

научно-теоретический и производственный журнал

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN
SCIENCE

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

2
2023



БЕСПЛАТНО
скачать журнал
и подписаться



Господдержка

Минсельхоз РФ расширит
и усовершенствует поддержку
сельхозпроизводителей

14

Зоотехния

Продуктивные показатели
бройлеров при применении
добавки на основе гуминовых
кислот

35

Растениеводство

Урожайность и качество зерна
новых сортов озимой пшеницы

76

КРУЙЗЕР® МАКС

СТАБИЛЬНЫЙ РОСТ СОИ
ДАЖЕ В ХОЛОДНЫХ УСЛОВИЯХ



Технология защиты сои от комплекса корневых гнилей, вредителей и септориоза с активным ростом культуры даже в холодных условиях

 Круйзер® Макс

syngenta®

Агроподдержка
Сингенты

Получите совет эксперта



syngenta.ru





XXXI МОСКОВСКИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВЕТЕРИНАРНЫЙ КОНГРЕСС
MVC 2023



12-14 АПРЕЛЯ 2023

Конгресс холл
Крокус Экспо. Москва



ВЕЩА
МОСКВА
КОНГРЕСС



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



2 · 2023

Agrarnaya nauka

Том 367, номер 2, 2023

Volume 367, number 2, 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, 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 22.02.2023

Дата выхода в свет 28.02.2023

Отпечатано в типографии ООО «ВИВА-СТАР»:

107023, г. Москва, ул. Электровзаводская, 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, д-р, доцент, Сельскохозяйственный университет Фейсалабад, Фейсалабад, Пакистан.

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

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

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

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

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

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

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

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

Дахели Маджид 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 имени 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 имени академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, г. Подольск, Московская обл., Россия.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

16+

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

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

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

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

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.

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

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

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

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

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

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

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

Дарвиш Амира М. Галал, 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 в Сибиу, г. Сибиу, Румыния.

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

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

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

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

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

Фавзи М. Махомуллы, доктор философии, профессор, Маврикийский университет, г. Редут, Маврикий.

Хан Мухаммад Усман, доктор Ph.D, Сельскохозяйственный университет Фейсалабад, 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 имени П. А. Столыпина, г. Омск, Россия.

Шехата Мохамед Гамаль Мохамед, доктор философии, доцент Исследовательского института возделывания засушливых земель (ALCRI) Город научных исследований и технологических приложений (SRTA City), г. Каир, Египет.

Эль-Сохайми Собхи Ахмед, доктор философии, 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 Национальной академии 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.

2 · 2023

Agrarnaya nauka

Том 367, номер 2, 2023
Volume 367, number 2, 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 22.02.2023
Release date 28.02.2023

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, st. Sadovaya-Spasskaya, 20.

Editor-in-chief:

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

Editorial board:

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lysenko Yu.A., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia.

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

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

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

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

Ombaev A.M., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, 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 Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, V.M. Gorbatov 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 Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia.

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

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

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

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Suychinov A.K., PhD, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Kazakhstan.

Tretyak L.N., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Orenburg State University, Orenburg, Russia.

Troyanovskaya I.P., Doctor of Technical Sciences, Professor, South Ural State Agrarian University, Troitsk Chelyabinsk region, Russia.

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

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

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

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

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

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

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

Gordeev A.V., Doctor of Economics, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

Gusakov V.G., Doctor of Economics, Professor, Academician of the National Academy of Sciences, Minsk, Belarus.

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ

10

НОВОСТИ ОТРАСЛИ

Три вопроса эксперту. Не все пестициды одинаковые: на что обратить внимание при выборе СЗР	9	
АГРОС 2023: новый рубеж развития выставки успешно взят	10	
ИД «Аграрная наука» наградила лауреатов Первой международной премии «Диалог»	12	
Минсельхоз России расширит и усовершенствует поддержку сельхозпроизводителей	14	
Тенденция на увеличение экспорта животноводческой продукции сохраняется	16	
Российское свиноводство: тенденции и перспективы развития	18	
Молочное скотоводство России – ключевые проблемы и пути решения	20	
В числе ключевых задач молочной отрасли России – организация контроля качества и безопасности продукции	21	
Владимир Гоппе: «Новосибирской области удастся удерживать эпизоотическое благополучие по большинству болезней»	22	

