (контроль)	21.04	6.06	9.06	20.07	23.07	3.08	10.09	143

Таблица 2. Развитие куста, плодоносность побегов интродуцированных сортов винограда, 2016–2020 гг.

Table 2. The development of the bush, the fruitfulness of the shoots of introduced grape varieties, 2016–2020

Сорт	Общее количество глазков, шт.	Общее количество соцветий, шт.	Плодоносные побеги, шт.	Коэффициент плодоношения	Коэффициент плодоносности
Антей Магарачский	40,2	38,6	27,0	0,95	1,43
Первенец Магарача	48,6	82,2	45,6	1,69	1,80
Подарок Магарача	50,6	49,6	30,4	0,94	1,63
Ркацители (контроль)	45,6	26,4	23,6	0,57	1,12
Саперави (контроль)	60,2	22,2	20,6	0,35	1,08
НСР ₀₅				0,29	0,08

Таблица 3. Урожайность, характеристика гроздей изучаемых сортов винограда, 2016–2020 гг.

Table 3. Productivity, characteristics of bunches of the studied grape varieties, 2016–2020

Сорт	Масса грозди, г	Масса 100 ягод, г	Урожай		Массовая концентрация	
			с куста, кг	т/га	сахаров, г/дм ³	титруемая кислотность, г/дм ³
Антей Магарачский	231	203	8,9	12,7	218	9,0
Первенец Магарача	300	165	19,1	27,3	182	8,2
Подарок Магарача	169	171	8,4	12,0	221	4,7
Ркацители (контроль)	253	174	6,7	9,6	210	9,3
Саперави (контроль)	278	120	6,2	8,9	208	10,2
НСР ₀₅			1,4	2,1		

Как известно, степень вызревания побегов имеет важное значение для формирования устойчивости к низким температурам в осенний, зимний и весенний периоды.

По силе роста побегов изучаемые интродуцированные сорта винограда относятся к средним по приросту. Общий прирост побегов на кусте интродуцированных сортов колебался от 802,6 до 2373,4 см (табл. 6). Вызревание однолетних побегов — от 51,6% (Первенец Магарача) до 82,2% (Антей Магарачский). Это обеспечивало их нормальную перезимовку. Данные показатели по сортам из года в год были стабильны.

Вывод / Conclusion

По комплексу агробиологических и хозяйственно ценных признаков (высокий процент распутившихся почек и плодоносных побегов, коэффициент плодоношения, коэффициент плодоносности, средняя масса грозди, урожайность, оптимальное содержание сахаров и титруемых кислот в соке ягод) в условиях южного Дагестана сорта винограда Антей Магарачский, Первенец Магарача, Подарок Магарача при возделывании в корнесобственной культуре не уступают, а по ряду показателей значительно превосходят контрольные сорта — Ркацители и Саперави.

Изученные сорта также обладают устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам и комплексом адаптивно-значимых признаков, необходимых для формирования эколого-биологизированных систем виноградарства в различных почвенно-климатических условиях (микроразнообразиях) Республики Дагестан, что указывает на возможность и целесообразность их эффективного выращивания в промышленных насаждениях республики в корнесобственной культуре, что особенно актуально в изменяющихся условиях климата юга России.

Полагаем, что сорта селекции ВНИИВиВ «Магарач» технического направления могут эффективно возделываться

Таблица 4. Характеристика гроздей интродуцированных сортов винограда, 2016–2020 гг.

Table 4. Characteristics of bunches of introduced grape varieties, 2016–2020

Сорт	Размер грозди, см		Величина ягоды, мм		Диаметр ягод
	длина	ширина	длина	ширина	
Антей Магарачский	17,2	10,0	17,7	15,0	16,3
Первенец Магарача	17,0	9,4	15,6	13,5	14,5
Подарок Магарача	18,0	9,4	15,0	14,7	14,9
Ркацители (контроль)	20,2	8,4	15,0	14,3	14,6
Саперави (контроль)	21,4	11,6	14	13,3	13,6

Таблица 5. Механический состав гроздей интродуцированных сортов винограда, 2016–2020 гг.

Table 5. Mechanical composition of bunches of introduced grape varieties, 2016–2020

Сорт	Состав грозди, % от общей массы			
	кожица	семена	гребень	сок
Антей Магарачский	18,4	5,2	2,6	73,8
Первенец Магарача	14,8	4,3	2,6	78,3
Подарок Магарача	14,8	5,0	2,9	77,3
Ркацители (контроль)	16,0	4,0	1,8	78,2
Саперави (контроль)	18,7	4,8	3,0	73,5

Таблица 6. Средний однолетний прирост растений интродуцированных сортов винограда, 2016–2020 гг.

Table 6. Data on the state of the annual growth of the vine of the introduced grape varieties, 2016–2020

Сорт	Прирост побегов, см		
	общий	вызревшая часть	% вызревшей части
Антей Магарачский	1297	1066	82,2
Первенец Магарача	2187	1130	51,6
Подарок Магарача	1340	700	52,2
Ркацители (контроль)	2410	1950	80,9
Саперави (контроль)	2385	1383	57,9

в корнесобственной культуре в климатических условиях Республики Дагестан на фоне заражения филлоксерой с применением способов повышения физиологической устойчивости насаждений, разработанных на ДСОСВиО.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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. Гугучкина Т.И., Алейникова Г.Ю., Грюнер М.А., Чигрик Б.В., Кретов А.В. Интродукция – эффективный способ обновления сортимента винограда для качественного виноделия. Егоров Е.А., Ильина И.А. (ред.) Разработки, формирующие современный уровень развития виноделия. Краснодар. 2011; 23–29. eLIBRARY ID: 20339103
2. Наумова Л.Г., Ганич В.А., Матвеева Н.В. Интродуцированные коллекционные сорта винограда для качественного виноделия в нижнем придонье. Магарач. *Виноградарство и виноделие*. 2020; 22(2): 111–115. <https://doi.org/10.35547/IM.2020.15.95.005>
3. Макуев Г.А. Агробиологическая и технологическая оценка интродуцированных сортов винограда для виноделия в условиях Южного Дагестана. Дисс. канд. с.-х. наук: 06.01.07. Махачкала. 2001; 155.
4. Голодрига П.Я., Зеленин И.Л., Катарьян Т.Г. Улучшение сортимента виноградных насаждений. Симферополь: Крым. 1969; 173.
5. Власова О.К., Даудова Т.И., Бахмулаева З.К., Магомедов Г.Г., Магадова С.А. Предгорье центрального Дагестана – зона высококачественного винограда и продуктов его переработки. *Стратегия устойчивого развития и инновационные технологии в садоводстве и виноградарстве. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Героя Социалистического Труда, доктора сельскохозяйственных наук, академика Н.А. Алиева*. Махачкала: ДГСАХ. 2011: 45–50.
6. История НИИ «Магарач». Режим доступа: <http://magarach-institut.ru/istoriya/> [дата обращения 19.05.2021]
7. Авидзба А.М., Шольц-Куликов Е.П. Институт «Магарач» на переломе тысячелетий. Магарач. *Виноградарство и виноделие*. 2001; (1): 2–3.
8. Авидзба А.М. Основные достижения национального института винограда и вина. Магарач. *Виноградарство и виноделие*. 2007. (37). 12–19.
9. Брекина О.В. Наука как жизнь (к 100-летию со дня рождения П.Я. Голодриги). *Вестник защиты растений*. 2020; 103(2): 154–156. eLIBRARY ID: 43165406
10. Рудышин С.Д., Бернар Н.Г. Пространство Vitis профессора П.Я. Голодриги (к 95-летию со дня рождения). Магарач. *Виноградарство и виноделие*. 2015; (2): 37–38.
11. Рудышин С.Д., Бернар Н.Г. Роль и вклад профессора П.Я. Голодриги в развитие генетики, селекции и физиологии винограда. Магарач. *Виноградарство и виноделие*. 2015; (3): 7–9.
12. Казахмедов Р.Э., Магомедова М.А. Филлоксеры и физиологически активные соединения: развитие молодых растений винограда на фоне заражения филлоксерой. *Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия*. 2017; 13: 118–123. eLIBRARY ID: 30290861
13. Казахмедов Р.Э. Адаптивный и генетический потенциал сорта Первенец Магарача и перспективы его использования в селекции и производстве в республике Дагестан. *Проблемы развития АПК региона*. 2020; (44): 88–97. <https://doi.org/10.15217/issn2079-0996.2020.3.88>
14. Егоров Е.А., Ильина И.А., Серпукховитина К.А. и др. Система виноградарства Краснодарского края. Методические рекомендации. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, Департамент сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края. 2007; 125. eLIBRARY ID: 19511001
15. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета. 1963; 151.
16. Наумова Л.Г. Продуктивность и урожайность сортов винограда на коллекции. *Материалы научно-практической конференции, посвященной 100-летию Е.И. Захаровой*. Новочеркасск. 2007.
17. Амирджанов А.Г., Сулейманов Д.С. Оценка продуктивности сортов винограда и виноградников. Методические указания. Баку. 1986; 54.

REFERENCES

1. Guguchkina T.I., Aleynikova G.Yu., Gruner M.A., Chigrik B.V., Kretov A.V. Introduction – an effective way to update the assortment of grapes for quality winemaking. Egorov E.A., Ilina I.A. (eds.) *Developments that form the modern level of development of winemaking*. Krasnodar. 2011; 23–29. (In Russian). eLIBRARY ID: 20339103
2. Naumova L.G., Ganich V.A., Matveeva N.V. Introduced collection grape varieties for high-quality winemaking in the Lower Don Valley region. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020; 22(2): 111–115. (In Russian) <https://doi.org/10.35547/IM.2020.15.95.005>
3. Makuev G.A. Agrobiological and technological assessment of introduced grape varieties for winemaking in the conditions of Southern Dagestan. PhD (Agricultural Sciences) Thesis: 06.01.07. Makhachkala. 2001; 155. (In Russian).
4. Golodriga P.Ya., Zelenin I.L., Kataryan T.G. Improving the assortment of grape plantations. Simferopol: *Krym*. 1969; 173. (In Russian)
5. Vlasova O.K., Daudova T.I., Bakhmulaeva Z.K., Magomedov G.G., Magadova S.A. The foothills of Central Dagestan – a zone of high-quality grapes and products of its processing. *Strategy of sustainable development and innovative technologies in horticulture and viticulture. Proceedings of the international scientific and practical conference, dedicated to the 80th anniversary of the Hero of Socialist Labor, Doctor of Agricultural Sciences, Academician N.A. Aliyev*. Makhachkala: *Dagestan State Agricultural Academy*. 2011: 45–50. (In Russian)
6. History of the Research Institute «Magarach». Available from: <http://magarach-institut.ru/istoriya/> [accessed 19 May, 2021] (In Russian)
7. Avidzba A.M., Scholz-Kulikov E. P. Institute «Magarach» at the turn of the millennia. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2001; (1): 2–3. (In Russian)
8. Avidzba A.M. The main achievements of the National Institute of Grapes and Wine. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2007. (37). 12–19. (In Russian)
9. Brekina O.V. Science as life: to the 100th anniversary of P.Ya. Golodriga. *Plant Protection News*. 2020; 103(2): 154–156. (In Russian) eLIBRARY ID: 43165406
10. Rudyshin S.D., Bernar N.G. The Vitis space of Professor P. Ya. Golodriga (in commemoration of the 95th anniversary). *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015; (2): 37–38. (In Russian)
11. Rudyshin S.D., Bernar N.G. The Prof P.Ya. Golodriga's role and elaboration in development of genetics, selection and physiology of vine. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015; (3): 7–9. (In Russian)
12. Kazakhmedov R.E., Magomedova M.A. Phylloxera and physiologically active compounds: development of grapes young plants on the phylloxera background. *Scientific works of the North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture of the Russian Academy of agricultural sciences*. 2017; 13: 118–123. (In Russian) eLIBRARY ID: 30290861
13. Kazakhmedov R.E. Adaptive and genetic potential of the Firstborn Magaracha variety and prospects of its use in breeding and production in the Republic of Dagestan. *Problemy razvitiya APK regiona*. 2020; (44): 88–97. (In Russian) <https://doi.org/10.15217/issn2079-0996.2020.3.88>
14. Egorov E.A., Ilina I.A., Serpukhovitina K.A. et al. The system of viticulture of the Krasnodar Territory. *Methodological recommendations*. Krasnodar: *North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture of the Russian Academy of agricultural sciences, Department of Agriculture and Processing Industry of the Krasnodar Territory*. 2007; 125. (In Russian) eLIBRARY ID: 19511001
15. Lazarevsky M.A. Study of grape varieties. Rostov-on-Don: *Rostov University Publishing House*. 1963; 151. (In Russian)
16. Naumova L.G. Productivity and productivity of grape varieties in the collection. *Proceedings of scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of E.I. Zakharova*. Novocherkassk. 2007. (In Russian)
17. Amirdzhanov A.G., Suleymanov D.S. Evaluation of the productivity of grape varieties and vineyards. *Methodological guidelines*. Baku. 1986; 54. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Рамидин Эфендиевич Казахмедов,

доктор биологических наук,
Дагестанская селекционная опытная станция виноградарства и
овощеводства – филиал Федерального государственного бюд-
жетного научного учреждения «Северо-Кавказский федераль-
ный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»,
ул. Вавилова 9, Дербент, Республика Дагестан, 368600, Россия
kre_05@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0613-4662>

Альберт Халидович Агаханов,

кандидат сельскохозяйственных наук,
Дагестанская селекционная опытная станция виноградарства и
овощеводства – филиал Федерального государственного бюд-
жетного научного учреждения «Северо-Кавказский федераль-
ный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»,
ул. Вавилова, 9, Дербент, Республика Дагестан, 368600, Рос-
сия
kontorad@list.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9769-8369>

Тамила Имираслановна Абдуллаева,

лаборант-исследователь,
Дагестанская селекционная опытная станция виноградарства
и овощеводства – филиал Федерального государственного
бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский феде-
ральный научный центр садоводства, виноградарства, вино-
делия»,
ул. Вавилова 9, Дербент, Республика Дагестан, 368600, Россия
tamila_abdullaeva@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9245-8419>

ABOUT THE AUTHORS:

Ramidin Efendievich Kazakhmedov,

Doctor of Biological Sciences,
Dagestan Breeding Experimental Station of Viticulture and
Vegetable Growing-branch of the Federal State Budgetary
Scientific Institution «North Caucasus Federal Scientific Center of
Horticulture, Viticulture, Winemaking»,
9 Vavilova str., Derbent, Republic of Dagestan, 368600,
Russia
kre_05@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0613-4662>

Albert Khalidovich Agakhanov,

Candidate of Agricultural Sciences Dagestan Breeding
Experimental Station of Viticulture and Vegetable Growing-
branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «North
Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture,
Winemaking»,
9 Vavilova str., Derbent, Republic of Dagestan, 368600, Russia
kontorad@list.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9769-8369>

Tamila Imiraslanovna Abdullaeva,

Labaratorian-Research,
Dagestan Breeding Experimental Station of Viticulture and
Vegetable Growing-branch of the Federal State Budgetary
Scientific Institution «North Caucasus Federal Scientific Center of
Horticulture, Viticulture, Winemaking»,
9 Vavilova str., Derbent, Republic of Dagestan, 368600, Russia
tamila_abdullaeva@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9245-8419>

УДК 631.171

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-129-136

Г.А. Иовлев, ✉
И.И. Голдина,
В.С. Зорков

Уральский государственный аграрный
университет, Екатеринбург, Россия

✉ gri-iovlev@yandex.ru

Поступила в редакцию:

16.01.2023

Одобрена после рецензирования:

10.02.2023

Принята к публикации:

30.03.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-129-136

Gregory A. Iovlev, ✉
Irina I. Goldina,
Vladimir S. Zorkov

Ural State Agrarian University, Yekaterinburg,
Russia

✉ gri-iovlev@yandex.ru

Received by the editorial office:

16.01.2023

Accepted in revised:

10.02.2023

Accepted for publication:

30.03.2023

Техническая и экономическая оценка систем технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Эффективность сельскохозяйственного производства во многом зависит от технического состояния парка сельскохозяйственной техники. Техническое состояние в свою очередь зависит от многих факторов, определяющих уровень эксплуатации техники. Одним из важнейших факторов, определяющих надежность сельскохозяйственной техники, затраты по восстановлению и поддержанию работоспособного состояния сельскохозяйственных машин, является периодичность технического обслуживания. В результате исследований, проводимых в сельскохозяйственных организациях региона, было выявлено, что инженерно-технические службы при организации технического обслуживания и ремонта (ТОиР) используют отмененные ГОСТ, ссылаясь на то, что отечественная техника, ее надежность и работоспособность не способны восстанавливаться при периодичности 125 мото-часов. Поэтому целью данного исследования является определение влияния периодичности ТОиР на сохранение ресурса и показатель скорости изменения ресурса, производительность машинно-тракторного агрегата (МТА), расход топлива, на затраты по восстановлению и поддержанию работоспособного состояния сельскохозяйственных тракторов.

Методы. В исследовании использовались следующие методы: нормативный, статистический, экспертных оценок, экспериментальный, расчетно-конструктивный, экономико-математические. Для экономического обоснования периодичности технических воздействий сельскохозяйственной техники использовались статистические данные с сельскохозяйственных организаций, были использованы ГОСТ, регламентирующие техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники.

Результаты. Система технического обслуживания и ремонта, регламентированная ГОСТ 20793-2009, отвечает требованиям технической и производственной эксплуатации тракторов. Тяговые свойства тракторов выше на 0,7%, удельный расход топлива при выполнении сельскохозяйственных технологических операций ниже на 0,5%, трудозатраты на поддержание и восстановление технической готовности ниже на 13,8%.

Ключевые слова: эффективность, техническое состояние, эксплуатация, периодичность, производительность, трудоемкость, наработка, тяговые свойства

Для цитирования: Иовлев Г.А., Голдина И.И., Зорков В.С. Техническая и экономическая оценка систем технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 129–136. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-129-136>

© Иовлев Г.А., Голдина И.И., Зорков В.С.

Technical and economic assessment of maintenance and repair systems of agricultural machinery

ABSTRACT

Relevance. The efficiency of agricultural production largely depends on the technical condition of the agricultural machinery fleet. The technical condition, in turn, depends on many factors that determine the level of operation of the equipment. One of the most important factors determining the reliability of agricultural machinery, the cost of restoring and maintaining the working condition of agricultural machinery is the frequency of maintenance. As a result of studies conducted in the agricultural organizations of the region, it was revealed that engineering and technical services, when organizing maintenance and repair (TO and R), use canceled GOST, referring to the fact that domestic equipment, its reliability and performance are not able to recover when frequency of 125 hours. Therefore, the purpose of this study is to determine the effect of the frequency of maintenance and repair on the preservation of the resource and the indicator of the rate of change of the resource, on the performance of the machine-tractor unit (MTA), on fuel consumption, on the costs of restoring and maintaining the working condition of agricultural tractors.

Methods. The following methods were used in the study: normative, statistical, expert assessments, experimental, calculation-constructive, economic-mathematical methods. For the economic justification of the periodicity of technical impacts of agricultural machinery, statistical data from agricultural organizations were used, GOST regulating the maintenance and repair of agricultural machinery were used.

Results. The maintenance and repair system, regulated by GOST 20793-2009, meets the requirements of technical and production operation of tractors. Traction properties of tractors are higher by 0.7%, specific fuel consumption during agricultural technological operations is lower by 0.5%, labor costs for maintaining and restoring technical readiness are lower by 13.8%.

Key words: efficiency, technical condition, operation, frequency, productivity, labor intensity, operating time, traction properties

For citation: Iovlev G.A., Goldina I.I., Zorkov V.S. Technical and economic assessment of maintenance and repair systems of agricultural machinery. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 129–136. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-129-136> (In Russian).

© Iovlev G.A., Goldina I.I., Zorkoff V.S.

Введение / Introduction

Эффективность сельскохозяйственного производства во многом зависит от технического состояния, имеющегося парка сельскохозяйственных машин, его надежности, работоспособности. Техническое состояние в свою очередь зависит от возраста техники, уровня эксплуатации. В показателях, определяющих уровень эксплуатации, важное значение имеет показатель «периодичность технического обслуживания», который влияет на изменение показателей надежности сельскохозяйственной техники и затраты по восстановлению и поддержанию работоспособного состояния сельскохозяйственных машин.

Существующая система технического обслуживания (ТО) введена с 01.05.2011 [1] взамен системы ТО, регламентированной ГОСТ 20793-86, действующей с 01.01.1988 [2], и более ранних систем технического обслуживания, регламентированных ГОСТ 20793-81 и ГОСТ 20793-84. При введении новой системы ТО предполагалось, что с развитием научно-технического прогресса, технологий и оборудования в сельхозмашиностроении, с появлением нового поколения тракторов, комбайнов, автомобилей, зарубежной техники, нового поколения масел повысится технический уровень тракторов и другой сельскохозяйственной техники.

Во многих источниках, исследованиях ученых говорится о том, что существующая система технического обслуживания введена для тракторов выпуска 1982 г. и более поздних лет, но в ГОСТ 20793-2009, в Разделе 1 «Область применения», прописано: «Настоящий стандарт распространяется на все сельскохозяйственные тракторы, самоходные шасси (далее — тракторы) и сельскохозяйственные машины (далее — машины), находящиеся в эксплуатации». В ГОСТ 20793-86 эти требования были прописаны более жестко в абзаце «Несоблюдение стандарта преследуется по закону».