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Новгородова И.П. Возможности использования микроядерного анализа для выявления генных мутаций животных	23	
Крупин Е.О., Шакиров Ш.К. Изменения отдельных диагностических маркеров углеводного, липидного и минерального обменов веществ у дойных коров, обусловленные кормлением	30	
Дмитриев Н.О., Салаутин В.В., Салаутина С.Е., Щербакова В.С. Продуктивные и весовые показатели органов пищеварительного канала цыплят-бройлеров при применении кормовой добавки на основе гуминовых кислот	35	
Полуночкина Т.В., Дорофеева С.Г., Стаффорд В.В. Практический опыт антибиотикотерапии при патологии суставов у цыплят-бройлеров	39	
«ДектоПро» – эффективная защита свиней от гельминтозов	47	
Щербаков П.Н., Степанова К.В., Бурков П.В., Ребезов М.Б., Шнякина Т.Н., Барзанова Е.Н. Механизм подавления синтеза токсичных газов и опосредованное их влияние на жизненные показатели организма животных при адаптивных технологиях выращивания	49	
Малик Н.И., Маленкова Л.А., Малик Е.В., Гулейчик И.А., Чупахина Н.А., Русанов И.А., Самохвалова Н.С. Идентификация капсульного типа штаммов <i>P. multocida</i> фенотипическими методами в сравнении с методом мультиплексной ПЦР	54	
Пропиленгликоль «Энергия»: скорая помощь для коров в транзитный период	64	
Стволов С.С., Белооков А.А., Белоокова О.В., Гриценко С.А., Ребезов М.Б. Оценка влияния хряков-производителей различной селекции на показатели свиноматок и помесей первого поколения	65	
Попов Н.А. Поиск дополнительной изменчивости в стаде коров голштинской породы	70	

АГРОНОМИЯ

Резвякова С.В., Титов В.Н., Данилов С.Ю., Конеева О.А., Зайцев В.А. Урожайность и качество зерна новых сортов озимой пшеницы в условиях Орловской области	76	
Левакова О.В. Сортовые особенности формирования продуктивности ячменя сорта Рафаэль при разной норме высева	82	
Жаркова Н.Н. Влияние микроудобрений на содержание микроэлементов в почве при выращивании лекарственных растений	87	
Соя: погружение в технологию	93	
Причко Т.Г., Якуба Ю.Ф., Карлушина М.В. Изучение возможности использования данных по содержанию стабильных изотопов магния для прогноза региона производства яблок	95	
Орлов В.А., Лукьянов А.А. Цифровые инструменты агробиологического и фенологического учета Анапской ампелографической коллекции	100	
Чумакова В.В., Чумаков В.Ф. Селекционная оценка сортообразцов фенхеля обыкновенного по продуктивным показателям	106	

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Катаев Ю.В., Мордасова М.С., Герасимов В.С. Состояние инженерной службы АПК Тамбовской области и перспективы ее развития	111	
Современные средства дозирования препаратов в ветеринарии	117	
Воронина О.А., Савина А.А., Колесник Н.С., Рыков Р.А., Зайцев С.Ю. Биохимический состав молока коз в зависимости от сезона года	119	

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Пекуровский Д.А., Концевая С.Ю. Развитие материально-технической базы отраслей агропромышленного комплекса России	124	
---	-----	--

ЦНСХБ

Новости из ЦНСХБ	128	
------------------------	-----	--

CONTENTS

NEWS

10

INDUSTRY NEWS

Three questions for an expert. Not all pesticides are the same	9	ADS
AGROS 2023: a new milestone in the exhibition's development has been successfully reached	10	
The Publishing House "Agrarian Science" awarded the winners of the First International Prize "Dialogue"	12	
The Ministry of Agriculture of Russia will expand and improve support for agricultural producers	14	
The trend to increase the export of livestock products continues	16	
Russian pig breeding: trends and development prospects	18	
Dairy cattle breeding in Russia - key problems and solutions	20	
Among the key tasks of the Russian dairy industry is the organization of product quality and safety control	21	
Vladimir Goppe: "Novosibirsk region manages to maintain epizootic well-being for most diseases"	22	