Вопросами оценки систем технического обслуживания и ремонта (ТОиР) сельскохозяйственной техники, вопросами организации ТОиР занимались и занимаются многие исследователи, в том числе и авторы [9]. Представим наиболее значимые, на наш взгляд, направления исследования по этому вопросу.

Основными и наиболее значимыми являются исследования В.А. Казаковой, В.А. Шинкевича, А.В. Дунаева [1, 2], где они рассматривают историю развития стандартов, определяющих организацию и проведение ТОиР МТП, необходимость пересмотра межгосударственного стандарта ГОСТ 20793 с целью повышения эффективности ТО сельскохозяйственных тракторов и других самоходных сельскохозяйственных машин в условиях их эксплуатации за счет оптимизации периодичности работ, реализации экспресс-контроля смазочных масел, использования встроенных систем диагностирования, органолептического диагностирования по качественным признакам, а также введение в моторные и трансмиссионные масла агрегатов машин по специальной технологии, ремонтно-восстановительных трибоставов.

П.Н. Кузнецов, В.В. Хатунцев, О.Н. Грекова [3] рассмотрели влияние технических регламентов на техническое обслуживание сельскохозяйственной техники — начиная с Руководства пользователя и заканчивая Техническим регламентом Таможенного союза.

Представляет определенный интерес исследование А.В. Дунаева, В.Е. Тарасенко [4], в котором авторы анализируют и переосмысливают «наработки профессора В.М. Михлина», в том числе и формулу по определению

остаточного ресурса. Они информируют об эффективности оптимизации величин допускаемых значений диагностических параметров, об улучшении показателей качества работы объектов контроля через нетрадиционную триботехнику, об обосновании допускаемых и предельных величин «диагностических параметров... для современной техники». Сообщают о важности обоснования «предельных величин» по сравнению с допускаемыми, о бортовых системах «контроля, которые выдают необычный и широкий спектр диагностических показателей и признаков в цифровой и символьной форме». «Это дает возможность непосредственно оперативнее и эффективнее управлять техническим обслуживанием и ремонтом машин без использования абстрактных теорий прошлого века. Этому должны соответствовать и новые технологии технической эксплуатации МТП».

Исследователи Н.К. Козар, А.Н. Козар [5] делают вывод, что «планирование технического обслуживания сельскохозяйственной техники основано на типе модели обслуживания, стратегии и оптимизации. Используя математическую статистику и теорию массового обслуживания, необходимо определить проблемы, связанные с оптимизацией технического обслуживания». Рассматривают параметры технического обслуживания, такие как интенсивность заказов на техническое обслуживание (λ), интенсивность выполненного технического обслуживания (μ), утверждают, что «для системы технического обслуживания запрос на техническое обслуживание может рассматриваться как основной фактор. Частота запросов зависит от интенсивности сельскохозяйственной деятельности». Кроме того, рассмотрены модели теории массового обслуживания.

Группа авторов (С.Л. Никитченко, С.В. Смыков, Д.В. Гринченков, Н.А. Лесник, Н.П. Алексенко, А.В. Котович, И.А. Олейникова) [6–8] заявляют, что «сложность современной сельскохозяйственной техники предъявляет особые требования к своевременности проведения технического обслуживания (ТО) и соблюдению регламента его содержания». Отмечают, что «здесь требуется комплексный подход, предполагающий еще и оснащение рабочих мест ИТР предприятий инструментами управления в виде специализированного программного обеспечения» [6], «для инженерной деятельности в области управления эксплуатацией МТП сегодня важно разработать комплекс автоматизированных рабочих мест (АРМ) с единой базой данных» [7]. Кроме того, обозначают, что в стандартах ГОСТ 20793-2009, ГОСТ 27388-87, ГОСТ 2.601-2006, регламентирующих «подход к управлению ТО и ремонтом МТП», не установлены требования «к системам информационного обеспечения (ИО) процессов ТО и ремонта машин», в своих рекомендациях отмечают, что «в целях укрепления технической дисциплины в период всего этапа эксплуатации сельскохозяйственной техники необходим отраслевой стандарт или руководящий документ (РД), который раскрывает суть системы ИО процессов технической эксплуатации МТП на уровне сельскохозяйственных предприятий и устанавливает единые требования на участие фирм — изготовителей сельскохозяйственной техники и исполнителей сервисных работ в формировании баз данных для системы ИО» [8].

В.Н. Хабардин [10] констатировал, что «определение сроков технического обслуживания (ТО) машин — основная задача теории и практики их технической эксплуатации». Предложил «способ определения сроков ТО машины по результатам оценки и прогнозирования качества масла в ее двигателе. В его основе — компью-

терный контроль качества масла в двигателе и прогнозирование его остаточного ресурса».

С учетом обзора изученных источников, данных, полученных при проведении исследований в сельскохозяйственных организациях, тема представляет определенный интерес как для теоретических исследований, так и для практического применения.

Цель работы — определение влияния периодичности технического обслуживания и ремонта (ТОиР) на сохранение ресурса и показатель скорости изменения ресурса, на производительность машинно-тракторного агрегата (МТА), расход топлива, затраты по восстановлению и поддержанию работоспособного состояния сельскохозяйственных тракторов.

Материал и методы исследования / Material and methods

При проведении исследований по теме «Износ: определение, практическое значение для организации технического обслуживания и ремонта» в сельскохозяйственных предприятиях Свердловской области авторы столкнулись с тем, что для отечественной техники при создании ТОиР специалисты используют ГОСТ 20793-86, то есть для ТО-1 (техническое обслуживание № 1) тракторов периодичность 60 мото-часов, для зарубежной техники используют рекомендации завода-изготовителя или ГОСТ 20793-2009.

Объектами исследования являются системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР) сельскохозяйственной техники. Для экономического обоснования периодичности технических воздействий сельскохозяйственной техники были использованы статистические данные сельскохозяйственных организаций, ГОСТы, регламентирующие техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники, а также следующие методы: нормативный, статистический, экспертных оценок, экспериментальный, расчетно-конструктивный, экономико-математические.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В нормативно-технической документации (НТД), справочной литературе по настоящее время имеется много неточностей, некорректных справочных данных по периодичности, трудоемкости технических воздействий. Если по мото-часам всё понятно — 60 и 125, то данные периодичности по расходу топлива, особенно по эталонным гектарам (эт. га), вызывают большое сомнение. Это относится к тракторам нового поколения Минского тракторного завода, тракторам 5-й и 7-й серий Петербургского тракторного завода. Пункт 4.5 межгосударственного стандарта ГОСТ 20793-2009 «Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание. Agricultural tractors and machines. Maintenance», изданного в Москве издательством «Стандартинформ» в 2020 году, гласит: «Допускается указывать периодичность ТО в других единицах, эквивалентных наработке (количество израсходованного дизельного топлива для тракторов, комбайнов и сложных самоходных машин, физические или условные эталонные гектары, килограммы или тонны выработанной продукции и пр.)». В разных источниках периодичность ТО-1 по расходу топлива для трактора МТЗ-82 составляет от 1050 до 1275 л, для трактора К-701 — от 4400 до 4800 л и т. д.

Значительно больше вопросов возникает к периодичности ТО, выраженной в эталонных гектарах (в ГОСТ 20793-2009 «условный эталонный гектар»). Начнем с определения эталонного гектара. Это объем работ, соответствующий вспашке 1 га эталонным трактором в эталонных условиях. До 2012 года за эталонный был принят трактор, обеспечивающий вспашку 1 га в эталонных условиях за 1 час сменного времени — ДТ-75 (в производственных условиях за эталонный считали более современный трактор ДТ-75М). В соответствии с методикой [11, с. 5] с 2012 года «в качестве эталонной единицы принят условный трактор ТЭ-150 (близкий по параметрам к трактору Т-150-05-09)». Представленные эталонные тракторы обработают 1 га за разное время, то есть часовая выработка пахотных агрегатов будет разной, а количество мото-часов у этих тракторов — практически одинаковым, так как мото-час — это работа двигателя в течение часа на номинальных оборотах с определенной нагрузкой. Периодичность ТО-1 в эталонных гектарах варьирует от 100 до 112 для трактора МТЗ-82, от 375 до 400 — для К-701.

В настоящее время, зная часовую производительность пахотного агрегата (а это как раз один мото-час работы двигателя), можно определить периодичность в эталонных гектарах. Для трактора К-744Р1 периодичность ТО-1 — 340 эт. га.

Соответственно, изменилась трудоемкость технического обслуживания. При системе ТОиР, организованной в соответствии с ГОСТ 20793-2009, трудоемкость ТО для тракторов разных тяговых классов конструктивного исполнения в зависимости от вида ТО увеличилась от 0,3% (ТО-3 BELARUS-1221) до 49,1% (ТО-1 К-701).

Трудоемкость технических воздействий возрастет в результате более значительного изменения параметров, определяющих надежность и работоспособность, при увеличенной периодичности технического обслуживания. Основные сопряжения и параметры, на которые будет оказывать влияние разная периодичность ТО: кривошипно-шатунный механизм (износ коренных и шатунных шеек, зазор — коренные (шатунные) шейки-подшипники); газораспределительный механизм (зазор между коромыслом и клапаном); мощность двигателя.

Представим расчеты по влиянию периодичности на изменение ресурса двигателя Д-243 трактора МТЗ-82. В таблице 1 представлена характеристика параметров мощности двигателя.

Для определения влияния периодичности на изменение ресурса двигателя Д-243 представим расчеты скорости снижения показателя мощности при наработке до ТР.

При периодичности 60 мото-часов: $V = 3/1920 = 0,00156$ кВт/мото-час. При периодичности 125 мото-часов: $V = 3/2000 = 0,0015$ кВт/мото-час.

При наработке 60 мото-часов снижение мощности двигателя составит 0,0936 кВт, после проведения ТО-1 — мощность 59,9 кВт, при наработке следующих 60 мото-часов произойдет снижение мощности, после проведения ТО-1 мощность восстановится до 59,8 кВт. При наработ-

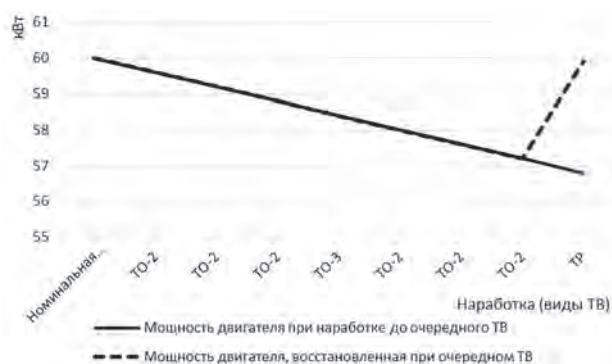
Таблица 1. Показатели параметров мощности двигателя Д-243

Table 1. Indicators of power parameters of the D-243 engine

Марка двигателя	Параметры мощности, кВт		
	номинальная	предельная	допустимая при КР/ТР
Д-243	60	56	58,7/57

Рис. 1. Мощность двигателя при периодичности технических воздействий 60 мото-часов

Fig. 1. Engine power at the frequency of technical impacts 60 engine hours



ке 180 мото-часов — до 59,7 кВт, при 240 мото-часов — до 59,6 кВт, при наработке 125 мото-часов снижение мощности двигателя составит 0,1875 кВт, мощность двигателя будет 59,8 кВт, после проведения ТО-1 — 59,9 кВт. После наработки следующих 125 мото-часов мощность двигателя снизится до 59,7 кВт, после проведения ТО-1 мощность составит 59,8 кВт.

Аналогичные расчеты произведены для тракторов с периодичностью технических воздействий 60 и 125 мото-часов до наработки 1920 (ТР при периодичности 60 мото-часов) и 2000 мото-часов (ТР при периодичности 125 мото-часов). Результаты расчетов представим на рисунках 1, 2.

Из информации (рис. 1) видно, что мощность двигателя, уменьшившаяся за наработку в 60 мото-часов, восстанавливается практически в полном объеме за счет профилактических технологических операций, направленных на поддержание работоспособности двигателя, таких как регулировка газораспределительного механизма, форсунок, топливного насоса, замены топливных и воздушных фильтров и т. д. Мощность двигателя в процессе эксплуатации (независимо от профилактических мероприятий) снижается в результате износа цилиндро-поршневой группы, коленчатого вала, изменения фаз газораспределения.

Необходимо отметить, что при наработке до текущего ремонта (ТР) (1920 мото-часов) показатель мощности выходит за параметр «допустимая мощность при ТР» — 57 кВт. При проведении ТР мощность двигателя восстанавливается до 59,9 кВт.

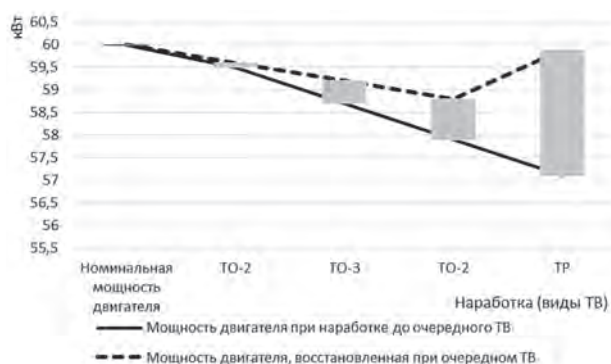
Из информации (рис. 2) видно, что при периодичности технических воздействий 125 мото-часов наблюдается более значительное отличие показателей мощности двигателя при увеличении наработки от показателей мощности, восстановленной при ТО. При ТО-2 (500 мото-часов) — 0,1 кВт, при ТО-2 (1500 мото-часов) — 0,9 кВт, при выполнении ТР — 2,8 кВт. Данное отличие представлено заштрихованной областью.

При периодичности ТВ 125 мото-часов показатель мощности не выходит за параметр «допустимая мощность при ТР», то есть для восстановления мощности двигателя, кроме технологических операций, направленных на поддержание работоспособности, необходимо использовать технологические операции, направленные на восстановление работоспособности.

К таким операциям, выполняемым при текущем ремонте, можно отнести замену распылителей в форсунках, плунжерных пар в топливных насосах, шлифовку се-

Рис. 2. Мощность двигателя при периодичности технических воздействий 125 мото-часов

Fig. 2. Engine power at the frequency of technical impacts 125 engine hours



дел и тарелок клапанов ГРМ, замену прокладки головки блока и другие технологические операции. Все операции по восстановлению работоспособности двигателя требуют дополнительных финансовых вложений. Дополнительные затраты при использовании периодичности 125 мото-часов составят 17,4 тыс. руб. (по данным одной из сельскохозяйственных организаций), при затратах средств на техническое обслуживание и ремонт единицы сельскохозяйственной техники — 155 тыс. руб. [12].

Изменение мощности двигателя приводит к изменению тяговых свойств трактора (1).

$$N_H = \frac{(P_{KP}^H + f m_{\Sigma} g) V_I}{\eta_{TP} \eta_{ДВ} Z_{\Sigma}}, \quad (1)$$

где P_{KP}^H — номинальное тяговое усилие, Н; f — коэффициент сопротивления качению, $f = 0,05$; m_{Σ} — эксплуатационная масса, кг; V_I — скорость на 1-й передаче, км/ч; η_{TP} — КПД трансмиссии, $\eta_{TP} = 0,91$; $\eta_{ДВ}$ — КПД двигателя, $\eta_{ДВ} = 0,95$; Z_{Σ} — коэффициент загрузки двигателя, $Z_{\Sigma} = 0,85-0,9$; g — ускорение свободного падения, м/с².

Сделав преобразования формулы 1, получим:

$$P_{KP}^H = \frac{N_H \eta_{TP} \eta_{ДВ} Z_{\Sigma}}{V_I} - f m_{\Sigma} g. \quad (2)$$

Расчеты по изменению тяговых свойств трактора с увеличением наработки при периодичности 60 и 125 мото-часов представлены на рисунке 3.

Рис. 3. Изменение тяговых свойств трактора с увеличением наработки при периодичности 60 и 125 мото-часов

Fig. 3. Change in the traction properties of the tractor with an increase in operating time at a frequency of 60 and 125 engine hours

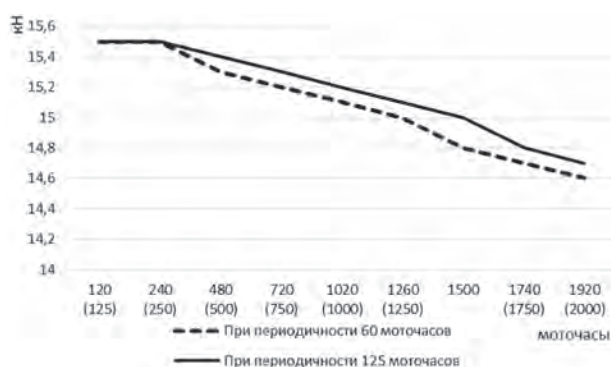


Таблица 2. Тяговые усилия при различных показателях мощности двигателя в зависимости от наработки

Table 2. Traction efforts at various engine power indicators depending on the operating time

Рабочие передачи, км/ч	Тяговые усилия при различных вариантах наработки, кН							
	При номинальной мощности двигателя	ТО-1 (60 мото-часов, 125 мото-часов)	ТО-2		ТО-3		ТР	
			240 мото-часов	500 мото-часов	960 мото-часов	1000 мото-часов	1920 мото-часов	2000 мото-часов
2* 4,38	15,7	15,5	15,5	15,4	15,1	15,2	14,6	14,7
3** 5,63	14,8	14,6	14,6	14,5	14,2	14,3	13,8	13,9
4** 6,92	13,9	13,7	13,7	13,6	13,4	13,5	12,9	13,0
3* 7,44	13,6	13,4	13,4	13,3	13,0	13,1	12,6	12,7
5** 8,19	13,0	12,9	12,9	12,8	12,5	12,6	12,1	12,2
4* 9,15	12,4	12,2	12,2	12,1	11,9	11,9	11,5	11,6
6** 9,59	12,0	11,9	11,9	11,8	11,6	11,7	11,2	11,3
5* 10,83	11,2	11,0	11,0	10,9	10,7	10,8	10,4	10,4
7** 11,78	10,5	10,4	10,4	10,3	10,1	10,2	9,76	9,83
6* 12,67	9,9	9,7	9,7	9,7	9,5	9,56	9,18	9,24
8** 13,95	9,0	8,86	8,86	8,8	8,63	8,69	8,34	8,4

* — рабочие передачи без понижающего редуктора;

** — рабочие передачи с понижающим редуктором.

Тяговые свойства трактора при периодичности ТО 60 мото-часов снизились при наработке до ТР (1960 мото-часов) на 5,8%, при периодичности ТО 125 мото-часов снизились при наработке до ТР (2000 мото-часов) на 5,2%.

Для определения влияния изменившихся показателей мощности двигателя, тяговых свойств на производительность машинно-тракторного агрегата (МТА), удельный расход топлива установим тяговые усилия трактора МТЗ-82 на различных рабочих передачах. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Для оценки влияния периодичности и наработки на производительность машинно-тракторного агрегата (МТА), на расход топлива произведем расчеты по формированию МТА для выполнения технологической операции «культивация».

Исходные данные для расчетов: удельное сопротивление — 1,7 кН/м, коэффициент сопротивления перекачиванию — 0,15, запас тягового усилия — 7,5%. При расчетах необходимо выбирать более высокие скорости в соответствии с агротехническими требованиями.

Тяговое сопротивление агрегата определяется по формуле:

$$R_a = R_M + R_p,$$

где R_M — тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины, кН; R_p — сопротивление перекачиванию сельскохозяйственной машины, кН.

Для культиватора КПС-4:

$$R_a = 4 \cdot 1,7 + 0,15 \cdot 8,73 = 6,8 + 1,31 \text{ кН} = 8,11 \text{ кН}.$$

Часовую производительность определим по формуле:

$$W_q = e B_p V_p = e \xi_B \xi_V \tau B_a V_T, \quad (3)$$

где e — коэффициент, учитывающий единицы измерения скорости движения агрегата, $e = 0,1$; B_p — рабочая ширина захвата агрегата, м; $B_p = \xi_B B_a$, где ξ_B — коэффициент использования ширины захвата, учитывает

отличие рабочей ширины захвата от конструктивной, $\xi_B = B_p/B_a$; при поверхностной обработке $\xi_B = 0,95-0,96$; V_p — рабочая скорость движения агрегата, км/ч; $V_p = \xi_V V_T$, где V_T — коэффициент использования скорости, $\xi_V = V_p/V_T$, $\xi_V = 0,77$ — для тракторов класса 1,4–2 тс; τ — коэффициент использования времени смены, $\tau = T_p/T_{CM}$, где T_p — время чистой (полезной) работы, ч; T_{CM} — общая продолжительность смены, ч.; при хорошей организации труда и нормальных условиях эксплуатации $\tau = 0,7-0,8$.

Расчет расхода топлива:

$$g_{га} = \frac{G_{T.P} + G_{T.П} + G_{T.ПЕР} + G_{T.ХД}}{W_q}, \quad (4)$$

где $G_{T.P}$, $G_{T.П}$, $G_{T.ПЕР}$, $G_{T.ХД}$ — средние часовые расходы топлива в течение смены (кг/ч) при выполнении основной (чистой) работы, холостых ходов на поворотах, переездах и во время холостой работы двигателя (во время остановок агрегата с работающим двигателем). Средние часовые расходы топлива принимаются по справочным данным или расчетным путем через удельный расход топлива на 1 эф. л. с. и степень загрузки двигателя.

Тяговое сопротивление культиватора соответствует тяговому усилию на передаче 8^{ПОН} (13,95 км/ч) с тяговым усилием 9 кН с запасом тягового усилия:

$$W_q = 0,1 \cdot 0,955 \cdot 0,77 \cdot 13,95 \cdot 0,75 = 3,08 \text{ га/ч}$$

$$g_{га} = \frac{12,75 \cdot 0,75 + 7 \cdot 0,25}{3,08} = \frac{9,56 + 1,75}{3,08} = 3,67 \text{ кг/га}$$

При наработке до ТО-1 и ТО-2 при периодичности 60 мото-часов, до ТО-1 и ТО-2 при периодичности 125 мото-часов трактор способен выполнять технологическую операцию на этой же передаче с тяговым усилием 8,86 кН, 8,8 кН, но с повышенным расходом топлива.

При наработке до ТО-3 при периодичности 60 и 125 мото-часов тяговое сопротивление культиватора соот-

ветствует тяговому усилию на передаче 6^{пов} (12,67 км/ч) с тяговым усилием 9,5 кН и 9,56 кН, соответственно, с запасом тягового усилия.

$$W_q = 0,1 \cdot 0,955 \cdot 0,77 \cdot 12,67 \cdot 0,75 = 2,79 \text{ га/ч}$$

$$g_{га} = \frac{13,1 \cdot 0,75 + 7,19 \cdot 0,25}{2,79} = \frac{9,82 + 1,8}{2,79} = 4,16 \text{ кг/га}$$

При наработке до ТР при периодичности 60 и 125 мото-часов трактор способен выполнять технологическую операцию на этой же передаче — 6^{пов} (12,67 км/ч) с тяговым усилием 9,18 кН и 9,24 кН соответственно, с запасом тягового усилия и повышенным расходом топлива.

Результаты расчетов производительности и удельного расхода топлива в зависимости от наработки и периодичности представлены на рисунке 4. Из информации видно, что на производительность МТА периодичность технического обслуживания и ремонта практически не оказывает влияния, но по мере наработки до ТР производительность снижается с 3,08 до 2,79 га/ч, то есть снижается на 9,4%. Расход топлива начинает отличаться только при наработке, приближающейся к ТО-3. При периодичности 60 мото-часов расход топлива к наработке 960 и 1920 мото-часов увеличился, соответственно, на 13,3% и 16,6%, при периодичности 125 мото-часов расход топлива к наработке 1000 и 2000 мото-часов увеличился, соответственно, на 12,8% и 16,1%.

Затраты по восстановлению и поддержанию работоспособного состояния сельскохозяйственных тракторов также различны при разных системах ТО (с периодичностью 60 и 125 мото-часов). Так, затраты труда при периодичности 60 мото-часов при наработке до ТР (1960 мото-часов) составят 322 человеко-часа, при периодичности 125 мото-часов при наработке до ТР (2000 мото-часов) — 277,5 человеко-часа (Постановление Министерства труда Российской Федерации от 19 декабря 1995 года № 70 «Об утверждении Межотраслевых укрупненных норм времени на ремонт тракторов (гусеничных, колесных) с тяговым усилием от 3 тс (30 кН) до 6 тс (60 кН) и техническое обслуживание тракторов с тяговым усилием от 0,6 тс (6 кН) до 6 тс (60 кН)»). Затраты в денежном выражении составят, соответственно, 155 тыс. руб. и 133,6 тыс. руб.

На техническое состояние парка сельскохозяйственной техники, конкретной единицы, кроме используемой системы технического обслуживания и ремонта, существенное влияние будет оказывать уровень эксплуатации техники, характеризуемый следующими показателями: вид выполняемых сельскохозяйственных работ; наличие диагностирования и качество проведения технического обслуживания; качество ремонта; организация хранения сельскохозяйственной техники в нерабочие периоды; возраст сельскохозяйственной техники; квалификация механизатора.

Исследования, проведенные в сельскохозяйственной организации Свердловской области, имеющей на своем балансе 59 единиц тракторов типа МТЗ-82, Беларусь 82.1, выявили следующее:

- общий уровень эксплуатации техники по сельскохозяйственной организации составил 0,56;
- по годам выпуска тракторов уровень эксплуатации техники — от 0,61 до 0,22;
- общий уровень эксплуатации тракторов, обслуживающих животноводство, — 0,6;
- по годам выпуска тракторов, обслуживающих животноводство, уровень эксплуатации техники — от 0,64 до 0,2.

Довольно низкий уровень эксплуатации техники в сравнении с исследованиями объясняется включением в методику определения уровня эксплуатации возраста сельскохозяйственной техники и в показатель «вид выполняемых сельскохозяйственных работ» — включение работ для обеспечения животноводства.

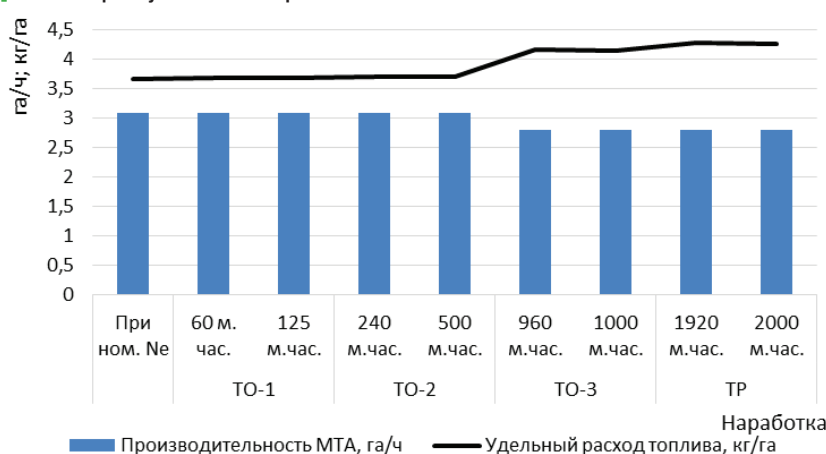
Выводы / Conclusion

При сравнении систем технического обслуживания и ремонта, регламентированных ГОСТ 20793-2009 и ГОСТ 20793-86, выполнена их техническая и экономическая оценка. В результате оценки параметров, определенных во время практических исследований в сельскохозяйственных организациях, выявлено:

- при периодичности технических воздействий 125 мото-часов наблюдается более значительное снижение показателей мощности двигателя при увеличении наработки в сравнении с изменением мощности при периодичности 60 мото-часов. С учетом того что мощность ДВС при проведении очередного ТО восстанавливается до значений, соответствующих текущему состоянию двигателя, отличие показателей мощности двигателя составляет от 0,1 кВт (при наработке 500 мото-часов) до 2,8 кВт (при наработке 2000 мото-часов);
- дополнительные затраты на восстановление мощности двигателя при наработке до ТР при использовании периодичности 125 мото-часов — 17421,75 руб., при общих затратах средств на техническое обслуживание и ремонт единицы сельскохозяйственной техники — 155 тыс. руб. Для расчета взяты фактические затраты средств на техническое обслуживание и ремонт, тарифные часовые ставки механизаторов, работающих на тракторах МТЗ-82, Беларусь 82.1;
- тяговые свойства трактора при периодичности ТО 60 мото-часов снизились при наработке до ТР (1960 мото-часов) на 5,8%, при периодичности ТО 125 мото-ча-

Рис. 4. Производительность и удельный расход топлива в зависимости от наработки и периодичности технических воздействий

Fig. 4. Productivity and specific fuel consumption depending on the operating time and frequency of technical impacts



сов снизились при наработке до ТР (2000 мото-часов) на 5,2%;

- в результате исследования выявлено, что различная периодичность технического обслуживания и ремонта (60 или 125 мото-часов) не оказывает влияния на производительность МТ;

- удельный расход топлива начинает отличаться только при наработке, приближающейся к ТО-3. При периодичности 60 мото-часов расход топлива к наработке 960 и 1920 мото-часов увеличился, соответственно, на 13,3% и 16,6%, при периодичности 125 мото-часов расход топлива к наработке 1000 и 2000 мото-часов увеличился, соответственно, на 12,8% и 16,1%;

- затраты труда по восстановлению и поддержанию работоспособного состояния тракторов при ТО 60 мото-часов — 322 человеко-часа, при периодичности 125 мото-часов — 277,5 человеко-часа. Затраты в денежном выражении представлены выше.

В целом система технического обслуживания и ремонта, регламентированная ГОСТ 20793-2009, отвечает требованиям технической и производственной эксплуатации тракторов. Тяговые свойства тракторов выше на 0,7%, удельный расход топлива при выполнении сельскохозяйственных технологических операций ниже на 0,5%, трудозатраты на поддержание и восстановление технической готовности ниже на 13,8%.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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. Казакова В.А., Шинкевич В.А., Дунаев А.В. Перспектива совершенствования технического обслуживания сельскохозяйственной техники. *Инновации в сельском хозяйстве*. 2019;3(32):218-224.
2. Дунаев А.В., Казакова В.А., Шинкевич В.А. Актуальность пересмотра стандарта на техническое обслуживание сельскохозяйственной техники. *Технический сервис машин*. 2018; 131:42-50.
3. Кузнецов П.Н., Хатунцев В.В., Грекова О.Н. Применение технических регламентов на то с/х техники. *Наука и Образование*. 2019; Т. 2;2:204.
4. Дунаев А.В., Тарасенко В.Е. К обоснованию параметров управления технической эксплуатацией МТП в АПК. *Агротехника и энергообеспечение*. 2021;3(32):31-43.
5. Козар Н.К., Козар А.Н. Оптимизация технического обслуживания сельскохозяйственной техники. *Вестник НГИЭИ*. 2021;9(124):50-65.
6. Никитченко С.Л., Смыков С.В., Гринченков Д.В., Лесник Н.А. Теория и практика совершенствования материального и информационного обеспечения технического обслуживания машин в сельхозпроизводстве. *АгроФорум*. 2022;3:65-70.
7. Никитченко С.Л., Алексенко Н.П., Котович А.В., Олейникова И.А. Ресурсосберегающее управление процессами эксплуатации и технического сервиса сельскохозяйственной техники. *Вестник аграрной науки Дона*. 2018;4(44):57-65.
8. Никитченко С.Л., Котович А.В., Олейникова И.А. Информационное обеспечение процессов технического сервиса машинно-тракторного парка на уровне сельскохозяйственных предприятий. *АгроСнабФорум*. 2018;8(164):30-33.
9. Иовлев Г.А., Побединский В.В., Голдина И.И. Экономическое обоснование оптимальных сроков использования и периодичности технического обслуживания и ремонта машин. *Вестник НГИЭИ*. 2021;4(119):105-119.
10. Хабардин В.Н. Определение сроков технического обслуживания машины по результатам оценки и прогнозирования качества масла в двигателе. *Актуальные вопросы аграрной науки*. 2021;39:25-32.
11. Методика использования условных коэффициентов перевода тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов в эталонные единицы при определении нормативов их потребности: инструктивно-методическое издание. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 56 с.
12. Мишина З. Н. Планирование основных затрат средств на техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники. *Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт*. 2018;5:25-29.

REFERENCES

1. Kazakova V.A., Shinkevich V.A., Dunaev A.V. The prospect of improving the maintenance of agricultural machinery. *Innovations in agriculture*. 2019;3(32):218-224 (In Russian)
2. Dunaev A.V., Kazakova V.A., Shinkevich V.A. The relevance of the revision of the standard for the maintenance of agricultural machinery. *Technical service of machines*. 2018; 131:42-50 (In Russian)
3. Kuznetsov P.N., Khatuntsev V.V., Grekova O.N. Application of technical regulations for agricultural equipment. *Science and education*. 2019;T.2;2:204. (In Russian)
4. Dunaev A.V., Tarasenko V.E. To substantiate the parameters of the management of the technical operation of the MTP in the agro-industrial complex. *Agricultural technology and energy supply*. 2021;3(32):31-43. (In Russian)
5. Kozar N.K., Kozar A.N. Optimization of maintenance of agricultural machinery. *Bulletin of NGIEI*. 2021;9(124):50-65. (In Russian)
6. Nikitchenko S.L., Smykov S.V., Grinchenkov D.V., Lesnik N.A. Theory and practice of improving the material and information support for the maintenance of machines in agricultural production. *AgroForum*. 2022;3:65-70. (In Russian)
7. Nikitchenko S.L., Aleksenko N.P., Kotovich A.V., Oleinikova I.A. Resource-saving management of the operation and maintenance of agricultural machinery. *Herald of agrarian science of the Don*. 2018;4(44):57-65. (In Russian)
8. Nikitchenko S.L., Kotovich A.V., Oleinikova I.A. Information support of the processes of technical service of the machine and tractor fleet at the level of agricultural enterprises. *AgroSnabForum*. 2018;8(164):30-33. (In Russian)
9. Iovlev G.A., Pobedinsky V.V., Goldina I.I. Economic substantiation of the optimal terms of use and frequency of maintenance and repair of machines. *Bulletin of NGIEI*. 2021;4(119):105-119. (In Russian)
10. Khabardin V.N. Determining the timing of machine maintenance based on the results of evaluating and predicting the quality of engine oil. *Topical issues of agricultural science*. 2021;39:25-32. (In Russian)
11. Methodology for the use of conditional coefficients for the conversion of tractors, grain harvesters and forage harvesters into reference units in determining the standards for their needs: instructive and methodological publication. M.: FGNU «Rosinformagrotech», 2009. 56 p. (In Russian)
12. Mishina ZN Planning the main costs of funds for the maintenance and repair of agricultural machinery. *Agricultural machinery: maintenance and repair*. 2018;5:25-29 (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Григорий Александрович Иовлев,
Кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой.
Уральский государственный аграрный университет,
ул. К. Либкнехта 42, Екатеринбург, 620075,
Россия
gri-iovlev@yandex.ru
Orcid.org/ 0000-0002-1837-3222

Ирина Игоревна Голдина,
Старший преподаватель
Уральский государственный аграрный университет,
ул. К. Либкнехта 42, Екатеринбург, 620075, Россия
ir.goldina@mail.ru
Orcid.org/ 0000-0002-1837-3222

Владимир Сергеевич Зорков,
Кандидат экономических наук, доцент,
Уральский государственный аграрный университет,
ул. К. Либкнехта 42, Екатеринбург, 620075, Россия
zorkov1956@yandex.ru
Orcid.org/ 0000-0001-7589-1096

ABOUT THE AUTHORS:

Grigory Alexandrovich Iovlev,
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the
Department,
Ural State Agrarian University,
42 str. K. Liebknecht, Yekaterinburg,
620075, Russia
gri-iovlev@yandex.ru
Orcid.org/ 0000-0002-1837-3222

Irina Igorevna Goldina,
senior lecturer,
Ural State Agrarian University,
42 str. K. Liebknecht, Yekaterinburg, 620075, Russia
ir.goldina@mail.ru
Orcid.org/ 0000-0002-1837-3222

Vladimir Sergeevich Zorkov,
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the
Department
Ural State Agrarian University,
42 str. K. Liebknecht, Yekaterinburg, 620075, Russia
zorkov1956@yandex.ru
Orcid.org/ 0000-0001-7589-1096

УДК 633.367.3

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-137-144

Е.В. Зубова, ✉
Т.В. Залетова,
Г.И. Капитанова,
О.Б. Терехова,
Н.В. Родыгина

Нижегородская государственная
сельскохозяйственная академия, Нижний
Новгород, Россия

✉ zelena111@ya.ru

Поступила в редакцию:
26.01.2023

Одобрена после рецензирования:
15.02.2023

Принята к публикации:
15.03.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-137-144

Elena V. Zubova, ✉
Tatyuna V. Zaletova,
Galina I. Kapitanova,
Oksana B. Terekhova,
Nadezhda V. Rodygina

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy,
Nizhny Novgorod, Russia

✉ zelena111@ya.ru

Received by the editorial office:
26.01.2023

Accepted in revised:
15.02.2023

Accepted for publication:
15.03.2023

Пищевая ценность белого люпина и перспективы его использования в производстве продуктов питания из растительного сырья

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Бобовые считаются замечательным пищевым источником биологически ценных компонентов, которые могут положительно влиять на многие физиологические и метаболические процессы. Люпиновая мука содержит ценный белок, каротиноиды, витамин Е, макро- и микроэлементы, богата магнием, калием, железом. Отличительной чертой муки люпина является полное отсутствие в ее составе глина и глютен, что особенно важно для людей с нарушениями процесса пищеварения.

Методы. Изучены материалы научных исследований в области производства люпина, биохимического состава его семян, целесообразности применения продуктов переработки люпина в производстве продуктов питания из растительного сырья.

Результаты. Бобовые играют важную роль в питании человека и являются частью традиционного рациона многих регионов по всему миру. Бобовые, в том числе и белый люпин, содержат значительное количество белка, клетчатки, микроэлементов и многих ценных фитохимикатов. В составе ежедневного рациона могут оказывать благотворное физиологическое действие и, таким образом, помочь в контроле и профилактике заболеваний цивилизации, таких как сахарный диабет, ишемическая болезнь сердца, атеросклероз. Давней проблемой, связанной с бобовыми, является довольно высокое содержание антипитательных факторов, которые могут ограничить их биологическую ценность. Согласно текущим исследованиям, эти соединения могут быть легко удалены или уменьшены при изменении условий обработки. Некоторые из этих веществ могут также оказывать положительное влияние на здоровье человека. Люпиновая мука, белковые концентраты являются прекрасными функциональными ингредиентами и могут быть использованы для производства продуктов лечебно-профилактического и диетического назначения.

Ключевые слова: люпин белый, бобовые, белок, антипитательные факторы, люпиновая мука, функциональные продукты, лечебно-профилактическое питание

Для цитирования: Зубова Е.В., Залетова Т.В., Капитанова Г.И., Терехова О.Б., Родыгина Н.В. Пищевая ценность белого люпина и перспективы его использования в производстве продуктов питания из растительного сырья. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 137–144. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-137-144>

© Зубова Е.В., Залетова Т.В., Капитанова Г.И., Терехова О.Б., Родыгина Н.В.

Nutritional value of white lupin and prospects of its use in the production of food from vegetable raw materials

ABSTRACT

Relevance. Legumes are considered a wonderful food source of biologically valuable components that can positively affect many physiological and metabolic processes. Lupine flour contains valuable protein, carotenoids, vitamin E, macro- and microelements, is rich in magnesium, potassium, iron. A distinctive feature of lupin flour is the complete absence of gliadin and gluten in its composition, which is especially important for people with digestive disorders, white lupin seed processing products can serve as excellent components to increase the nutritional value of food, primarily such as bakery and flour confectionery.

Methods. The materials of scientific research in the field of lupin production, the biochemical composition of its seeds, the feasibility of using lupin processing products in the production of food from plant raw materials have been studied.

Results. Legumes play an important role in human nutrition and are part of the traditional diet of many regions around the world. Legumes, including white lupin, contain a significant amount of protein, fiber, trace elements and many valuable phytochemicals. As part of the daily diet, they can have a beneficial physiological effect and, thus, can help in the control and prevention of diseases of civilization, such as diabetes mellitus, coronary heart disease, atherosclerosis. A long-standing problem associated with legumes is a rather high content of anti-nutritional factors that can limit their biological value. According to current research, these compounds can be easily removed or reduced when processing conditions change; some of these substances may also have a positive effect on human health.

Key words: white lupin, legumes, protein, anti-nutritional factors, lupin flour, functional products, therapeutic and preventive nutrition

For citation: Zubova E.V., Zaletova T.V., Kapitanova G.I., Terekhova O.B., Rodygina N.V. Nutritional value of white lupin and prospects of its use in the production of food from vegetable raw materials. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 137–144. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-137-144> (In Russian).

© Zubova E.V., Zaletova T.V., Kapitanova G.I., Terekhova O.B., Rodygina N.V.

Введение / Introduction

Люпин белый (*Lupinus albus* L.) является старейшим известным бобовым в истории. В настоящее время интерес производителей продуктов питания к белому люпину снова возрос. Он выделяется среди других видов люпина высокой семенной и белковой продуктивностью, способностью формировать урожай практически без внесения азотных удобрений.

Люпины считаются замечательным пищевым источником биологически ценных компонентов, которые могут положительно влиять на многие физиологические и метаболические процессы. Фенольные соединения, присутствующие в семенах бобовых, представлены фенольными кислотами, флавоноидами и конденсированными дубильными веществами. Существует ряд исследований, направленных на изучение содержания отдельных фенольных кислот (4-гидроксibenзойной, кофейной, транс-*p*-кумаровой, транс-феруловой кислот, мирицита), которое было определено в семенах всех исследованных сортов белого люпина [1, 2].

Бобовые играют важную роль в питании человека и являются частью традиционного рациона многих регионов по всему миру. Их выращивают в основном из-за съедобных семян, они занимают большие посевные площади по всему миру. Бобовые имеют невысокое содержание жира, но, с другой стороны, содержат значительное количество белка, клетчатки, микроэлементов и многих ценных фитохимикатов [3]. Бобовые в составе ежедневного рациона могут оказывать благотворное физиологическое действие и, таким образом, помочь в контроле и профилактике заболеваний цивилизации, таких как сахарный диабет, ишемическая болезнь сердца, атеросклероз, ожирение [4].