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

Novgorodova I.P. Possibilities of using micronucleus analysis to detect gene mutations in animals	23	
Krupin E.O., Shakirov Sh.K. Changes in individual diagnostic markers of carbohydrate, lipid and mineral metabolism in dairy cows due to feeding	30	
Dmitriev N.O., Salautin V.V., Salautina S.E., Shcherbakova V.S. Productive and weight indicators of the digestive canal organs of broiler chickens when using a feed additive based on humic acids	35	
Polunochkina T.V., Dorofeeva S.G., Stafford V.V. Practical experience of antibiotic therapy for joint pathology in broiler chickens	39	
"DektoPro" – effective protection of pigs from helminth infections	47	ADS
Scherbakov P.N., Stepanova K.V., Burkov P.V., Rebezov M.B., Shnyakina T.N., Barzanova E.N. The mechanism of suppression of the synthesis of toxic gases and their indirect influence on the vital signs of the animal organism with adaptive growing technologies	49	
Malik N.I., Malenkova L.A., Malik E. V., Guleychik I.A., Chupahina N.A., Rusanov I.A., Samohvalova N.S. Identification of the capsule type of <i>P. multocida</i> strains by phenotypic methods in comparison with the multiplex PCR-method	54	
Propylene glycol "Energy": ambulence for cows in the transition period, ambulence for cows in the transition period	64	ADS
Stvolov S.S., Belookov A.A., Belookova O.V., Gritsenko S.A., Rebezov M.B. Assessment of the influence of boars of different breeding on the indicators of sows and first generation mixedts	65	
Popov N.A. Search for additional variability in the herd of Holstein cows	70	

AGRONOMY

Rezyakova S.V., Titov V.N., Danilov S.Y., Koneeva O.A., Zaitsev V.A. Grain yield and quality of new winter wheat varieties in the Orel region	76	
Levakova O.V. Varietal features of the formation of the productivity of Rafael barley at different seeding rates	82	
Zharkova N.N. Effect of microfertilizers on the content of trace elements in soil during cultivation of medicinal plants	87	
Soy: Dive into Technology	93	ADS
Prichko T.G., Yakuba U.F., Karpushina M.V. Study of the possibility of using data on the content of stable isotopes of magnesium to predict the region of apple production	95	
Orlov V.A., Lukyanov A.A. Digital tools for agrobiological and phenological accounting of the Anapa ampelographic collection	100	
Chumakova V.V., Chumakov V.F. Evaluation of fennel cultivars for use in breeding for productivity	106	

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Kataev Yu.V., Mordasova M.S., Gerasimov V.S. The situation of engineering service of AIC of Tambov region and prospects of its development	111	
Modern means of dosing drugs in veterinary medicine	117	ADS
Voronina O.A., Savina A.A., Kolesnik N.S., Rykov R.A., Zaitsev S.Yu. Biochemical composition of goat milk depending on the season of the year	119	

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

Pekurovsky D.A., Kontsevaya S.Y. Development of the material and technical base of the branches of the agro-industrial complex of Russia	124	
--	-----	--

NEWS FROM CSAL

News from CSAL	128	
----------------------	-----	--

РЯЗАНСКАЯ ОБЛАСТЬ НАРАЩИВАЕТ ПРОИЗВОДСТВО ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Как сообщили в Минсельхозпроду Рязанской области, в 2022 году поголовье КРС выросло на 0,7%, свиней — на 22%, птицы — на 20%.

В течение 2022 года в регионе значительно увеличилось производство животноводческой продукции (молока, мяса, яиц).

Во всех категориях хозяйств — сельхозпредприятиях, фермерских хозяйствах и личных подворьях населения — произведено, по предварительным данным, коровьего молока 595,3 тыс. т (рост к 2021 году 6,5%), мяса (в живом весе) — 107,6 тыс. т (рост 23%), куриных яиц — 1 102 млн шт. (рост 8,7%).

Объемы животноводческой продукции в области устойчиво растут уже несколько лет, это результат инвестиций в отрасль и господдержки аграриев, отметили в сообщении.