Давней проблемой, связанной с бобовыми, является довольно высокое содержание антипитательных факторов, которые могут ограничить их биологическую ценность. Согласно текущим исследованиям, эти соединения могут быть легко удалены или уменьшены при изменении условий обработки; некоторые из этих веществ могут также оказывать положительное влияние на здоровье человека. Физические и химические методы, применяемые для уменьшения или удаления антипитательных факторов, — замачивание, проращивание, селективная экстракция, облучение, ферментативная обработка [5]. Благодаря известному положительному эффекту потребления бобовых их производство увеличивается во всем мире. Сообщается о более высоком потреблении бобовых (8–23 г на душу населения в день) в странах Средиземноморья, в Северной Европе — менее 5 г [6].

Цель работы — раскрыть и проанализировать доступную информацию о технологических особенностях белого люпина как продовольственной культуры, питательной ценности его семян, в том числе в разрезе сравнительной характеристики с семенами сои, о возможностях и подходах использования семян люпина в производстве продуктов питания

Материалы и методы / Materials and methods

Изучены материалы научных исследований в области производства люпина, биохимического состава его семян, целесообразности применения продуктов переработки люпина в производстве продуктов питания из растительного сырья. Поиск источников данных осуществляли в научных электронных библиотеках и поисковых системах: eLIBRARY.RU, cyberleninka.ru, reestr.gossortfr.ru, базе данных PubMed. Поисковые за-

просы выполняли по следующим ключевым словам (на русском и английском языках): люпин белый, бобовые, белок, антипитательные факторы, люпиновая мука, функциональные продукты, лечебно-профилактическое питание.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

1. *Предпосылки производства белого люпина.* *Lupinus* — очень разнообразный, широко распространенный род семейства *Fabaceae* с многочисленными видами. Он встречается в широком диапазоне климатических условий — от субарктического региона до полупустынного и субтропического климата, а также от уровня моря до высокогорных экосистем (высота 4000 м). Виды рода можно разделить на две группы: (а) — виды «Старого Света», Средиземноморье, Северная и Восточная Африка, (б) — виды «Нового Света», Северная и Южная Америка [7]. Группа «Старый Свет» состоит всего из 12 однолетних видов и подразделяется на: (а) *Malacospermae*, гладкосемянные виды *L. angustifolius*, *L. albus*, *L. luteus*, *L. hispanicus* и *L. micranthus* с числом хромосом от $2n = 40–52$; (б) *Scabrispermae*, виды с грубым посевом *L. pilosus*, *L. cosentinii*, *L. digitalis*, *L. prinei*, *L. palaestinus*, *L. atlanticus* и *L. somaliensis* с числом хромосом от $2n = 32–42$ [8].

С другой стороны, группа «Новый Свет» состоит из гораздо большего количества видов, которые являются однолетними и травянистыми многолетниками, некоторые из них — кустарники [9]. Предполагаемое количество видов «Нового Света» составляет приблизительно 280, но они плохо определены таксономически [10]. Однако среди многочисленных видов рода культивируются только *L. angustifolius* (голубой люпин или люпин узколистный), *L. albus* (белый люпин), *L. luteus* (желтый люпин) из группы «Старый Свет» и *L. mutabilis* (андский люпин) из группы «Новый Свет». В сельскохозяйственном производстве России используют три однолетних вида люпина: белый (*Lupinus albus*), узколистный (*L. angustifolius*), желтый (*L. luteus*) [11].

Люпины, как и все бобовые культуры, фиксируют атмосферный азот, способствуя повышению плодородия почвы, а также урожайности последующих культур в системах севооборота. Обладая способностью фиксировать атмосферный азот до 300 кг/га, имея мощную стержневую корневую систему, проникающую в почву на глубину до 2 м, усваивая и перекачивая вверх фосфор, калий и другие элементы, люпин служит ценной сидеральной культурой [12]. Благодаря этому его можно использовать не только для улучшения плодородия почвы, но и для реабилитации деградированных земель.

Люпины относительно более устойчивы к нескольким абиотическим стрессам, чем другие бобовые, и обладают доказанным потенциалом для восстановления бедных и загрязненных почв. Благодаря корневым выделениям люпин разлагает труднодоступные для других растений фосфаты почвы, что позволяет обеспечивать свои потребности в фосфорном питании и улучшать фосфатный режим почвы [13].

Люпин, как типичный представитель бобовых культур, имеет приоритет и перспективу для развития органического земледелия и сопряженного с ним органического животноводства в связи с биологическими особенностями аккумуляции азота и естественного формирования почвенного плодородия при отсутствии ограничений в отношении почвы или климата. Семена люпина имеют приблизительно на 25% меньшую массу,

чем семена сои — очень популярной бобовой культуры [14]. Отмечается, что для континентального климата России больше подходит именно люпин, стратегически он так же важен, как соевые бобы для США и Бразилии. Единственной альтернативной культурой сое, в зерне которой содержатся более 40% протеина и полный набор незаменимых аминокислот, является люпин («серверная соя», как его еще называют) [15].

Производство люпина и посевные площади по всему миру на 2017 год оцениваются примерно в 1 610 969 т и 930 717 га соответственно. Крупнейшим производителем является Океания, на долю которой приходится 64% и 55% мирового производства и посевных площадей соответственно, в то время как Европа занимает второе место. Доля мирового производства, приходящаяся на Европу, заметно увеличилась с 17,6% в 2013 году до 29% в 2017-м [16].

Выращивание люпина в Европе ограничено из-за малого числа целевых селекционных программ, что является решающим фактором низкой продуктивности и низкого расширения выращивания люпина в регионе [17]. Ожидается, что идентификация зародышевой плазмы с устойчивостью к ряду абиотических стрессов (известковые почвы, засуха, случайные заморозки и т.д.) расширит выращивание люпина в более широком диапазоне агроклиматических условий. Это может увеличить производство зерна или биомассы.

Другой ключевой проблемой является разработка адаптивных штаммов *Bradyrhizobium*, которые способствуют образованию клубеньков при различных стрессах и приводят к лучшему росту растений и повышению урожайности [18]. Кроме того, низкая урожайность из-за сезонной изменчивости [19], низкая цена на зерно люпина и политика ЕС, которая благоприятствовала импорту соевых бобов, способствовали снижению производства люпина в Европе, особенно во второй половине XX века [20]. Согласно Lucas и др. [16], люпин может быть основным видом выращивания в различных агроклиматических зонах и на маргинальных землях Европы.

Среди российских агрохолдингов и крестьянских фермерских хозяйств наблюдается тенденция экспоненциального роста посевных площадей под люпином с 2011 по 2016 год с 18 тыс. га до 140 тыс. га. Для отечественных сельхозпроизводителей люпин является более привлекательной культурой, чем соя, в связи с отсутствием ограничений в отношении особенностей почвы или климата. Важным конкурентным преимуществом люпина для России (по сравнению с соей) является его высокий адаптационный потенциал к почвенно-климатическим условиям в большинстве регионов страны [14]. Многие исследователи говорят о необходимости увеличения посевных площадей под люпин, считая, что это внесет ощутимый вклад в развитие агропромышленного комплекса страны [15, 21, 22].

По сравнению с соей белый люпин обладает большей азотфиксирующей активностью [23]. Обогащая почву симбиотическим азотом и органическим веществом, люпин не истощает почву, а, наоборот, повышает уровень плодородия и улучшает ее физическое, химическое и фитосанитарное состояние. Основное направление селекции возделываемых видов люпина — это селекция на улучшение качества продукции: пониженное содержание клетчатки и алкалоидов в зерне, повышенное содержание белка, лизина и жира [24]. В настоящее время в России выведен ряд сортов белого люпина с низким содержанием алкалоидов в зерне — малоалкалоидные сорта Дега, Гамма, Деснянский, Мичуринский, Алый па-

рус [25], что делает люпин перспективной культурой для производства и хорошей альтернативой сое.

2. Биохимический состав и питательная ценность семян белого люпина. Люпины используются в качестве сидеральных, кормовых и продовольственных культур, некоторые виды также используются в декоративных целях. Они традиционно являются частью рациона человека, главным образом, в Средиземноморском регионе и на Андском нагорье Южной Америки [26].

Более 3000 лет семена белого люпина использовались не только в качестве пищевого компонента, но и в терапевтических целях, хотя из-за высокого содержания алкалоидов его потребление в качестве пищевого компонента не считалось безопасным [27]. Интерес исследователей в последние годы особенно сосредоточен на селекции и производстве сортов люпина с высоким содержанием белка, низким содержанием алкалоидов и коротким вегетационным периодом [28]. Среди семян бобовых растений люпин является одним из самых богатых источниками белка [21, 22, 24, 29].

Белок люпина потенциально может быть воспалительным агентом с положительным влиянием на метаболизм, усвоение питательных веществ и иммунитет [30]. Семена белого люпина содержат от 33 до 47% белка, 16,2% клетчатки, 5,95% масла, 5,82% сахара и, в отличие от злаков, низкое содержание крахмала (5–12%), богаты тиамин (3,9 мг/кг), рибофлавином (2,3 мг/кг) и ниацином (39 мг/кг) [31]. Люпин выделяется по содержанию минеральных веществ, ненасыщенных жирных кислот, водо- и жирорастворимых биологически активных веществ. В составе макроэлементов преобладают калий, фосфор и кальций, в составе микроэлементов — марганец, железо, цинк и медь. В зерне люпина не обнаружены токсичные элементы (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть), количество которых ограничивается и в других зернобобовых культурах, предназначенных для употребления в пищу [32]. Согласно [33], семена белого люпина имеют низкое содержание натрия (0,17 г/кг), с другой стороны, они являются хорошим источником макроэлементов K, P, Ca и Mg (11,0, 5,2, 2,4 и 1,3 г/кг соответственно) и микроэлементов Mn, Fe, Zn и Cu (252, 39, 43 и 8 мг/кг соответственно). Витаминный состав семян люпина представлен пантотеновой кислотой, рибофлавином, тиамин, ниацином, β-каротином [34].

Важным компонентом семян люпина является масло (5–20%). Растительные масла обладают ценными пищевыми и биологическими свойствами, что обуславливает их разнонаправленное использование, в том числе в медицинских целях. Это объясняет интерес к получению новых видов растительных масел и изучению их свойств. Значительная доля в составе масла люпина приходится на полиненасыщенные жирные кислоты: линолевую, олеиновую и линоленовую. Масло семян люпина — уникальный продукт, богатый полиненасыщенными жирными кислотами, не уступающий по качеству растительным маслам высокого класса, таким как льняное и оливковое [35].

Несколько доклинических исследований показали, что семена *Lupinus albus* L. обладают антимикробной, антиоксидантной, противоглистной, гиполипидемической, гипогликемической, противосудорожной и антиатеросклеротической активностью [36–38]. Mazumder и др. [39] исследовали экстракты трихлоруксусной кислоты из оболочек семян и обнаружили индукцию апоптоза при раке поджелудочной железы человека. Содержание алкалоидов хинолизидина было на уровне ниже токсичности для человека, но с потенциальной пользой

для здоровья пациентов с диабетом. Авторы рассматривали люпин как потенциально нутрицевтический и функциональный продукт питания.

Как уже отмечалось, семена белого люпина являются прекрасной альтернативой семенам сои, не уступая ей в количественном и качественном содержании белка [15, 21, 29, 40]. По данным [41], в сое больше содержится сырого жира (табл. 1), что более важно для кормления животных и птицы. Для питания человека это, наоборот, может быть преимуществом, так продукт переработки бобов люпина будет менее калорийным.

Алкалоиды являются основными антипитательными веществами, присутствующими в семенах люпина и отличающимися его от других бобовых культур. Алкалоиды — часть структурно разнообразной группы из более 21 тыс. циклических азотсодержащих вторичных метаболитов, которые встречаются у 20% видов растений. *Lupinus albus* содержит алкалоид хинолизидин (QA). Идентификация основных генов, участвующих в биосинтезе QA, позволит точно селекционировать белый люпин с низким содержанием алкалоидов и высоким содержанием питательных веществ [42]. Кроме алкалоидов, к антипитательным веществам люпина также относятся ингибиторы пищеварительных ферментов, сапонины, фитаты (рис. 1). Однако подобные вещества найдены и в семенах сои, и других бобовых, причем количество ингибиторов трипсина в зерне люпина содержится в 100 раз меньше, чем в зерне сои [43].

По сути, антипитательные вещества являются естественными компонентами пищи, уменьшая их биологическую ценность за счет снижения усвоения соответствующих пищевых веществ, и содержатся практически во всех продуктах и сырье. С другой стороны, многие антипитательные факторы могут быть полезны для организма человека. Так, олигосахариды семейства раффинозы (RFOS) вызывают метеоризм у людей и животных. Метеоризм является единственным наиболее важным фактором, который сдерживает потребление и использование бобовых в рационе человека и животных. У людей RFOS оказывают благотворное воздействие на толстую кишку и продемонстрировали пребиотический потенциал, способствуя росту полезных бактерий, снижающих количество патогенов и гнилостных бактерий, присутствующих в толстой кишке. В дополнение к их пребиотическому потенциалу RFOS обладают многими другими биологическими функциями, такими как противоаллергические, против ожирения и диабета, профилактика неалкогольной жировой болезни печени [44]. По-видимому, должно пройти еще немало исследований, доказывающих пользу или вред наличия конкретных антипитательных факторов, их количественного содержания на организм человека и животных.

Таблица 1. Сравнительная характеристика состава семян сои и белого люпина (по данным авторов [41])

Table 1. Comparative characteristics of the composition of soybean seeds and white lupine (according to the authors [41])

Показатели	Соя (min-max)	Белый люпин (min-max)
Сырой протеин, %	34–38	34–40
Белок, %	32–38	32–37
Сырой жир, %	16–19	8–11
Сырая клетчатка, %	5–8	9–11
Углеводы без клетчатки, %	26–33	27–37
в том числе крахмал, %	2–3	16–19
сахар, %	6–9,5	3–4
пектины, %	1–3	8–14

Рис. 1. Примеры антипитательных веществ бобовых культур

Fig. 1. Examples of anti-nutritional substances of legumes



Снижение антипитательных факторов или предотвращение их накопления открывает возможности для увеличения потребления бобовых в рационе, помимо увеличения биодоступности питательных микроэлементов. Методы комплексной селекции обычно используются для использования имеющейся генетической изменчивости по питательным микроэлементам с помощью современных «омических» технологий, таких как геномика, транскриптомика, иономика и метаболомика, для получения биофортифицированных зерновых бобовых [45]. Снижению количества антипитательных веществ в бобовых способствует и различная обработка семян: влаготепловая, гидромеханическая и т. д. Так, термообработка способна снижать количество алкалоидов на 30–50%. В исследованиях [46] предварительная обработка, включающая ферментацию с использованием молочнокислых бактерий и дрожжей, используется для улучшения питательных и вкусовых свойств продуктов из бобовых, что повышает их приемлемость для потребителей.

Стоит также заметить, что соевый белок по причине трансгенности становится всё более непривлекательным, выбор остается за люпином в качестве основной экологически чистой негенномодифицированной белковой добавки в пищевых продуктах.

3. Использование люпина в производстве продуктов питания. В последние годы наука о функциональном пи-

тании приобрела большой интерес в связи с изменением состояния здоровья населения в развитых странах. Основными целями населения являются здоровье и высокое качество жизни. Продукты переработки люпина, такие как люпиновая мука и белковые концентраты, используются в качестве компонентов в хлебобулочных изделиях, бисквитах, макаронах, тортах, сухих завтраках и т. п. Эти продукты без глютена подходят также для людей с целиакией [47]. Продукты с добавлением люпина могут не только способствовать рациональному питанию и чувству сытости потребителей, но и помогают в профилактике заболеваний, улучшении липидного обмена и лечении артериального давления [48].

Разработка новых продуктов на основе белого люпина, вероятно, должна быть сосредоточена в первую очередь на замене продуктов животного происхождения (мясные альтернативы, вегетарианские спреды, десертные кремы, мороженое и овощные напитки). Другие цели включают высокобелковые пищевые продукты с отличными вкусовыми свойствами (колбасы, закуски и напитки) [16]. Многие компоненты семян белого люпина являются очень ценным сырьем для производства функциональных продуктов питания. Белковые гидролизаты с высоким содержанием биоактивных пептидов подходят для разработки функциональных продуктов питания и нутрицевтиков. Кроме того, большое количество пищевых волокон потенциально может быть использовано в производстве функциональных продуктов питания [49].

Отмечается, что внесение муки из люпина взамен части пшеничной муки приводит к существенным изменениям реологических характеристик теста, таких как водопоглощательная способность, показатель качества фаринографа, время образования теста. Изменяются также устойчивость теста к замесу и степень разжижения теста. Вносить рекомендуется до 10% люпиновой муки [50]. Даже при такой не слишком высокой дозе происходит увеличение содержания таких незаменимых аминокислот, как треонин, валин, фенилаланин, изолейцин, лейцин, лизин. Среди заменимых аминокислот наибольший прирост был отмечен для аргинина — с 350 до 600 мг / 100 г [51].

Люпиновая мука может быть использована и для производства мучных кондитерских изделий, например вафель. Исследования [52] подтверждают целесообразность внесения люпиновой муки взамен пшеничной в

количестве 20%. Полученные изделия характеризовались приятным вкусом и запахом, имели более насыщенный цвет.

Люпиновая мука в некоторой степени может быть использована как заменитель яйцепродуктов. Это важно в том случае, когда у человека имеется аллергическая реакция на куриный белок или желток. Была предложена рецептура галет с полной заменой меланжа куриных яиц и 20% пшеничной муки на люпиновую. Готовые изделия имели ярко-желтую окраску, повышенное содержание белка, пищевых волокон, калия, фосфора, магния, железа [53].

Важным моментом является применение люпиновой муки в производстве продуктов питания для людей, больных целиакией. Для них токсичны не все, а лишь некоторые белки клейковины — проламины: глиадины пшеницы, секалины ржи и гордеины ячменя. Нетоксичны проламины кукурузы (зеин) и риса (оризенин), а также белки гречихи, сорго, люпина и амаранта. Сырьем для производства безглютеновых кондитерских изделий может служить мука люпина. При внесении 5–10% люпиновой муки не только коррелируются технологические свойства кулинарных изделий, но и повышается пищевая и биологическая ценность продукта, однако при дозировке более 15% готовые изделия характеризуются легким привкусом горечи [54].

Выводы / Conclusion

Продукты переработки люпина уже используются в технологиях пищевых продуктов во многих странах мира, но гораздо реже, чем ингредиенты соевых бобов, несмотря на их полезные свойства. Мука, белковые изоляты и концентраты люпина в основном используются в хлебобулочных и безглютеновых изделиях, хотя и в качестве второстепенных компонентов. Тем не менее каждый год на рынок поступают новые продукты, содержащие компоненты люпина. Несомненно, белый люпин заслуживает пристального внимания и изучения как культура, не уступающая сое (и даже превосходящая ее по многим полезным признакам). Для полноценного использования люпина в пищевой промышленности необходимо утвердить комплекс нормативных документов, таких как Технические условия, ГОСТ, отсутствие которых сдерживает эффективное и рациональное использование сортов отечественного белого люпина в выбранном направлении.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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

- Magalhães S.C.Q., Taveira M., Cabrita A.R.J., Fonseca A.J.M., Valentão P., Andrade P.B. European marketable grain legume seeds: Further insight into phenolic compounds profiles. *Food Chemistry*. 2017; 215(15): 177–184. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.152>
- Sinković L., Pipan B., Šibul F., Nemeš I., Tepić Horecki A., Meglič V. Nutrients, Phytic Acid and Bioactive Compounds in Marketable Pulses. *Plants*. 2023; 12(1): 170. <https://doi.org/10.3390/plants12010170>
- Messina M.J. Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1999; 70(3): 439S–450S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/70.3.439s>
- Марков П., Марков Д., Воденичарова А. Полезные и диетические характеристики зернобобовых на основе медицинских доказательств. *Наука. Мысль*. 2016; (12): 24–30. eLIBRARY ID: 29043254

REFERENCES

- Magalhães S.C.Q., Taveira M., Cabrita A.R.J., Fonseca A.J.M., Valentão P., Andrade P.B. European marketable grain legume seeds: Further insight into phenolic compounds profiles. *Food Chemistry*. 2017; 215(15): 177–184. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.152>
- Sinković L., Pipan B., Šibul F., Nemeš I., Tepić Horecki A., Meglič V. Nutrients, Phytic Acid and Bioactive Compounds in Marketable Pulses. *Plants*. 2023; 12(1): 170. <https://doi.org/10.3390/plants12010170>
- Messina M.J. Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1999; 70(3): 439S–450S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/70.3.439s>
- Markov P., Markov D., Vodenicharova A. Healthy and dietary characteristics of grains on the basis of medical evidence. *Science. Thought*. 2016; (12): 24–30. (In Russian) eLIBRARY ID: 29043254