В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ ПОЛУЧАТ ОКОЛО 300 МЛН РУБ. В 2023 ГОДУ

На финансирование федерального проекта по стимулированию производства картофеля и овощей, реализация которого начинается в текущем году, уже предусмотрено 5 млрд руб. в федеральном бюджете. Господдержка будет оказана 76 регионам, в том числе Липецкой области. Из федерального бюджета местным аграриям, занимающимся выращиванием картофеля и овощей, будет перечислено 220,8 млн руб., а из регионального бюджета — 77,6 млн руб. Субсидии на единицу произведенной продукции смогут получить крупные предприятия и малые формы хозяйствования. Средства будут выделяться по пяти направлениям. Так, на производство овощей закрытого грунта пойдет самая большая сумма — 138,8 млн руб. 94,6 млн руб. запланировано на выплаты субсидии за 1 т произведенных картофеля и овощей, 35 млн руб. — на 1 т элитных семян.

В 2023 году сохранится погектарная поддержка на товарное производство: 27,5 млн руб. будет направлено на выплату субсидий на 1 га посевной площади, занятой картофелем и овощными культурами открытого грунта.

Среди важных нововведений — поддержка ЛПХ, применяющих специальный налоговый режим при реализации продукции. Она будет оказана сельхозтоваропроизводителям в 32 регионах страны, в том числе аграриям Липецкой области, — на возмещение части затрат на 1 т реализованных картофеля и овощей в регионе будет направлено 2,5 млн руб.

(Источник: Официальный сайт Управления сельского хозяйства Липецкой области)



Подпишитесь на наш Telegram канал!

ОТРАСЛЬ ПРОИЗВОДСТВА ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРЕПАРАТОВ ВЫДЕЛЕНА В ОТДЕЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

По поручению Правительства РФ Росстандарт внес изменения в общероссийский классификатор видов экономической деятельности, присвоив отдельные коды ОКВЭД 2 производству лекарственных препаратов и материалов для ветеринарного применения.

Приказ Росстандарта № 1555-ст от 22 декабря 2022 года «Об утверждении изменения 53/2022 ОКВЭД 2 к общероссийскому классификатору видов экономической деятельности» вступает в силу с 1 марта 2023 года с правом досрочного применения.

Тем самым в 21 классе отдельно выделяются лекарственные средства и материалы для животных. Выделение производителей ветеринарных препаратов в отдельную отрасль позволяет им рассчитывать на дополнительные меры государственной поддержки.

Вопрос был инициирован Национальной ветеринарной ассоциацией, объединяющей ведущих отечественных производителей ветеринарных препаратов, и активно продвигался Рабочей группой по законодательному обеспечению отечественного производства лекарственных препаратов ветеринарного применения, кормов и кормовых добавок Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию под руководством сенатора С.Г. Митина при участии Торгово-промышленной палаты и Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

УЧЕНЫЕ ДОНСКОГО ГАУ РАЗРАБОТАЛИ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВ

В Донском ГАУ разработаны рекомендации для птицеводческих хозяйств. Комплексная исследовательская группа факультета ветеринарной медицины и биотехнологического факультета вуза провела прикладные исследования в птицеводческих хозяйствах региона и разработала рекомендации по применению фитогенных препаратов в кормлении кур промышленного назначения.

В вузе сообщили, что исследовательский проект связан с комплексной оценкой влияния фитогенных препаратов на формирование кишечного микробиоценоза, резистентность и биобезопасность продуктов убой у кур. В течение трех лет ученые занимались в хозяйствах Ростовской области исследованиями видового состава микробиоты кишечника у кур, а также изучали влияние фитогенных кормовых добавок на сохранность и продуктивность цыплят-бройлеров, отметил руководитель проекта Тимур Тамбиев, доцент кафедры паразитологии, ветсанэкспертизы и эпизоотологии университета. «Разработанные научно-практические рекомендации мы предлагаем птицеводческим хозяйствам, специалистам госветслужбы и представителям производственной ветеринарии», — подытожил он.

(Источник: официальный сайт Донского ГАУ)



РОССИЙСКИЕ И КИТАЙСКИЕ УЧЕНЫЕ ОБЪЕДИНЯЮТ УСИЛИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОРОЗОСТОЙКИХ СОРТОВ ЧАЯ

Российские и китайские ученые в 2023 году приступят к созданию принципиально новых генотипов чая для выведения новых морозостойких видов, сообщает ТАСС со ссылкой на пресс-службу Субтропического научного центра РАН.

Российский научный фонд (РНФ) поддержал научный проект коллектива ученых ФИЦ СЦН РАН по итогам конкурса 2023 года, отмечается в сообщении. Впервые в мировой практике предстоит разработать молекулярные маркеры для селекции, направленной на усиление признака холодоустойчивости. Уточняется, что смысл исследований в том, чтобы понять, какие механизмы в растении чая регулируют устойчивость к воздействию холода. Найдя ключевые гены, отвечающие за морозостойкость, в последующем ученые смогут усилить этот признак при скрещивании.

НЕ ВСЕ ПЕСТИЦИДЫ ОДИНАКОВЫЕ: НА ЧТО ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ СЗР



Журнал «Аграрная наука» при поддержке группы компаний «Шанс», одного из лидеров отечественного рынка средств защиты растений (СЗР), представляет экспертную рубрику «Три вопроса эксперту». Продакт-менеджер ГК «Шанс» Василий Соннов рассказывает сегодня, как грамотно выбрать СЗР.



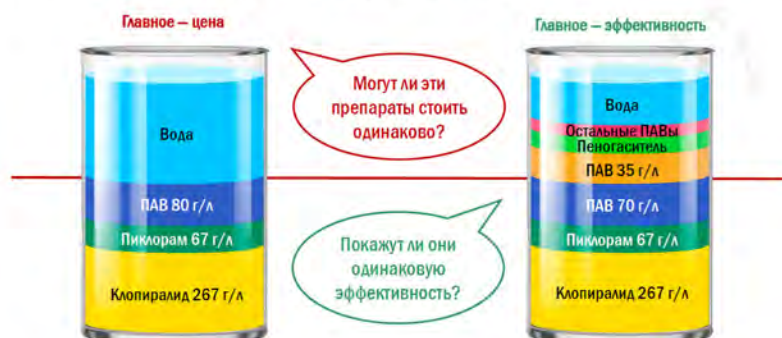
Широкий ассортимент представленных на современном рынке пестицидов ставит перед сельхозпроизводителями вопрос, как выбрать препарат с оптимальными свойствами и оптимальной ценой, как отличить достоверную информацию о СЗР от рекламного трюка.

Эта задача иногда заводит в тупик даже опытных аграриев, а ее решение требует глубоких знаний биологии вредных организмов, технологии возделывания культур и свойств пестицидов.

На первом этапе проводится выбор действующего вещества, поскольку на основе одного и того же вещества на рынке могут быть представлены десятки препаратов. При этом основой выбора служат биологические особенности вредного организма.

ВСЕ ЛИ ПРЕПАРАТЫ ОДИНАКОВЫ?

Вы покупаете эффект, а не препарат, но выбираете по цене? Задумайтесь!



В своем развитии современная компания-производитель должна фокусироваться на высокотехнологичных решениях для сельского хозяйства, включая разработки в области уникальных препаратов, кастомизированных смесей, интегрированных

платформах для круглосуточной целевой защиты растений непосредственно «в поле» под конкретные условия того или иного участка, позволяя сельхозтоваропроизводителям постоянно повышать эффективность своего бизнеса.

1 Из чего складывается качество препарата?

Прежде чем попасть к потребителям, препарат должен пройти всестороннее тестирование, которое начинается с выбора производственного сырья: действующего вещества, адъювантов и растворителей. Далее готовится формуляция и оценивается физическая и химическая стабильность систем, выполняется проверка на устойчивость при хранении, стабильность рабочих растворов и баковых смесей, выбирается наилучшая для дальнейшего применения.

Самый эффективный? Лучший? Наиболее технологичный? Должен быть желаемый эффект, а не красивые слова.

2 Чего мы добиваемся от уже готового продукта?

Отсутствие фитотоксичности — гарантия безопасности при соблюдении регламентов.

Биологическая эффективность: высокая эффективность против вредных объектов, препарат работает в сложных условиях применения.

Важно также, как и где производится препарат, на каком оборудовании. Должна быть самая высокая из возможных точность в рамках допусков.

Контроль качества: входной контроль сырья, на выходе — аналитический контроль, то, что делает препарат эффективным и безопасным для культуры.

3 Какой он — надежный производитель?

Надежный производитель должен быть предсказуем: выпускать препараты постоянно стабильного качества.