5. Ахангаран М., Афанасьев Д.А., Чернуха И.М., Машенцева Н.Г., Гаравири М. Биоактивные пептиды и антипитательные вещества нута: характеристика и свойства (обзор). *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022; 183(1): 214–223. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-1-214-223>
6. Bouchenak M., Lamri-Senhadj M. Nutritional Quality of Legumes, and Their Role in Cardiometabolic Risk Prevention: A Review. *Journal of Medicinal Food*. 2013; 16(3): 185–198. <https://doi.org/10.1089/jmf.2011.0238>
7. Gladstones J.S. Distribution, origin, taxonomy, history and importance. Gladstones J.S., Atkins C.A., Hamblin J. (eds.) *Lupinus as Crop Plants: Biology, Production, and Utilization*. Wallingford, UK: CABI. 1998; 1–39.
8. Naganowska B., Wolko B., Śliwińska E., Kaczmarek Z. Nuclear DNA content variation and species relationships in the genus *Lupinus* (Fabaceae). *Annals of Botany*. 2003; 92(3): 349–355. <https://doi.org/10.1093/aob/mcg145>
9. Ainouche A.K., Bayer R.J. Phylogenetic relationships in *Lupinus* (Fabaceae: Papilionoideae) based on internal transcribed spacer sequences (its) of nuclear ribosomal DNA. *American Journal of Botany*. 1999; 86(4): 590–607.
10. Eastwood R.J., Drummond K.S., Shifino-Wittman M.T., Hughes S.E. Diversity and evolutionary history of lupines – conclusions from new phylogenies. Palta J.A., Berger J.B. (eds.) *Lupins for Health and Wealth*. Proceedings of the 12th International Lupin Conference, 14–18 Sept. 2008. Fremantle, Western Australia. Canterbury, New Zealand: *International Lupine Association*. 2008; 346–354.
11. Лукашевич М.И., Агеева П.А., Новик Н.В., Захарова М.В. Достижения и перспективы селекции люпина. *Достижения науки и техники АПК*. 2018; 32(2): 29–32. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10207>
12. Тамонов А.М. Сидеральный пар под картофель. *Владимирский земледелец*. 2016; (2): 27–29. eLIBRARY ID: 26453533
13. Коннова Л.В., Агеева П.А. Люпин как главный биологический потенциал юго-западного Нечерноземья. *Селекция и сорторазведение садовых культур*. 2022; 99(1): 51–58. eLIBRARY ID: 49909337
14. Глотова И.А., Рязанцева А.О., Галочкина Н.А., Куцова А.Е. Семена люпина – альтернатива сое в формировании потребительских свойств продовольственных товаров. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств»*. 2019; (2): 69–79. <https://doi.org/10.17586/2310-1164-2019-12-2-69-79>
15. Артюхов А.И., Подобедов А.В. Люпин – важная составляющая часть стратегии самообеспечения России комбикормовым белком. *Кормопроизводство*. 2012; (5): 3–4. eLIBRARY ID: 17748331
16. Lucas M.M. *et al.* The future of lupin as a protein crop in Europe. *Frontiers in Plant Science*. 2015; 6: 705. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00705>
17. Berger D.D., Buirchell B.J., Luckett D.J., Nelson M.N. Domestication bottlenecks limit genetic diversity and limit adaptation of the narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.). *Theoretical and Applied Genetics*. 2012; 124(4): 637–652. <https://doi.org/10.1007/s00122-011-1736-z>
18. Annicchiarico P., Thami Alami I. Improving the adaptation of white lupine (*Lupinus albus* L.) to calcareous soils by selecting lime-resistant germplasm of plants and *Bradyrhizobium* strains. *Plant and Soil*. 2012; 350: 131–144.
19. Cherney S., Ben-Ari T., Peltzer E., Maynard J.-M., Makovsky D. Estimation of variability in the yield of grain legumes in Europe and America. *Scientific Reports*. 2015; 5: 11171. <https://doi.org/10.1038/srep11171>
20. Preysel S., Reckling M., Slake N., Zander P. The magnitude and economic value of the advantages of pre-sowing processing of grain legumes in Europe: an overview. *Field Culture Edition*. 2015; 175: 64–79.
21. Федорова З.Н. Белковые концентраты на основе люпина в рационе дойных коров в условиях Калининградской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2020; (4): 170–174. <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11221>
22. Гапонов Н. Люпин – наилучшая бобовая культура для создания высокопротеиновых концентратов. *Комбикорма*. 2019; (6): 40–42. <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2019-06-3-072>
23. Васильчиков А.Г. Сравнительная оценка размеров симбиотической азотфиксации зернобобовых культур. *Земледелие*. 2014; (4): 8–11. eLIBRARY ID: 21685584
24. Яговенко Г.Л., Мисникова Н.В. Роль Всероссийского научно-исследовательского института люпина в развитии люпиносеяния в России. *Кормопроизводство*. 2022; (6): 8–13. eLIBRARY ID: 49572138
5. Ahangaran M., Afanasev D.A., Chernukha I.M., Mashentseva N.G., Gharaviri M. Bioactive peptides and antinutrients in chickpea: description and properties (a review). *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2022; 183(1): 214–223. (In Russian) <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-1-214-223>
6. Bouchenak M., Lamri-Senhadj M. Nutritional Quality of Legumes, and Their Role in Cardiometabolic Risk Prevention: A Review. *Journal of Medicinal Food*. 2013; 16(3): 185–198. <https://doi.org/10.1089/jmf.2011.0238>
7. Gladstones J.S. Distribution, origin, taxonomy, history and importance. Gladstones J.S., Atkins C.A., Hamblin J. (eds.) *Lupinus as Crop Plants: Biology, Production, and Utilization*. Wallingford, UK: CABI. 1998; 1–39.
8. Naganowska B., Wolko B., Śliwińska E., Kaczmarek Z. Nuclear DNA content variation and species relationships in the genus *Lupinus* (Fabaceae). *Annals of Botany*. 2003; 92(3): 349–355. <https://doi.org/10.1093/aob/mcg145>
9. Ainouche A.K., Bayer R.J. Phylogenetic relationships in *Lupinus* (Fabaceae: Papilionoideae) based on internal transcribed spacer sequences (its) of nuclear ribosomal DNA. *American Journal of Botany*. 1999; 86(4): 590–607.
10. Eastwood R.J., Drummond K.S., Shifino-Wittman M.T., Hughes S.E. Diversity and evolutionary history of lupines – conclusions from new phylogenies. Palta J.A., Berger J.B. (eds.) *Lupins for Health and Wealth*. Proceedings of the 12th International Lupin Conference, 14–18 Sept. 2008. Fremantle, Western Australia. Canterbury, New Zealand: *International Lupine Association*. 2008; 346–354.
11. Lukashovich M.I., Ageeva P.A., Novik N.V., Zakharova M.V. Achievements and Prospects of Lupine Breeding. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2018; 32(2): 29–32. (In Russian) <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10207>
12. Tamonov A.M. Sideral steam for potatoes. *Vladimir agricolist*. 2016; (2): 27–29. (In Russian) eLIBRARY ID: 26453533
13. Konnova L.V., Ageeva P.A. Lupin as an important biological potential of the South-West Non-Chernozem. *Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops*. 2022; 99(1): 51–58. (In Russian) eLIBRARY ID: 49909337
14. Glotova I.A., Ryazantseva A.O., Galochkina N.A., Kutsova A.E. Lupine seeds as an alternative to soy in terms of food products consumer properties. *Scientific journal NRU ITMO. Series "Processes and Food Production Equipment"*. 2019; (2): 69–79. (In Russian) <https://doi.org/10.17586/2310-1164-2019-12-2-69-79>
15. Artyukhov A.I., Podobedov A.V. Lupine is the important part of strategy for Russia's self-provision with complementary protein. *Fodder Production*. 2012; (5): 3–4. (In Russian) eLIBRARY ID: 17748331
16. Lucas M.M. *et al.* The future of lupin as a protein crop in Europe. *Frontiers in Plant Science*. 2015; 6: 705. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00705>
17. Berger D.D., Buirchell B.J., Luckett D.J., Nelson M.N. Domestication bottlenecks limit genetic diversity and limit adaptation of the narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.). *Theoretical and Applied Genetics*. 2012; 124(4): 637–652. <https://doi.org/10.1007/s00122-011-1736-z>
18. Annicchiarico P., Thami Alami I. Improving the adaptation of white lupine (*Lupinus albus* L.) to calcareous soils by selecting lime-resistant germplasm of plants and *Bradyrhizobium* strains. *Plant and Soil*. 2012; 350: 131–144.
19. Cherney S., Ben-Ari T., Peltzer E., Maynard J.-M., Makovsky D. Estimation of variability in the yield of grain legumes in Europe and America. *Scientific Reports*. 2015; 5: 11171. <https://doi.org/10.1038/srep11171>
20. Preysel S., Reckling M., Slake N., Zander P. The magnitude and economic value of the advantages of pre-sowing processing of grain legumes in Europe: an overview. *Field Culture Edition*. 2015; 175: 64–79.
21. Fedorova Z.N. Protein concentrates based on lupine in the diet of dairy cows in the conditions of the Kaliningrad region. *Legumes and goat crops*. 2020; (4): 170–174. (In Russian) <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11221>
22. Gaponov N. Lupin – the best legume culture for creating high-protein concentrates. *Kombikorma*. 2019; (6): 40–42. (In Russian) <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2019-06-3-072>
23. Vasil'chikov A.G. Comparative quantitative evaluation of symbiotic nitrogen fixation of leguminous crops. *Zemledelie*. 2014; (4): 8–11. (In Russian) eLIBRARY ID: 21685584
24. Yagovenko G.L., Misnikova N.V. Role of the All-Russian Research Institute of Lupine in lupine cultivation in Russia. *Fodder Production*. 2022; (6): 8–13. (In Russian) eLIBRARY ID: 49572138

25. Описание сортов белого люпина. Официальный сайт Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений. Режим доступа: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9610203/> [дата обращения 17.01.2023]
26. Peterson D.S. Composition and nutritional use of lupins. Gladstones J.S., Atkins C.A., Hamblin J. (eds.) *Lupins as Crop Plants: Biology, Production, and Utilization*. Wallingford, UK: CABI. 1998; 353–384.
27. Prusinski J. White lupin (*Lupinus albus* L.) - nutritional and health values in human nutrition - a review. *Czech Journal of Food Sciences*. 2017; 35(2): 95–105. <https://doi.org/10.17221/114/2016-CJFS>
28. Тимошенко Е.С., Лукашевич М.И., Яговенко Г.Л., Агеева П.А., Зайцева Н.М. Характеристика перспективных сортов люпина Мичуринский и Белорозовый 144 для пищевого использования. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2022; (2): 188–200. eLIBRARY ID: 49741289
29. Хрулев А.А., Бесчетникова Н.А. Белок из люпина: технологии, применение, перспективы. *Пищевая промышленность*. 2015; (12): 63–65. eLIBRARY ID: 25668779
30. Walsh C.J., Guinane C.M., O'Toole P.W., Cotter P.D., Beneficial modulation of the gut microbiota. *FEBS Letters*. 2014; 588(22): 4120–4130. <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2014.03.035>
31. Erbaş M., Certel M., Uslu M.K. Some chemical properties of white lupin seeds (*Lupinus albus* L.). *Food Chemistry*. 2014; 89(3): 341–345. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.040>
32. Тимошенко Е.С., Рущая В.И., Яговенко Г.Л. К вопросу о возможности использования люпина в производстве продуктов питания. *Известия нижегородского агроуниверситетского комплекса*. 2022; (2): 71–81. eLIBRARY ID: 49222400
33. Grela E.R., Samolińska W., Kiczorowska B., Klebaniuk R., Kiczorowski P. Content of minerals and fatty acids and their correlation with phytochemical compounds and antioxidant activity of leguminous seeds. *Biological Trace Element Research*. 2017; 180(2): 338–348. <https://doi.org/10.1007/s12011-017-1005-3>
34. Сорокин А.Е., Афонина Е.В. Использование люпина в питании. *Современная наука и инновации*. 2019; (4): 100–109. eLIBRARY ID: 44155638
35. Егорова Г.П., Шеленга Т.В., Проскурякова Г.И. Биохимическая характеристика семян люпина (*Lupinus* L.) из коллекции ВИР. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2019; (3): 79–87. <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11118>
36. Romeo F.V., Fabroni S., Ballistreri G., Muccilli S., Spina A., Rapisarda P. Characterization and Antimicrobial Activity of Alkaloid Extracts from Seeds of Different Genotypes of *Lupinus* spp. *Sustainability*. 2018; 10(3): 788. <https://doi.org/10.3390/su10030788>
37. Dubois O. *et al.* Lupin (*Lupinus* spp.) seeds exert anthelmintic activity associated with their alkaloid content. *Scientific Reports*. 2019; 9: 9070. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45654-6>
38. Bouchoucha R. *et al.* Anti-hyperglycemic and anti-hyperlipidemic effects of *Lupinus albus* in type 2 diabetic patients: a randomized double-blind, placebo-controlled clinical trial. *International Journal of Pharmacology*. 2016; 12(8): 830–837. <https://doi.org/10.3923/ijp.2016.830.837>
39. Mazumder K., Chinkwo K., Farahnaky A., Kerr P. The potential of lupin as a functional food for the prevention of diabetes and pancreatic cancer. *Proceedings of the Abstract from 68th Australasian Grain Science Conference*. Wagga Wagga, Australia. 2018; 68.
40. Ницевская К.Н. Исследование семян сои и люпина пищевых сортов. Молодежь и наука. *Сборник материалов X Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию образования Красноярского края*. Красноярск: Сибирский федеральный университет. 2014. Режим доступа: <https://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/18633> [дата обращения 15.01.2023]
41. Подобед Л.И., Подобедов А.В., Полтинин А.П. Эффективно ли зерно белого люпина в составе комбикормов для животных и птицы без тепловой обработки? Персональный сайт доктора сельскохозяйственных наук Подобед Л.И. Режим доступа: http://podobed.org/effektivno_li_zerno_belogo_lyupina_v_sostave_kombikormov_dlya_zhivotnyh_i_ptitsy_bez_teplovoyn_obrabo.html [дата обращения 17.01.2023]
42. Osorio C.E., Till B.J. A Bitter-Sweet Story: Unraveling the Genes Involved in Quinolizidine Alkaloid Synthesis in *Lupinus albus*. *Frontiers in Plant Science*. 2022; 12: 795091. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.795091>
43. Ницевская К.Н., Мотовилов О.К. Антипитательные свойства семейств бобовых. *Перспект Свободный-2016. Сборник материалов Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. Красноярск: Сибирский федеральный университет. 2016; 50–53. eLIBRARY ID: 39218161
25. Description of varieties of white lupine. Official website of the State Commission of the Russian Federation for Testing and Protection of Breeding Achievements. Available from: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9610203/> [accessed 17 January, 2023] (In Russian)
26. Peterson D.S. Composition and nutritional use of lupins. Gladstones J.S., Atkins C.A., Hamblin J. (eds.) *Lupins as Crop Plants: Biology, Production, and Utilization*. Wallingford, UK: CABI. 1998; 353–384.
27. Prusinski J. White lupin (*Lupinus albus* L.) - nutritional and health values in human nutrition - a review. *Czech Journal of Food Sciences*. 2017; 35(2): 95–105. <https://doi.org/10.17221/114/2016-CJFS>
28. Timoshenko E.S., Lukashovich M.I., Yagovenko G.L., Ageeva P.A., Zaitseva N.M. Characteristics of Promising Varieties of Lupine Michurinsky and Belorozovy 144 For Food Use. *Storage and Processing of Farm Products*. 2022; (2): 188–200. (In Russian) eLIBRARY ID: 49741289
29. Chrulyov A.A., Beschchnikova N.A. Lupine protein: technology, application, prospect. *Food Industry*. 2015; (12): 63–65. (In Russian) eLIBRARY ID: 25668779
30. Walsh C.J., Guinane C.M., O'Toole P.W., Cotter P.D., Beneficial modulation of the gut microbiota. *FEBS Letters*. 2014; 588(22): 4120–4130. <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2014.03.035>
31. Erbaş M., Certel M., Uslu M.K. Some chemical properties of white lupin seeds (*Lupinus albus* L.). *Food Chemistry*. 2014; 89(3): 341–345. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.040>
32. Timoshenko E.S., Rutskeya V.I., Yagovenko G.L. About the possibility of use of "lupinus" in food production. *Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2022; (2): 71–81. (In Russian) eLIBRARY ID: 49222400
33. Grela E.R., Samolińska W., Kiczorowska B., Klebaniuk R., Kiczorowski P. Content of minerals and fatty acids and their correlation with phytochemical compounds and antioxidant activity of leguminous seeds. *Biological Trace Element Research*. 2017; 180(2): 338–348. <https://doi.org/10.1007/s12011-017-1005-3>
34. Sorokin A.E., Afonina E.V. Lupin use in food. *Modern Science and Innovations*. 2019; (4): 100–109. (In Russian) eLIBRARY ID: 44155638
35. Egorova G.P., Shelenga T.V., Proskuryakova G.I. Biochemical characteristics of seeds of lupin (*Lupinus* L.) from VIR collection. *Legumes and groat crops*. 2019; (3): 79–87. (In Russian) <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11118>
36. Romeo F.V., Fabroni S., Ballistreri G., Muccilli S., Spina A., Rapisarda P. Characterization and Antimicrobial Activity of Alkaloid Extracts from Seeds of Different Genotypes of *Lupinus* spp. *Sustainability*. 2018; 10(3): 788. <https://doi.org/10.3390/su10030788>
37. Dubois O. *et al.* Lupin (*Lupinus* spp.) seeds exert anthelmintic activity associated with their alkaloid content. *Scientific Reports*. 2019; 9: 9070. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45654-6>
38. Bouchoucha R. *et al.* Anti-hyperglycemic and anti-hyperlipidemic effects of *Lupinus albus* in type 2 diabetic patients: a randomized double-blind, placebo-controlled clinical trial. *International Journal of Pharmacology*. 2016; 12(8): 830–837. <https://doi.org/10.3923/ijp.2016.830.837>
39. Mazumder K., Chinkwo K., Farahnaky A., Kerr P. The potential of lupin as a functional food for the prevention of diabetes and pancreatic cancer. *Proceedings of the Abstract from 68th Australasian Grain Science Conference*, Wagga Wagga, Australia. 2018; 68.
40. Nitevskaia K.N. Research of soybean and lupine seeds of food varieties. Youth and science. *A collection of proceedings of the X Anniversary All-Russian Scientific and technical conference of students, postgraduates and young scientists with international participation, dedicated to the 80th anniversary of the formation of the Krasnoyarsk Territory*. Krasnoyarsk: Siberian Federal University. 2014. Available from: <https://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/18633> [accessed 15 January, 2023] (In Russian)
41. Podobed L.I., Podobedov A.V., Poltinin A.P. Is white lupine grain effective as part of animal and poultry feed without heat treatment? Personal website of Doctor of Agricultural Sciences Podobed L.I. Available from: http://podobed.org/effektivno_li_zerno_belogo_lyupina_v_sostave_kombikormov_dlya_zhivotnyh_i_ptitsy_bez_teplovoyn_obrabo.html [accessed 17 January, 2023] (In Russian)
42. Osorio C.E., Till B.J. A Bitter-Sweet Story: Unraveling the Genes Involved in Quinolizidine Alkaloid Synthesis in *Lupinus albus*. *Frontiers in Plant Science*. 2022; 12: 795091. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.795091>
43. Nitevskaia K.N., Motovilov O.K. Anti-nutritional properties of the legume family. *Prospect Svobodny-2016. Collection of proceedings of the International Conference of students, postgraduates and young scientists*. Krasnoyarsk: Siberian Federal University. 2016. 50–53. (In Russian) eLIBRARY ID: 39218161

44. Elango D. *et al.* Raffinose Family Oligosaccharides: Friend or Foe for Human and Plant Health? *Frontiers in Plant Science*. 2022; 13: 829118. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.829118>
45. Jha R. *et al.* Integrated breeding approaches to enhance the nutritional quality of food legumes. *Frontiers in Plant Science*. 2022; 13: 984700. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.984700>
46. Clemente A., Jimenez-Lopez J.C. Introduction to the Special Issue: Legumes as Food Ingredient: Characterization, Processing, and Applications. *Foods*. 2020; 9(11): 1525. <https://doi.org/10.3390/foods9111525>
47. Зайцева Л.В., Юдина Т.А., Рубан Н.В., Матюнина А.В., Малахова А.С. Обогащенные безглютеновые хлебобулочные изделия. *Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд*. 2021; 16: 79–93. eLIBRARY ID: 47739476
48. Никонovich Ю.Н., Тарасенко Н.А., Болгова Д.Ю. Использование продуктов переработки семян люпина в пищевой промышленности. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2017; (1): 9–12. eLIBRARY ID: 28843462
49. Курчаева Е.Е., Тertychnaya Т.Н., Максимов И.В., Манжесов В.И. Использование легионной муки для производства функциональных продуктов. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2011; (10): 63–64. eLIBRARY ID: 17350729
50. Анисимова Л.В., Серебренникова Е.С., Бондаренко В.Е., Басов В.Ю. Реологические свойства теста из смеси пшеничной и люпиновой муки. *Ползуновский вестник*. 2018; (4): 40–44. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2018.04.008>
51. Рыжкова Т.А., Третьяков М.Ю., Чулков А.Н. Влияние добавок муки из люпина на биологическую ценность и структурно-механические свойства пшеничного теста. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2015; (1): 67–70. eLIBRARY ID: 23058242
52. Рыков А.И., Агафонова С.В. Перспективы использования муки из семян люпина для обогащения мучных кондитерских изделий. *Вестник молодежной науки*. 2018; (5): 10. eLIBRARY ID: 36769218
53. Ткач М.В. Специализированные галеты для лиц с аллергией на куриный белок, в том числе для геродиетического питания. *Проблемы идентификации, качества и конкурентоспособности потребительских товаров. Сборник статей V Международной конференции в области товароведения и экспертизы товаров*. Курск: Университетская книга. 2017; 309–311. eLIBRARY ID: 32387273
54. Матвеева И., Нестеренко В. Перспективные виды сырья для производства безглютеновых изделий. *Хлебобулочные продукты*. 2011; (8): 42–44. eLIBRARY ID: 16568479

ОБ АВТОРАХ:

Елена Владимировна Зубова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, пр. Гагарина, 97, Нижний Новгород, 603107, Россия zelena111@ya.ru <https://orcid.org/0000-0003-3141-1761>

Татьяна Владимировна Залетова, кандидат сельскохозяйственных наук, декан, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, пр. Гагарина, 97, Нижний Новгород, 603107, Россия tanya.zaletova@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-6037-6892>

Галина Ивановна Капитанова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, пр. Гагарина, 97, Нижний Новгород, 603107, Россия kptngi@mail.ru

Оксана Борисовна Терехова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, пр. Гагарина, 97, Нижний Новгород, 603107, Россия opoluyanova@list.ru

Надежда Васильевна Родыгина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, пр. Гагарина, 97, Нижний Новгород, 603107, Россия rodygina1962@mail.ru

44. Elango D. *et al.* Raffinose Family Oligosaccharides: Friend or Foe for Human and Plant Health? *Frontiers in Plant Science*. 2022; 13: 829118. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.829118>
45. Jha R. *et al.* Integrated breeding approaches to enhance the nutritional quality of food legumes. *Frontiers in Plant Science*. 2022; 13: 984700. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.984700>
46. Clemente A., Jimenez-Lopez J.C. Introduction to the Special Issue: Legumes as Food Ingredient: Characterization, Processing, and Applications. *Foods*. 2020; 9(11): 1525. <https://doi.org/10.3390/foods9111525>
47. Zaytseva L.V., Yudina T.A., Ruban N.V., Matyunina A.V., Malakhova A.S. Fortified gluten-free bakery products. *Innovative technologies of production and storage of material values for state needs*. 2021; 16: 79–93. (In Russian) eLIBRARY ID: 47739476
48. Nikonovich Yu.N., Tarasenko N.A., Bolgova D.Yu. Use of processing products of lupine seeds in the food industry. *News of universities. Food Technology*. 2017; (1): 9–12. (In Russian) eLIBRARY ID: 28843462
49. Kurchaeva E.E., Tertychnaya T.N., Maksimov I.V., Manzhosov V.I. Perspectives of lupine flour usage in production technology of functional products. *Storage and Processing of Farm Products*. 2011; (10): 63–64. (In Russian) eLIBRARY ID: 17350729
50. Anisimova L.V., Serebrennikova E.S., Bondarenko V.E., Basov V.Yu. Rheological properties of dough from the mixture of wheat flour and lupin flour. *Polzunovskiy vestnik*. 2018; (4): 40–44. (In Russian) <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2018.04.008>
51. Ryzhkova T.A., Tretyakov M.Yu., Chulkov A.N. Influence lupinus flour additives on biological value and structural-mechanical properties of the wheat dough. *Legumes and groat crops*. 2015; (1): 67–70. (In Russian) eLIBRARY ID: 23058242
52. Rykov A., Agafonova S. Prospects of the use of flour of lupin for enriching the flour confectionery products. *Bulletin of Youth Science*. 2018; 5(17): 10. (In Russian) eLIBRARY ID: 36769218
53. Tkach M.V. Specialized gallets for persons with allergy on chicken white, including herodietic nutrition. *Problems of identification, quality and competitiveness of consumer goods. Collection of articles of the V International Conference in the field of Commodity science and examination of goods*. Kursk: Universitetskaya kniga. 2017; 309–311. (In Russian) eLIBRARY ID: 32387273
54. Matveeva I., Nesterenko V. Promising types of raw materials for the production of gluten-free products. *Khleboпродукты*. 2011; (8): 42–44. (In Russian) eLIBRARY ID: 16568479

ABOUT THE AUTHORS:

Elena Vladimirovna Zubova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 97 Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russia zelena111@ya.ru <https://orcid.org/0000-0003-3141-1761>

Tatiana Vladimirovna Zaletova, Candidate of Agricultural Sciences, Dean, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 97 Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russia tanya.zaletova@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-6037-6892>

Galina Ivanovna Kapitanova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 97 Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russia kptngi@mail.ru

Oksana Borisovna Terekhova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 97 Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russia opoluyanova@list.ru

Nadezhda Vasilyevna Rodygina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 97 Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russia rodygina1962@mail.ru

УДК 613.292:582.26

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-145-151

А.А. Варивода¹,
Н.В. Кенийз¹,
М.Б. Ребезов^{2, 3} ✉

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

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

³ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ rebezov@ya.ru

Поступила в редакцию:
28.02.2023

Одобрена после рецензирования:
15.03.2023

Принята к публикации:
30.03.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-145-151

Albina A. Varivoda¹,
Nadezhda V. Keniyz¹,
Maksim B. Rebezov^{2, 3} ✉

¹ Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

² V.M. Gorbato Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

³ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

✉ rebezov@ya.ru

Received by the editorial office:
28.02.2023

Accepted in revised:
15.03.2023

Accepted for publication:
30.03.2023

Разработка научно обоснованных подходов к проектированию пищевых продуктов направленного действия для геродиетического питания

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Создание моделей и нормативной документации на четыре группы консервов, технологических схем производства и контроля позволит создать на предприятиях России производство консервированной продукции геродиетического назначения. Четыре вида консервов выработаны в производственных условиях. Создание операторных моделей подсистем технологических потоков производства продукции представляет собой одну из наиболее значимых технологических задач, позволяет унифицировать существующие технологии и реально повышать производительность труда и качество продукции.

Объекты и методы исследований. Яблоки, алыча, свекла, овес, арбузы, орехи грецкие в молочно-восковой степени спелости, молочная сыворотка пастеризованная, консервы: напитки, кремы, кисели, десерты. В качестве основных показателей, характеризующих качество и ценность новых видов геропродуктов, выбраны стандартные физико-химические и органолептические, а также показатели, характеризующие пищевую ценность, и микробиологические показатели.

Выводы. Применены системный анализ и системный синтез технологических потоков производства функциональных продуктов питания нового поколения и отработаны на имитационной модели поэлементные структуры потоков. Полученная информация систематизирована в соответствии со схемой функциональной структуры поиска технического решения и применена для создания операторных моделей. Разработаны модели четырех групп консервов (напитки, кисели, кремы, десерты) геродиетического назначения, технологический поток отработан в производственных условиях.

Ключевые слова: геродиетические консервы, ассортимент, рецептура, сырье, операторная модель, нормативная документация, безопасность продукции

Для цитирования: Варивода А.А., Кенийз 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>

© Варивода А.А., Кенийз Н.В., Ребезов М.Б.

Development of evidence-based approaches to the design of targeted food products for gerodietary nutrition

ABSTRACT

Relevance. Creation of models and normative documentation for four groups of canned food, technological schemes of production and control will allow creating the production of canned products for gero-dietic purposes at Russian enterprises. Four types of canned food are produced under production conditions. The creation of operator models of subsystems of technological flows of production is one of the most significant technological tasks and allows you to unify existing technologies and really increase labor productivity and product quality.

Objects and methods of research. Apples, cherry plums, beets, oats, watermelons, walnuts in a milky-wax degree of ripeness, pasteurized whey, canned drinks, creams, kissels, desserts. As the main indicators characterizing the quality and value of new types of geroproducts, standard physicochemical and organoleptic indicators, as well as indicators characterizing the nutritional value and microbiological indicators, were chosen.

Conclusions. System analysis and system synthesis of technological flows for the production of functional food products of a new generation were applied and element-wise flow structures were worked out on a simulation model. The information obtained is systematized in accordance with the scheme of the functional structure of the search for a technical solution and applied to create operator models. Models of four groups of canned food (drinks, kissels, creams, desserts) for gero-dietic purposes have been developed, the technological flow has been worked out in production conditions.

Key words: gerodietetic canned food, assortment, recipes, raw materials, operator model, regulatory documentation, product safety

For citation: Varivoda A.A., Keniyz N.V., Rebezov M.B. Development of evidence-based approaches to the design of targeted food products for gero-dietary nutrition. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 145–151. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-145-151> (In Russian).

© Varivoda A.A., Keniyz N.V., Rebezov M.B.

Введение / Introduction

В XX веке в развитых странах мира продолжительность жизни человека увеличилась в среднем на 30 лет. В Европе продолжительность жизни в 1890 г. — 38,7 года, в 1970-м — 70 лет. В России за 1917–1970 гг. средняя продолжительность увеличилась с 32 лет до 71 года, но в последние 10–12 лет продолжительность жизни снизилась в среднем на три-четыре года и продолжается начатая тенденция снижения.

По данным переписи 2010 и 2020 гг., пожилых людей (60–74 лет) и старческого возраста (75 лет и старше) количественно от общей численности — 25–30%. В связи с этим возросла потребность в знаниях основ старения и расширения в целом основ геронтологии, а также гериатрической помощи по ряду факторов, в том числе питания геродиетического назначения, что поможет пожилым людям продолжить активную трудовую деятельность после оформления пенсии. Кроме того, в России в последние годы в период экономического спада приобрели особую остроту проблемы детского и диетического питания в целом, в результате чего страдают дети, пожилые и престарелые люди как наименее защищенные слои населения. С 2010 по 2020 г. средняя продолжительность жизни снизилась с 72 до 57 лет (у мужчин). Ухудшилось состояние здоровья людей [1–3].

Ученые и медики считают, что это обусловлено в первую очередь как количественным, так и качественным состоянием питания населения. И это правильно. Доказано, что продолжительность жизни людей на 25–30% зависит от генов (наследственности) и на 75–65% — от внешних факторов, в числе которых основным является питание.

Здоровье и счастье людей связывают с установлением равновесия и внутри организма, и в отношении с внешней средой в значительной степени через питание. Поэтому проблемы питания и здоровья занимают центральное место в жизни человечества. Еще Гиппократ учил: «Пусть пища будет вашим главным лекарством». Питание — чрезвычайно важная составляющая любого образа жизни.

Макробиотическое питание полностью соответствует диетическим рекомендациям медицинских и научных экспертов, рекомендует существенно сократить

потребление насыщенных жиров, холестерина, простых сахаров и рафинированных продуктов, больше есть злаков и овощей. При этом макробиотическое питание не является полным вегетарианством, чем-то обязательным и жестким, это необычайное разнообразие и богатство вкусовых ощущений, вкусное, красивое, приносящее удовольствие [4–6].

Накоплены положительный опыт, традиции, схема макробиотического питания — естественного, органического. Семена-макробиотики должны быть использованы и освоены во всех странах мира, в том числе в России, в первую очередь для традиционного народного питания общего и целевого назначения и его производства для людей любого возраста.

В нашей стране начали придавать важное значение натуральным продуктам — здоровому питанию [7, 8], их выращиванию, хранению, переработке. Здоровое питание обеспечивает нормальный рост и развитие детей, поддержание здорового образа жизни взрослого и пожилого населения, способствует профилактике заболеваний [9].

Многочисленными исследованиями отмечено, что необходимо увеличить объем и повысить качество промышленно выпускаемых продуктов для искусственного вскармливания, прикорма и питания детей раннего возраста. Также необходимо наладить промышленное производство продуктов в широком ассортименте для геронаселения, так как фактически отечественное производство необходимых консервированных продуктов в целом претерпевает заметный спад [10–12].

Цель данной работы — разработать технологические основы, модели, схемы производства консервированных продуктов питания геродиетического назначения.

Работа выполнялась поэтапно, решая следующие задачи (рис. 1)

Материал и методы исследования / Materials and method

Объектом исследования являлись яблоки (сырье, пюре свежеприготовленное или консервированное, сок восстановленный и натуральный), алыча (сырье, пюре свежеприготовленное и консервированное, сок концентрированный), свекла (пюре, сок концентрированный), овес (крупа, «Геркулес», пюре свежеприготовленное), арбузы (сок с мякотью, пюре свежеприготовленное), орехи грецкие в молочно-восковой степени спелости (дробленая масса, пюре, водная вытяжка, экстракт), молочная сыворотка пастеризованная, консервы — напитки, кремы, кисели, десерты.

Орехи в молочно-восковой степени спелости, лист ореха содержат биологическое вещество юглон (5-окси-1,4 нафтохинон), обладающее лечебными свойствами в пределах до 5 мг/дм³, в больших дозах ядовит. Поэтому наличие юглона в продуктах, содержащих зеленые грецкие орехи, регламентируется и контролируется качественным и количественным методами [4].

В качестве основных показателей, характеризующих качество и ценность новых видов геропродук-

Рис. 1. Этапы и задачи исследований

Fig. 1. Stages and tasks of research



тов, выбраны стандартные физико-химические (сухие вещества, pH, титруемые кислоты, минеральные примеси) и органолептические (вкус, цвет, запах, консистенция, внешний вид), микробиологические показатели, характеризующие промышленную стерильность (бактериологическую надежность) в соответствии с нормативными требованиями:

Отбор проб — по ГОСТ 26313¹, подготовка проб для определения органолептических и физико-химических показателей — по ГОСТ 26671².

Определение органолептических показателей — по ГОСТ 8756.1³.

Определение физико-химических показателей — по ГОСТ 26671⁴, pH — по ГОСТ 26188⁵, массовой доли растворимых сухих веществ — по ГОСТ 28562⁶, ГОСТ Р 51433⁷, титруемой кислотности — методом потенциометрического титрования по ГОСТ 34127⁸, сахара — по ГОСТ 8756.13⁹, крахмала — по ГОСТ Р 54347¹⁰.

Микробиологические методы стандартные, в соответствии с требованиями. Отбор проб для микробиологических анализов — по ГОСТ 31904¹¹, подготовка проб — по ГОСТ 26669¹², культивирование микроорганизмов — по ГОСТ 26670¹³. Определение промышленной стерильности — по ГОСТ 30425¹⁴.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Разработана и утверждена нормативная и технологическая документация на четыре группы консервов: напитки, кисели, кремы, десерты геродиетического назначения. Группы являются натуральными продуктами, не включают никаких химических добавок, низкокалорийны.

Новые виды консервов являются в основном третьими блюдами-десертами в трапезе геродиетиков. По всем показателям, возможно будут полезны всем группам населения — начиная с детей 2–3-летнего возраста до геровозраста (пожилым, старческой группе, равно как и группе долгожителей), при проведении дополнительных научных исследований.

Разработана рецептура четырех групп консервов, характеристика каждой представлена в таблице 1.

При подборе моделей консервов учитывали кислотность компонентов с целью смягчения по возможности режимов стерилизации.

На основе выполненных экспериментальных работ, физико-химических, органолептических, микробиологических исследований выявлены лучшие предельно оптимальные соотношения компонентов в рецепту-

рах-моделях, которые включены в нормативную документацию по их производству.

Одним из важнейших показателей качества новых видов консервов является общая и активная кислотность, влияющая на сохранность пищевых достоинств и микробиологическую доброкачественность в процессе производства и последующего хранения консервов, на выбор режима стерилизации. Поэтому показатель активной кислотности для большинства консервов планировался на уровне 4,0–4,2. Это дает возможность стерилизовать консервы при температуре 100 °C.

В таблице 2 представлены физико-химические показатели консервов. Новые виды отличаются сравнительно низкой калорийностью, что удовлетворяет требованиям геропитания.

Разработаны и представлены технологические схемы производства консервов для героконтингента, представлен пример производства геродиетических напитков (рис. 2).

Для всех групп консервов в м/б № 9 и с/б 1-58-250 разработаны режимы стерилизации для автоклава методом стерилизации в водной среде. Режимы подбирались с учетом pH среды консервов и требуемой летальности. Фактическая летальность рассчитывалась на основе экспериментальных данных степени прогреваемости в производственных условиях в соответствии с требованиями.

Характеристика консервов по кислотности и нормативные требования, взятые за основу при разработке режимов стерилизации, представлены в таблице 3, режимы стерилизации — в таблице 4.

Разработанные режимы стерилизации проверены на четырех видах консервов в производственных условиях. Выработанные партии отвечают требованиям промышленной стерильности. Данные режимы включены в нормативную документацию по производству четырех групп консервов геродиетического назначения.

В процессе моделирования героконсервов параллельно изучались микробиологические характеристики процессов производства и установления нормативов показателей санитарно-гигиенического контроля консервов (результаты вошли в НД).

Особое внимание уделяли изучению микробиальной контаминации продуктов на смешивании, фасовании, после стерилизации, после годичного хранения консервов в традиционных условиях нерегулируемой среды. В таблице 5 представлены результаты баканализов консервов после годичного хранения.

¹ ГОСТ 26313-2014 Продукты переработки фруктов и овощей. Правила приемки и методы отбора проб.

² ГОСТ 26671-2014 Продукты переработки фруктов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Подготовка проб для лабораторных анализов.

³ ГОСТ 8756.1-2017 Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема.

⁴ ГОСТ 26671-2014 Продукты переработки фруктов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Подготовка проб для лабораторных анализов.

⁵ ГОСТ 26188-2016 Продукты переработки фруктов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Метод определения pH.

⁶ ГОСТ 28562-90 Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ.

⁷ ГОСТ Р 51433-99 Соки фруктовые и овощные. Метод определения содержания растворимых сухих веществ рефрактометром.

⁸ ГОСТ 34127-2017 Продукция соковая. Определение титруемой кислотности методом потенциометрического титрования.

⁹ ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров.

¹⁰ ГОСТ Р 54347-2011 Продукты переработки фруктов и овощей. Качественный метод выявления присутствия крахмала в томатопродуктах.

¹¹ ГОСТ 31904-2012 Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний.

¹² ГОСТ 26669-85 Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов.

¹³ ГОСТ 26670-91 Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов.

¹⁴ ГОСТ 30425-97 Консервы. Метод определения промышленной стерильности.

Таблица 1. Краткая характеристика разработанной консервированной продукции

Table 1. Brief description of the developed canned products

Наименование	Краткая характеристика
1. Напитки овсяно-плодово-овощные геродиетического назначения	В состав данной группы входят четыре наименования напитков. Во все виды напитков входит овсяная крупа в виде отвара. Отличаются качественно и количественно видом плодового, овощного или молочного сырья — компонента рецептуры. Напитки имеют достаточно хорошие пищевкусные свойства и биологическую ценность, льющуюся консистенцию, низкую калорийность (21–31 ккал). Контролируемые показатели в зависимости от вида колеблются в пределах: растворимые вещества — 9–13%, pH — не более 4,4, кислотность в пересчете на яблочную — 0,12–0,60%, пищевые волокна — 0,39%
2. Кисели овсяные геродиетического назначения	Данная группа включает 15 наименований киселей, отличающихся видом плодового, овощного либо молочного компонента. Но все кисели содержат овсяную крупу в виде отвара или муки. Плодовой частью составляющей рецептуры является пюре из одного вида семечковых либо косточковых видов плодов или с включением (при необходимости повышения кислотности продукта) алычового пюре или концентрата алычового сока. Сахар добавляется в исключительном случае. В основном используется для обеспечения приятного вкуса сахар самих плодов (овощей) (высокосахаросодержащих), включенных в рецептуру. Консистенция киселей, как и полагается, киселеобразная, льющаяся, нежная, стабильная, хорошо воспринимаемая потребителем, пищевые волокна — в пределах 0,60–0,64%. Кисели геродиетического назначения являются желанной продукцией и ценятся тем, что консервы сохраняют свои лечебно-профилактические свойства в течение двух-трех лет. Это особенно удобно для домов-центров геронтологии, где в стационаре проживают ветераны. Основные контролируемые физико-химические показатели готовой продукции и их нормативы зависят от вида плодовой, плодовоовощной, тыквенной, молочной основы и колеблются, соответственно, в пределах: растворимые сухие вещества — 14,6–17,5%, 10,1–15,6%, 11,0–16,5%; pH — 3,84, 4,50, 4,10, 5,20, калорийность киселей — в пределах 53,2–70,8 ккал допустимый срок хранения консервов — 2 года
3. Десерты «На здоровье» геродиетического назначения	Данная группа консервов включает 10 наименований десертов: орехово-плодовые и арбузно-тыквенные, состав которых раскрывается наименованием продуктов. Контролируемые физико-химические показатели и их нормативы зависят от вида консервов и колеблются в пределах: растворимые вещества — 15–35%, pH — 3,5–3,9, калорийность десертов — 42,8–119,0 ккал, пищевые волокна — 0,90–0,91%. Консервы вполне подходят для геропитания благодаря уникальности компонентов, входящих в рецептуры
4. Кремы натуральные геродиетического назначения	Данная группа включает четыре наименования кремов, отличающихся видом плодового, овощного или молочного сырья. Все кремы включают овсяную муку. Кремы отличаются от киселей в основном кремообразной нежной консистенцией, стабильно устойчивой при хранении. Консервы имеют хорошие пищевкусные свойства, высокую биологическую ценность, вполне отвечают требованиям геропитания — как для детского, так и для диетического питания. Основные контролируемые физико-химические показатели готовой продукции и их нормативы зависят от вида кремов, колеблются в пределах: растворимые сухие вещества — 12–22%; pH — не более 4,40, кислотность в пересчете на яблочную кислоту — 0,10–0,5%, калорийность кремов — 39–61 ккал, пищевые волокна — 0,89–1,03%, допустимый срок хранения консервов — 2 года

Таблица 2. Физико-химические показатели новых видов консервов, % на сырую массу

Table 2. Physical and chemical parameters of new types of canned food, % of fresh weight

Наименование образцов	Массовая доля сухих веществ		Кислотность на массовую долю яблочной кислоты	pH	Сахара		Крахмал
	высушиванием	по рефрактометру			общие	редуцирующие	
Напиток овсяно-облепиховый	13,87	11,80	0,46	3,15	8,90	8,13	0,67
Напиток овсяно-тыквенный	10,93	9,20	0,12	4,40	7,66	5,73	1,33
Напиток овсяно-плодовый (с отваром)	14,63	11,30	0,61	3,30	11,5	8,40	2,72
Кисель овсяно-тыквенный (с мукой)	13,88	10,10	0,08	5,16	5,96	2,88	2,98
Кисель овсяно-тыквенный	20,86	15,6	0,13	4,95	8,2	3,93	3,71
Кисель овсяно-плодосвекольный	22,69	17,50	0,50	4,50	9,50	4,08	4,27
Кисель молочно-овсяный	22,65	16,5	0,56	4,95	12,72	4,35	5,35
Десерт арбузно-овсяный	18,86	16,60	0,75	4,10	10,52	5,26	-
Десерт арбузно-овсяный	12,98	9,30	0,41	4,35	7,7	4,01	3,26
Десерт арбузно-яблочный	14,87	14,00	0,83	3,85	10,98	9,00	-
Десерт орехово-яблочный	36,17	35,40	2,34	3,25	29,76	21,04	-
Крем тыквенно-овсяный	-	-	-	-	-	-	-
Крем молочно-овсяный	-	-	-	-	-	-	-
Крем арбузно-овсяный	-	-	-	-	-	-	-

Рис. 2. Технологические схемы производства консервов для героконтингента

Fig. 2. Technological schemes for the production of canned food for the gerocontingent

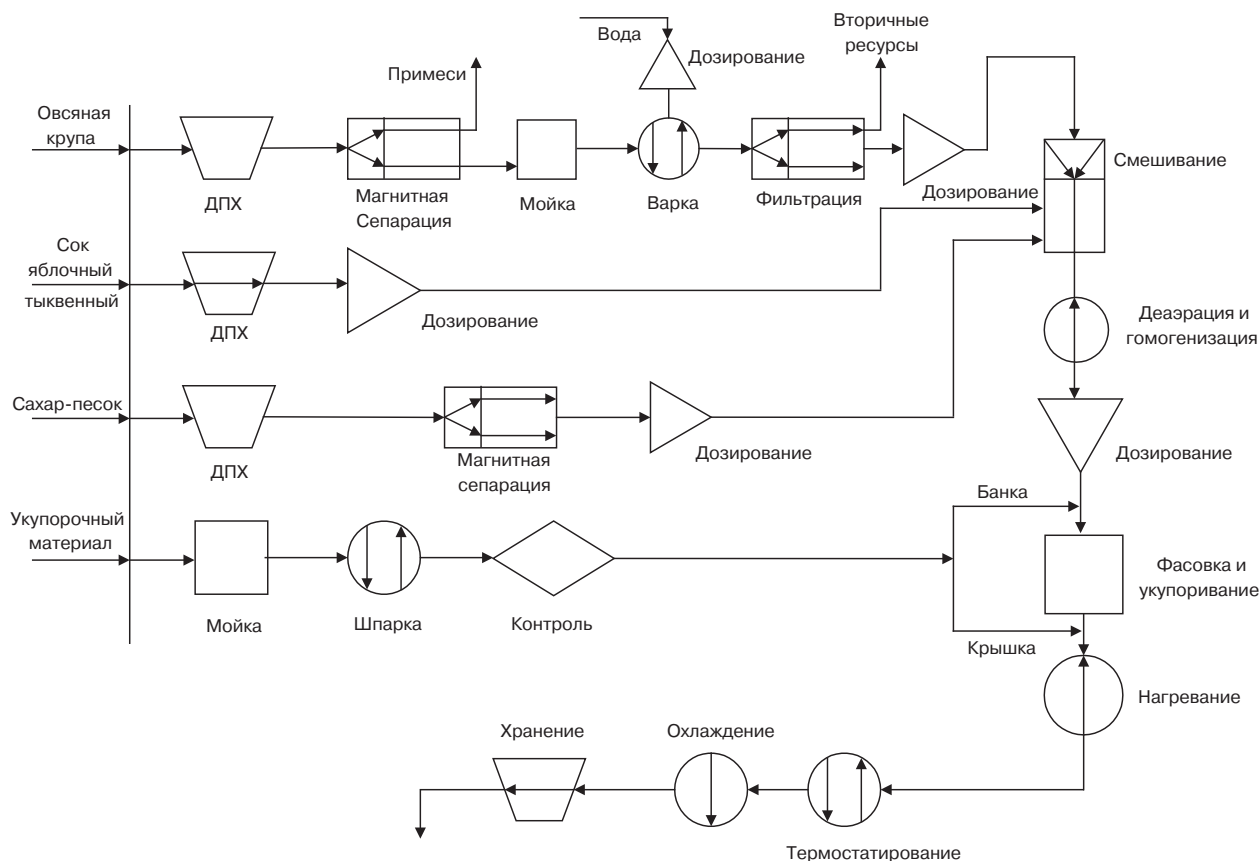


Таблица 3. Активная кислотность и нормативные требования к режимам стерилизации

Table 3. Active acidity and regulatory requirements for sterilization regimes

Наименование консервов	pH продукта	Тест-микроорганизм	Требуемая летальность, усл. мин.		Фактическая летальность, усл. мин.
			Z = 10 °C F _T = 121,1 °C	Z = 15 °C A _T = 80 °C	
Крем арбузно-овсяный	5,00	<i>Cl. botulinum</i>	1,6–2,0	-	3,20
Крем тыквенный	5,30	То же	2,12–2,65	-	3,15
Крем молочно-овсяный	4,40	То же	1,76–2,20	-	2,90
Кисель овсяно-тыквенный	4,90	То же	1,96–2,41	-	3,52
Напиток овсяно-тыквенный	4,10	НД по производству консервов для детского питания	-	200,0	более 200,0
Напиток овсяно-плодовый	3,3-	<i>Bys. nivea</i>	-	200,0	более 200,0
Кисель овсяно-плодосекольный	3,80	То же	-	200,0	211,89
Десерт арбузно-яблочный	4,35	НД по производству консервов для детского питания	-	200,0	212,15
Десерт яблочно-ореховый	3,80	<i>Bys. nivea</i>	-	200,0	209,38
Крем овсяно-плодосекольный	3,80	<i>Bys. nivea</i>	-	200,00	212,70

Таблица 4. Режимы стерилизации

Table 4. Sterilization modes

Наименование консервов	Вид тары	Режим стерилизации
Крем арбузно-овсяный Крем тыквенно-овсяный	1-58-250 м/б № 9	$\frac{20-35-25}{120\text{ °C}}$ 2,2 атм
Крем молочно-овсяный Кисель овсяно-тыквенный	1-58-250 м/б № 9	$\frac{20-35-25}{120\text{ °C}}$ 2,2 атм
Десерт арбузно-яблочный Десерт яблочно-ореховый	1-58-250 м/б № 9	$\frac{20-35-25}{120\text{ °C}}$ 2,2 атм
Кисель овсяно-плодосекольный	1-58-250 м/б № 9	$\frac{20-35-25}{120\text{ °C}}$ 2,2 атм
Крем овсяно-плодосекольный	1-58-250 м/б № 9	$\frac{20-35-25}{120\text{ °C}}$ 2,2 атм
Напиток овсяно-тыквенный Напиток овсяно-плодовый	1-58-250 м/б № 9	$\frac{20-35-25}{120\text{ °C}}$ 2,2 атм

Таблица 5. Микробиологическая характеристика

Table 5. Microbiological characteristics

Наименование консервов	Рост на средах				pH
	МПБ	Китт-Тароцци, 37 °С	Китт-Тароцци, 55 °С	Сусло	
Крем арбузно-овсяный, образцы с 1 по 48 ед.	роста нет	роста нет	роста нет	роста нет	5,0–5,2
Крем тыквенно-овсяный с добавлением алычи, образцы с 1 по 48 ед.	то же	то же	то же	то же	5,25–5,27
Крем молочно-овсяный, образцы с 1 по 48 ед., кроме 27, 40	то же +	то же +	то же	то же	4,58–4,60
Десерт арбузно-яблочный с алычой, образцы с 1 по 48 ед.	роста нет	роста нет	роста нет	роста нет	4,57–4,48
Примечание: (+) — рост в виде пленки. При идентификации выявлены микроорганизмы типа <i>B. subtilis</i> .					

Полученные результаты позволяют сделать вывод о надежности режимов стерилизации, включенных в нормативную документацию.

Выводы / Conclusion

В работе были использованы стандартные и общепринятые методы исследования, учтены требования отраслевой нормативной документации.

Предметом исследований служили натуральное полибиологически ценное сырье, вошедшее в число наиболее важных диетических продуктов питания, и нетрадиционное биологически ценное сырье, консервы на их основе.

Все разработанные виды продукции достаточно низкокалорийны, богаты пищевыми волокнами, апробированы.

Изучены пищевая ценность, микробиологическая доброкачественность 10 видов консервов после годового хранения в традиционных условиях нерегулируемой среды.

Содержание крахмала в консервах уменьшилось вследствие гидролитических процессов.

Консервы промышленно стерильны, что подтверждает бактериологическую надежность выбранных режимов стерилизации. Рекомендуемый срок хранения консервов — 2 года.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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

- Еременко В.Н., Лыткин А.В., Мишагина И.В., Синько О.В., Тюпенкова Г.Е., Лучинина И.Г. Физиология пищеварения и основы рационального питания. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2019; 81(4):159–165. DOI: 10.20914/2310-1202-2019-4-159-165
- Varivoda A.A., Kenijz N.V., Zaitseva T.N., Kulikov D.A., Ginzburg N.A. Analysis and features of methods for low-calorie dessert sauce production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 012157 DOI:10.1088/1755-1315/613/1/012157
- Чеховская И.А., Коблова С.А. Основные тенденции развития рынка соковой продукции в России. *Научно-практические исследования*. 2020; 5-2(28):123–128. EDN: DPEDXN
- Кочеткова А.А., Тужилкин В.И. Функциональные пищевые продукты: некоторые технологические подробности в общем вопросе. *Пищевая промышленность*. 2003; 5:8–13.
- Мезенова О. Я. Современная пищевая биотехнология: основные проблемы и вызовы. *Вестник Международной академии холода*. 2023; 1:35–46. DOI: 10.17586/1606-4313-2023-22-1-35-46
- Романов П.С., Романова И.П. Здоровое питание в современном мире: подмена понятий и новейшие технологии. *Энергия: экономика, техника, экология*. 2022; 3: 2-9. DOI: 10.7868/S0233361922030016
- Кочеткова А.А., Воробьева В.М., Смирнова Е.А., Воробьева Е.С. Научное обоснование составов и свойств функциональных напитков. *Пиво и напитки*. 2011; 6: 18-21. EDN: ONHASR
- Кухаренко А.А., Богатырев А.Н., Короткий В.М., Дадасhev М.Н. Научные принципы обогащения пищевых продуктов микронутриентами. *Пищевая промышленность*. 2008; 5: 62-66.

REFERENCES

- Eremenko V.N., Lytkin A.V., Mishagina I.V., Sinko O.V., Tyupenkova G.E., Luchinina I.G. Physiology of digestion and the basis of rational nutrition. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2019; 81(4): 159–165. DOI: 10.20914/2310-1202-2019-4-159-165 (In Russian).
- Varivoda A.A., Kenijz N.V., Zaitseva T.N., Kulikov D.A., Ginzburg N.A. Analysis and features of methods for low-calorie dessert sauce production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 012157 DOI:10.1088/1755-1315/613/1/012157
- Chekhovskaya I.A., Koblova S.A. The main trends in the development of the juice products market in Russia. *Scientific and practical research*. 2020; 5-2(28):123–128. EDN: DPEDXN (In Russian).
- Kochetkova A.A., Tuzhilkin V.I. Functional food products: some technological details in a general issue. *Food industry*. 2003; 5:8–13. (In Russian)
- Mezenova O. Ya. Modern food biotechnology: main problems and challenges. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2023; 1:35–46. DOI: 10.17586/1606-4313-2023-22-1-35-46 (In Russian).
- Romanov P.S., Romanova I.P. Healthy nutrition in the modern world: the substitution of concepts and the latest technologies. *Energy: economics, technology, ecology*. 2022; 3:2-9. DOI: 10.7868/S0233361922030016 (In Russian).
- Kochetkova A.A., Vorobieva V.M., Smirnova E.A., Vorobieva E.S. Scientific substantiation of the compositions and properties of functional drinks. *Beer and drinks*. 2011; 6: 18-21 EDN: ONHASR (In Russian).
- Kukharensko A.A., Bogatyrev A.N., Korotkiy V.M., Dadashev M.N. Scientific principles of food fortification with micronutrients. *Food industry*. 2008; 5: 62-66 (In Russian).

9. Шелепина Н.В. Анализ факторов, формирующих качество функциональных пищевых продуктов, производимых в РФ. *Современная наука и инновации*. 2020; 3(31): 59-70. DOI: 10.37493/2307-910X.2020.3.8

10. Давидович Е.А. Модификация ингредиентного состава пищевых продуктов для снижения гликемического индекса (на примере джемов и овощных соков). *Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал*. 2010; 3:837. EDN: MTWFFH

11. Ким Ю.Г., Орымбетова Г.Э. Разработка технологии производства фруктово-овощных напитков (яблоко, морковь, тыква). *Научные труды ЮКГУ им. М. Ауэзова*. 2018; 4(48): 117-121. EDN: OSYTV

12. Smolnikova F. et al. Developing milk-fruit drinks for school nutrition. *Journal of Natural Remedies*. 2021; 21(9-1):72-77. EDN: FWCSHS

9. Shelepina N.V. Analysis of the factors that form the quality of functional food products produced in the Russian Federation. *Modern science and innovations*. 2020; 3(31): 59-70. DOI: 10.37493/2307-910X.2020.3.8 (In Russian).

10. Davidovich E.A. Modification of the ingredient composition of food products to reduce the glycemic index (on the example of jams and vegetable juices). *Ecological safety in the agro-industrial complex. Abstract journal*. 2010; 3: 837 (In Russian).

11. Kim Yu.G., Orymbetova G.E. Development of technology for the production of fruit and vegetable drinks (apple, carrot, pumpkin). *Transactions of M. Auezov SKSU*. 2018; 4(48): 117-121. EDN: OSYTV (In Russian).

12. Smolnikova F. et al. Developing milk-fruit drinks for school nutrition. *Journal of Natural Remedies*. 2021; 21(9-1):72-77. EDN: FWCSHS

ОБ АВТОРАХ:

Альбина Алексеевна Варивода,

кандидат технических наук, доцент, Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, ул. Калинина, 13, Краснодар, 350044, Россия
albin2222@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-5931-2119>

Надежда Викторовна Кенийз,

кандидат технических наук, доцент, Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, ул. Калинина, 13, Краснодар, 350044, Россия
keniz@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5003-9339>

Максим Борисович Ребезов,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор:
– Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, ул. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия;
– Уральский государственный аграрный университет, ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

ABOUT THE AUTHORS:

Albina Alekseevna Varivoda,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 13 Kalinin str., Krasnodar, 350044, Russia
albin2222@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-5931-2119>

Nadezhda Viktorovna Keniyz,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 13 Kalinin str., Krasnodar, 350044, Russia
keniz@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5003-9339>

Maksim Borisovich Rebezov,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor:
– V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, 26 Talalikhin, str., Moscow, 109316, Russia;
– Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht str., Yekaterinburg, 620075, Russia
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

УДК 338.43.02

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-152-156

С.К. Сеитов

Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

✉ seitovsanat5@gmail.com

Поступила в редакцию:
17.09.2022Одобрена после рецензирования:
15.02.2023Принята к публикации:
15.03.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-152-156

Sanat K. Seitov

Lomonosov Moscow State University, Moscow,
Russia

✉ seitovsanat5@gmail.com

Received by the editorial office:
17.09.2022Accepted in revised:
15.02.2023Accepted for publication:
15.03.2023

Эффективность субсидирования сельского хозяйства в Казахстане

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Эффективность бюджетных расходов можно рассматривать исходя из степени достижения общественно значимого запланированного результата. Встает вопрос, какой результат следует признать целевым. Эффективность субсидирования воплощается в эффективности деятельности производителей в сельском хозяйстве. В свою очередь, эффективность деятельности производителей выражается через производительность факторов. Вопрос соотношения объемов субсидирования с динамикой производительности факторов нуждается в более детальной проработке, что и предопределяет актуальность работы. Объект исследования — система субсидирования сельского хозяйства. Предмет исследования — экономическая эффективность субсидирования сельского хозяйства в Казахстане.

Методы. Применяется экономико-статистический анализ для изучения временных рядов по показателям экономической эффективности субсидирования в Казахстане. Используется компаративный анализ для сравнения экономической эффективности субсидирования сельского хозяйства в Казахстане и России. Системный анализ служит для определения факторов, влияющих на динамику основных показателей развития сельского хозяйства в Казахстане и России.

Результаты. С целью оценки экономической эффективности субсидирования сельского хозяйства предложено соотносить субсидии с динамикой выпуска, производительности отдельных факторов. Выявлено, что за счет субсидирования не создаются условия, при которых многие сельскохозяйственные производители осознанно переходили бы к инновационным и экологически безопасным технологиям.

Ключевые слова: аграрная политика, бюджетные расходы, сельскохозяйственная продукция, производительность труда, производительность капитала

Для цитирования: Сеитов С.К. Эффективность субсидирования сельского хозяйства в Казахстане. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 152–156. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-152-156>

© Сеитов С.К.

Efficiency of agricultural subsidies in Kazakhstan

ABSTRACT

Relevance. The efficiency of budget expenditures can be considered on the basis of achievement of a socially significant planned result. We have a question which result should be recognized as the target one. The efficiency of subsidies is embodied in the efficiency of the activity of producers in agriculture. In turn, the efficiency of producers' activity is expressed through factor productivity. The issue of correlation of subsidies with the dynamics of factor productivity needs more detailed elaboration, which determines the relevance of the work. The object of the research is the agricultural subsidy system. The subject of the research is the economic efficiency of agricultural subsidies in Kazakhstan.

Methods. The author applies economic and statistical analysis to study the time series on the economic efficiency of subsidies in Kazakhstan. The survey uses comparative analysis to compare the economic efficiency of subsidizing agriculture in Kazakhstan and Russia. System analysis serves to determine the factors influencing the dynamics of the main indicators of agricultural development in Kazakhstan and Russia.

Results. In order to assess the economic efficiency of agricultural subsidies, the study proposes to correlate subsidies with the dynamics of output, productivity of individual factors. The work reveals that subsidies do not create the conditions under which many agricultural producers would consciously move to innovative and environmentally friendly technologies.

Key words: agricultural policy, budget expenditures, agricultural production, labor productivity, capital productivity

For citation: Seitov S.K. Efficiency of agricultural subsidies in Kazakhstan. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 152–156. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-152-156> (In Russian).

© Seitov S.K.

Введение / Introduction

Важность развития сельского хозяйства, членство Казахстана в ЕАЭС, ВТО, технологическая модернизация предопределяют необходимость всестороннего качественного и количественного анализа действующей системы субсидирования этой отрасли. Субсидирование сельского хозяйства — это мера прямой финансовой государственной поддержки, реализуемая в виде софинансируемых и безвозмездных выплат из бюджета в адрес сельскохозяйственных производителей (на цели развития сельского хозяйства). Несмотря на выполнение бюджетных программ, в отрасли не наблюдается существенного роста индикаторов производительности труда [1, 2], капитала, земли, по которым Казахстан продолжает сильно отставать от стран ОЭСР. Причины низкой эффективности субсидий в сельском хозяйстве Казахстана нуждаются в более глубоком анализе.

Субсидирование может иметь следствием снижение финансовой дисциплины их получателей, создавая эффект «мягких бюджетных ограничений» [3, 4]. Неэффективные убыточные хозяйства остаются на плаву, получая субсидии, но при этом не изменяя подхода к управлению и не внедряя новые технологии. Субсидии, не привязанные к производству, в Казахстане не выплачиваются, хотя считается, что они оказывают меньшее влияние на экономические решения производителей, поскольку не требуют у аграриев выполнения каких-либо критериев. Такие субсидии направлены прежде всего на увеличение доходов производителей, не искажая рыночных условий [5]. Они не способствуют применению передовых технологий производителями и скорее характерны для стран, добившихся высокой производительности труда в аграрном секторе.

Теоретико-методологические и прикладные вопросы научного обоснования субсидирования, экономической эффективности бюджетных расходов применительно к сельскому хозяйству широко отражены в экономической литературе как зарубежья, так и Казахстана и России.

Применение подходов ВТО, ОЭСР и ФАО в условиях Казахстана приемлемо, однако их главный недостаток в том, что они не прослеживают связь поддержки (и субсидий, в частности) с важными производственными параметрами сельского хозяйства: производительностью труда, капитала и т. д.

Л. Винничек и А. Ефимов указывают на способ расчета экономической эффективности господдержки как отношение прироста (убыли) валовой продукции к объему поддержки [6], что можно выразить формулой (1):

$$J = \frac{V_t - V_{t-1}}{S} = \frac{\Delta V}{S}, \quad (1)$$

где V_t — стоимостный объем валовой сельскохозяйственной продукции за период t , руб.; V_{t-1} — стоимостный объем валовой сельскохозяйственной продукции за период $(t - 1)$, руб.; S — объем государственной поддержки сельского хозяйства за период t , руб.

Согласно Винничек и Ефимову [6], экономическая эффективность выражается через отношение прироста объема валовой продукции к объему государственной поддержки сельского хозяйства. По нашему мнению, формула (1) не позволяет в точности находить прирост производства продукции, обусловленный именно оказанием государственной поддержки, а не за счет

каких-либо иных факторов. Например, прирост производства овощей может быть вызван не увеличением объемов их субсидирования, а отдачей от внедрения более совершенной сельскохозяйственной техники на фермах, улучшением погодных условий, мерами по профилактике заболеваний овощных культур и другими факторами, вовсе не связанными с ролью государственной поддержки. Здесь налицо проблема вычленения вклада субсидирования в увеличение объемов производства сельскохозяйственной продукции.

Валовой выпуск включает вклад рыболовства, рыбодовства, охоты, лесного хозяйства (в России и Казахстане), но ввиду их низкой доли в валовом выпуске (не более 5–10%) можно переносить наблюдаемые тенденции на само сельское хозяйство [7]. То же можно сказать и о бюджетных расходах на поддержку сельского хозяйства, в составе которых Казначейство России учитывает и рыболовство. Зная его малую долю в структуре бюджетных расходов, можно пренебречь им и оперировать имеющимися данными без корректировок [8].

Г.В. Беспяхотный вывел формулу расчета прироста объема товарной сельскохозяйственной продукции (T), обеспеченного за счет государственной поддержки, где все показатели даются в стоимостном выражении [9]. Н.Н. Ибришев корректирует формулу Г.В. Беспяхотного [9], уменьшая объем продукции сельского хозяйства на величину государственной поддержки¹.

Цель — оценить экономическую эффективность субсидирования сельского хозяйства в Казахстане на основе его производственных и финансовых результатов на единицу субсидий.

Материал и методы исследования / Materials and methods

В работе экономическая эффективность субсидирования оценивается путем сопоставления его объемов с производственными параметрами в отрасли.

Во-первых, наблюдаем, сколько рублей валового выпуска приходится на 1 руб. субсидий:

$$L = \frac{V}{S} \cdot 1 \text{ руб.}, \quad (2)$$

где V — валовой выпуск продукции сельского хозяйства, руб.; S — объем субсидирования сельского хозяйства, руб.

Чем выше показатель, тем выше экономическая эффективность субсидирования. Конкретной градации показателя пока не выработано, и следует опираться на его динамику по годам, чтобы выявить тенденции в изменении эффективности субсидий.

Во-вторых, находим отношение стоимости реализованной продукции R к объему субсидирования S :

$$M = \frac{R}{S} \cdot 1 \text{ руб.}, \quad (3)$$

где R — стоимость реализованной продукции сельского хозяйства, руб.; S — объем субсидирования сельского хозяйства, руб.

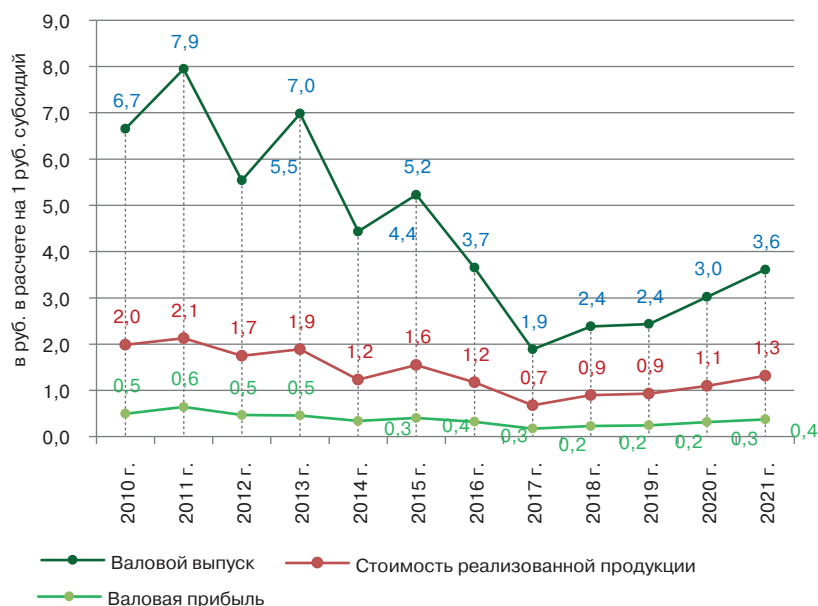
В-третьих, определяем, какой размер валовой прибыли W приходится на 1 руб. субсидирования S :

$$N = \frac{W}{S} \cdot 1 \text{ руб.}, \quad (4)$$

¹ Ибришев Н.Н. Состояние и перспективы государственной поддержки казахстанского АПК – ученый. КазахЗерно.kz. 29 декабря 2016. Режим доступа: <https://kazakh-zerno.net/128079-sostoyanie-i-perspektivy-gosudarstvennoj-podderzhki-kazakhstanskogo-apk-uchenyj/> (дата обращения: 08.09.2022).

Рис. 1. Валовой выпуск, стоимость реализованной продукции и валовая прибыль в расчете на 1 руб. субсидий в сельском хозяйстве Казахстана в 2010–2021 годах, руб.

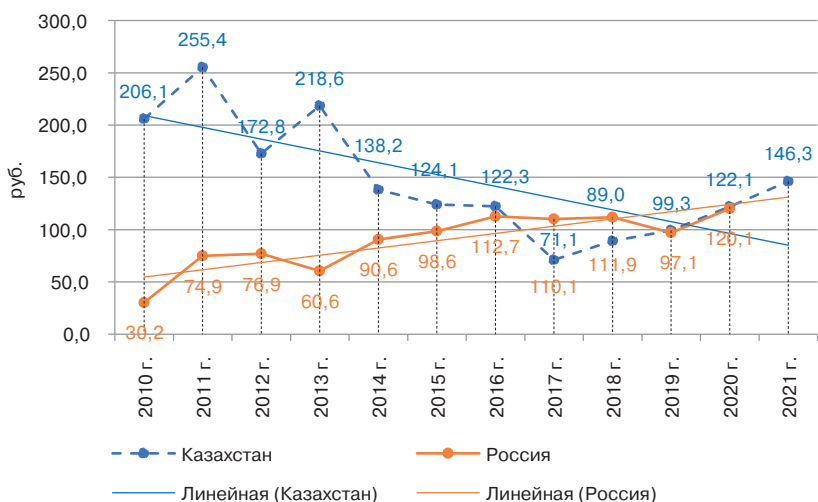
Fig. 1. Gross output, gross cost of merchandise sold and gross profit per 1 ruble of subsidies in agriculture of Kazakhstan in 2010–2021, rubles



Источник: составлено автором на основе пояснительных записок к отчетам Правительства Республики Казахстан об исполнении республиканского бюджета².

Рис. 2. Производительность труда в расчете на 1 млн руб. субсидий в сельском хозяйстве Казахстана и России в 2010–2021 годах, руб.

Fig. 2. Labor productivity per 1 million rubles of subsidies in agriculture of Kazakhstan and Russia in 2010–2021, rubles



Источник: рассчитано автором на основе данных³.

где R — валовая прибыль сельского хозяйства, руб.; S — объем субсидирования сельского хозяйства, руб.

Экономическая эффективность субсидирования также оценивается с позиции производительности труда в сельском хозяйстве, когда последняя соотносится с 1 млн руб. субсидий:

$$E_{Subs} = \frac{Labprod}{Subs} \cdot 10^6 \text{ руб.}, \quad (5)$$

где $Labprod$ — производительность труда в сельском хозяйстве, руб./чел.; $Subs$ — объем субсидирования сельского хозяйства, руб.

Анализируем экономическую эффективность субсидирования по отношению к производительности капитала на примере тракторов ($Capprod$):

$$E_{Subs} = \frac{Capprod}{Subs} \cdot 10^6 \text{ руб.}, \quad (6)$$

На основе вышепредставленных формул покажем оценки экономической эффективности субсидирования в сельском хозяйстве Казахстана. Выбор представленных показателей обусловлен возможностью их несложного подсчета и интерпретации.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

За счет своего роста валовой выпуск, стоимость реализованной продукции и валовая прибыль в расчете на 1 руб. субсидий в сельском хозяйстве Казахстана в 2017–2021 годах имеют тенденцию к повышению, хотя и малозаметную (рис. 1).

Производительность труда в расчете на 1 млн руб. субсидий в Казахстане выше, чем в России (14,7 руб. против 5,5 руб. в 2020 году), в целом показывая низкую отдачу от субсидий (рис. 2).

Россия близка к экономическим показателям Казахстана в связи с разнонаправленной динамикой производительности капитала (тракторов) в расчете на 1 млн руб. субсидий (рис. 3). Почти семикратный

² Режим доступа: http://www.minfin.gov.kz/irj/portal/anonymouse?NavigationTarget=ROLES://portalIncontent/mf/kz.ecc.roles/kz.ecc.anonymouse/kz.ecc.anonymouse/kz.ecc.anonymouse_budgeting/budgeting/reports_fldr/yearly_reports (дата обращения: 06.09.2022).

Примечание: показатель рассчитан автором на основе формулы прироста объема товарной продукции сельского хозяйства.

Примечание: 1) Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (далее — БНС АСПиР РК).

³ Статистика сельского, лесного, охотничьего и рыбного хозяйства. Основные показатели. 1) Валовой выпуск и индекс физического объема. Режим доступа: <https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/7> (дата обращения: 09.09.2022); 2) Статистика труда и занятости. Занятость населения / Основные показатели. Занятое население по основным видам экономической деятельности. — URL: <https://stat.gov.kz/official/industry/25/statistic/7> (дата обращения: 09.09.2022); 3) Росстат. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy 4) Росстат. Регионы России. Социально-экономические показатели. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 10.09.2022).

Примечание: * Производительность труда приведена в ценах 2010 года.

разрыв в 2010 году сменился практически полным выравниванием уровня данного показателя в 2020 году.

При подаче заявок на субсидии товаропроизводители обязаны указывать количественные показатели своей деятельности за предыдущий год: валовое производство животноводческой продукции; общие площади пастбищ и численность поголовья животных. Акцент на валовых показателях вместо удельных сигнализирует о поощрении государством экстенсивного характера производства. Только информация о производительности труда, заполняемая в статистическом отчете перед подачей заявки, удовлетворяет предлагаемым нами критериям. При этом производителями нередко игнорируется необходимость снижения себестоимости продукции, освоения новых технологий. Из-за больших бюджетных затрат на прямые субсидии недофинансируются общие услуги в аграрном секторе. Такого же мнения на примере России придерживаются экономисты [12].

Выводы / Conclusion

Экономическая эффективность субсидирования сельского хозяйства в России и Казахстане хотя и имеет тенденцию роста, но остается недостаточной. По валовой продукции, валовой прибыли, стоимости реализованной продукции на единицу субсидий Казахстан уступает России. Это можно связывать с тем, что он (при примерно соизмеримых масштабах поддержки) по объемам производства несопоставим с российскими. Показатели развития сельского хозяйства (объемы производства, выручка, цены, рентабельность) не показывают существенного вклада субсидий в обеспечение конкурентоспособности и долгосрочного развития

Рис. 3. Производительность капитала (тракторов) в расчете на 1 млн руб. субсидий в сельском хозяйстве Казахстана и России в 2010–2021 годах, руб.

Fig. 3. Capital productivity (tractors) per 1 million rubles of subsidies in agriculture of Kazakhstan and Russia in 2010–2021, rubles



Источник: рассчитано автором на основе данных⁴.

отрасли. В качестве дополнительных критериев для приоритетного получения субсидий можно предложить удельные показатели, достигаемые хозяйством по итогам предыдущего года: урожайность культур с 1 га, надой молока в расчете на одну дойную корову, яйценоскость на одну курицу-несушку, средний настриг шерсти с одной овцы, привес скота на одну голову. Эти дополнительные критерии будут доказывать результативность использования технологий.

По нашему мнению, субсидии должны стимулировать производителей к применению передовых и экологически безопасных способов производства. Такая стратегия поддержки не обделяет вниманием сохранение окружающей среды. Помимо этого, предлагается рассматривать динамику производительности труда, капитала, валового выпуска, стоимости реализованной продукции, валовой прибыли в расчете на 1 руб. субсидий в сельском хозяйстве.

Автор несет ответственность за свою научную работу и представленные данные в научной статье.

The author is responsible for his scientific work and the data presented in the scientific article.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калиев Г.А., Молдашев А.Б. Вопросы продовольственной безопасности Казахстана. *Проблемы агрорынка*. 2021; 4(4): 13–22. <https://doi.org/10.46666/2021-4.2708-9991.01>
2. Заурбекова Т.С. Основные тенденции развития мер государственной поддержки сельского хозяйства в Казахстане в условиях членства в ЕАЭС и ВТО. *Торговая политика*. 2019; 3(19): 115–133. Режим доступа: <https://tpjournal.hse.ru/index.php/tpjournal/article/view/10207> [дата обращения 08.09.2022]
3. Bokusheva R., Čechura L. Evaluating dynamics, sources and drivers of productivity growth at the farm level. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 106. Paris: OECD Publishing. 2017; 64. <https://doi.org/10.1787/18156797>

REFERENCES

1. Kaliyev G., Moldashev A. Food security issues in Kazakhstan. *Problems of AgriMarket*. 2021; 4(4): 13–22. (In Russian) <https://doi.org/10.46666/2021-4.2708-9991.01>
2. Zaurbekova T. Main trends in the development of state support measures on agriculture in Kazakhstan under the conditions of EAEU and WTO. *Trade policy*. 2019; 3(19): 115–133. Available from: <https://tpjournal.hse.ru/index.php/tpjournal/article/view/10207> [accessed 08 September, 2022] (In Russian)
3. Bokusheva R., Čechura L. Evaluating dynamics, sources and drivers of productivity growth at the farm level. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 106. Paris: OECD Publishing. 2017; 64. <https://doi.org/10.1787/18156797>

⁴ 1) БНС АСПИР РК. Статистика сельского, лесного, охотничьего и рыбного хозяйства. Основные показатели. 6) Валовый выпуск и индекс физического объема. Режим доступа: <https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/7> (дата обращения: 07.09.2022); 2) [10, 100–103]; 3) Росстат. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (дата обращения: 08.09.2022); 4) Агропромышленный комплекс России в 2020 году: Статистический сборник. Наличие тракторов (без тракторов, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины) на конец года. М.: ФГБНУ «Росинформагротех»; 5) [11]. Примечание: * Производительность капитала приведена в ценах 2010 года.

4. Светлов Н.М., Янбых Р.Г., Логинова Д.А. О неоднородности эффектов господдержки сельского хозяйства. *Вопросы экономики*. 2019; (4): 59–73. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-4-59-73>
5. Góral J. (ed.) Subsidies versus Economics, Finances and Income of Farms (1). Warsaw: *Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy*. 2015; 140. Режим доступа: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3593217 [дата обращения 08.09.2022]
6. Винничек Л., Ефимов А. Методика оценки механизма государственного регулирования сельского хозяйства. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2015; (6): 37–43. eLIBRARY ID: 25039850
7. Родионова О.А., Борхуннов Н.А., Гришкина С.Н. Сельское хозяйство и другие виды экономической деятельности: новые стереотипы. *АПК: Экономика и управление*. 2016; (4): 16–23. eLIBRARY ID: 25751053
8. Калинин А.М., Самохвалов В.А. Эффективность финансовой поддержки сельского хозяйства: общая оценка и межбюджетный эффект. *Проблемы прогнозирования*. 2020; (5): 142–152. eLIBRARY ID: 44043510
9. Беспакотный Г.В. (ред.) Методика оценки эффективности использования бюджетных средств в сельском хозяйстве. Екатеринбург: *Ур-ГСХА*. 2005; 59.
10. Заманбеков Ш.З. Модернизация технической оснащенности сельского хозяйства Казахстана. *Инновации и инвестиции*. 2014; (1): 100–103. eLIBRARY ID: 26556939
11. Волкова Е.А., Смолянинова Н.О., Синеговский М.О., Малашонков А.А. Анализ состояния машинно-тракторного парка Российской Федерации. *АПК: Экономика, управление*. 2021; (8): 52–60. <https://doi.org/10.33305/218-52>
12. Шик О.В., Серова Е.В., Янбых Р.Г. Исследование системы бюджетной поддержки аграрного сектора в России. *Вопросы государственного и муниципального управления*. 2020; (2): 145–167. eLIBRARY ID: 43011446
4. Svetlov N.M., Yanbykh R.G., Loginova D.A. On the diversity of the effects of the state support for agriculture. *Voprosy Ekonomiki*. 2019; (4): 59–73. (In Russian). <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-4-59-73>
5. Góral J. (ed.) Subsidies versus Economics, Finances and Income of Farms (1). Warsaw: *Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy*. 2015; 140. Available from: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3593217 [accessed 8 September, 2022]
6. Vinnichuk L., Efimov A. Method of evaluation mechanism of state regulation of agriculture. *International Agricultural Journal*. 2015; (6): 37–43. (In Russian). eLIBRARY ID: 25039850
7. Rodionova O., Borkhunov N., Grishkina S. Agriculture and other economic activities: new stereotypes. *AIC: economics, management*. 2016; (4): 16–23 (In Russian). eLIBRARY ID: 25751053
8. Kalinin A.M., Samokhvalov V.A. Effectiveness of Financial Support to Agriculture: General Assessment and Inter-Budget Effect. *Studies on Russian Economic Development*. 2020; 31(5): 565–572. <https://doi.org/10.1134/S1075700720050081>
9. Bepakhotny G.V. (ed.) Methodology of evaluating the effectiveness of budgetary funds in agriculture. Yekaterinburg: *Ural State Agricultural Academy*. 2005; 59. (In Russian).
10. Zamanbekov Sh.Z. Modernization of the technical equipment of agriculture in Kazakhstan. *Innovation & Investment*. 2014; (1): 100–103. (In Russian). eLIBRARY ID: 26556939
11. Volkova E.A., Smoliannnova N.O., Sinegovskii M.O., Malashonok A.A. Analiz of the state of the machine and tractor park of the Russian Federation. *AIC: economics, management*. 2021; (8): 52–60. (In Russian) <https://doi.org/10.33305/218-52>
12. Shik O., Serova E., Yanbykh R. Review of the Budget Support System for the Agricultural Sector in Russia. *Public Administration Issues*. 2020; (2): 145–167. (In Russian) eLIBRARY ID: 43011446

ОБ АВТОРЕ:

Санат Каиргалиевич Сеитов,
аспирант,
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Ленинские горы, д. 1, стр. 46, Москва, 119991, Россия
seitovsanat5@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6505-1712>

ABOUT THE AUTHOR:

Sanat Kairgalievich Seitov,
Postgraduate Student,
Lomonosov Moscow State University,
1 Leninskie Gory, 46 building, Moscow, 119991, Russia
seitovsanat5@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6505-1712>

КормВет ^{экспо} 2023

**МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА КОРМОВ, КОРМОВЫХ ДОБАВОК,
ВЕТЕРИНАРИИ И ОБОРУДОВАНИЯ**

24 - 26 ОКТЯБРЯ

МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО», ПАВИЛЬОН 2

ПРОВОДИТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



**МИНСЕЛЬХОЗ
РОССИИ**



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
КОРМОВОЙ СОЮЗ**



РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР



FEEDVET-EXPO.RU

НАС ВЫБИРАЮТ ПРОФЕССИОНАЛЫ!

**ТЕЛ.: +7 (499) 236-72-20, +7 (499) 236-72-50, 8-800-100-72-50,
E-MAIL: INFO@FEEDVET-EXPO.RU**

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



АЛМАЗ

АЛТАЙСКИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ



Сцепки борон
гидрофицированные

ЗАРЯ

СБГ-16-2, СБГ-18-2, СБГ-22-2, СБГ-26-2

Обрабатывает почву на глубину до 8 см.
Рыхлит, выравнивает поверхностный
слой почвы, с одновременным
распределением пожнивных остатков.

Преимущества сцепок борон гидрофицированных АЛМАЗ



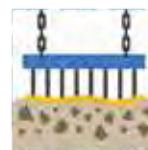
Рама из бруса 200×200×10 мм обеспечивает жесткость конструкции, исключает изгибание и деформацию при нагрузках.



Есть возможность работы на малых скоростях, с меньшей нагрузкой на трактор.



Регулировка тяговых цепей дает одинаковую глубину обработки передними и задними зубьями.



Большое количество точек соприкосновения рабочего органа с землей обеспечивает равномерное дробление комков.



Равномерное заглубление: крылья всегда параллельны благодаря опорно-рычажной системе фиксации крыльев.



Жёсткая конструкция растяжек позволяет двигаться задним ходом в рабочем положении.



Шахматное расположение борон гарантирует обработку почвы без пропусков.



Повышенная износостойкость рабочего конца зуба за счёт термической обработки.

Гарантия 2 года



Приобретайте
технику АЛМАЗ
через Росагролизинг

Используется для:

- закрытия влаги;
- обработки паров;
- уничтожения проростков и всходов сорняков;
- заделки удобрений.



Надежная техника
Надежное партнерство

Алтайские машиностроительные заводы,
656037, Алтайский край, г. Барнаул,
ул. Северо-Западная, 2А
8 (3852) 503-703,
almaztd@almaztd.ru

Горячая линия — бесплатные звонки по РФ

8 800 700 500 8

almaztd.ru