Так, сегодня группа компаний «Шанс» уверенно расширяет клиентский портфель именно потому, что в результате совокупности учета всех параметров риск потери урожайности ниже, чем у конкурентов при прочих равных.

Предсказуемый эффект от применения — нет ничего лишнего, что может нанести вред.

В итоге клиент покупает не просто канистру с препаратом, а продукт сложнейшего кропотливого труда ученых, химиков, технологов и аналитиков. Все они отвечают за то, что это не один из десятка безликих производителей, копирующий оригинальные формулы, а самый лучший на сегодняшний день.

И еще. Дженерики — это уже перевернутая страница. Мы активно регистрируем новые уникальные сочетания.

Читайте в следующем номере о правилах выбора препаратов для обработки семян.

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.

Agros
2023expo

АГРОС 2023: НОВЫЙ РУБЕЖ РАЗВИТИЯ ВЫСТАВКИ УСПЕШНО ВЗЯТ

415 компаний-экспонентов из 25 стран мира, 2 выставочных зала с экспозициями самых современных решений для АПК, успешный запуск нового раздела «Оборудование для комбикормовой промышленности, обработки и хранения зерна», свыше 14 тысяч посетителей из 84 регионов России, 57 деловых мероприятий и 376 экспертов-спикеров – таковы основные итоги АГРОС-2023.



С 25 по 27 января 2023 г. в павильоне № 3 МВЦ «Крокус Экспо» (г. Москва) при поддержке и активном участии Минсельхоза России и ведущих отраслевых объединений прошла IV Международная выставка племенного дела, кормов, ветеринарии и технологий для животноводства, свиноводства, птицеводства и кормопроизводства АГРОС-2023.

В официальной церемонии открытия приняли участие советник заместителя министра сельского хозяйства РФ Т.В. Севастьянова, заместитель президента РАН, председатель Комитета торгово-промышленной палаты РФ по развитию АПК П.А. Чекмарев, первый заместитель генерального директора АО «Росагролизинг» А.И. Сучков, генеральный директор Национального союза производителей молока А.С. Белов, генеральный директор Национального союза птицеводов С.В. Лахтюхов, генеральный директор Национального союза свиноводов Ю.И. Ковалев, генеральный директор Национального союза производителей говядины Р.В. Костюк и генеральный директор ООО «Агрос Экспо» Г.А. Мындру. Участники церемонии отметили серьезный качественный и количественный рост выставки АГРОС, ее динамичную деловую атмосферу, сложившуюся буквально с первых часов начала работы, и большое количество заинтересованных посетителей.

«Выставка АГРОС-2023 поразила своим масштабом и насыщенностью, современными российскими и зарубежными решениями, своей деловой активностью и заинтересованностью участников и посетителей. Это еще

раз подчеркивает важную роль выставки в повышении эффективности агробизнеса и преодолении тех экономических, логистических и иных сложностей, с которыми столкнулся российский АПК в последние годы», — поделился своими впечатлениями от выставки генеральный директор «СОЮЗ-МОЛОКО» Артем Белов.

415 производителей и поставщиков из 25 стран мира представили на выставке продукты современной генетики, кормовые и ветеринарные решения, оборудование, технику, другие средства производства и услуги для молочного и мясного скотоводства, птицеводства, свиноводства и других видов животноводства, кор-

мопроизводства и кормозаготовки, комбикормовой промышленности и зернохранения. За три дня выставки ее деловой программы посетили 14 016 профессионалов отрасли из 84 регионов России и 43 стран, что на 24% выше прошлогоднего показателя.

На АГРОС-2023 был с большим успехом запущен новый раздел «Оборудование для комбикормовой промышленности, обработки и хранения зерна», который органично дополнил общую экспозицию, став ее важной частью и точкой притяжения специалистов многих предприятий АПК. Значительно расширился раздел «Корма и ветеринария», выросли экспозиции генетики, оборудования для кормления и содержания животных и птицы, доения, техники для кормопроизводства и кормозаготовки.

«В этом году АГРОС в очередной раз подтвердила свой статус ключевой выставки АПК России, превысив все ключевые показатели предыдущих мероприятий, такие как число экспонентов и посетителей, размер выставочной площади, количество мероприятий деловой программы и спикеров», — резюмировал результаты АГРОС-2023 Геннадий Мындру, генеральный директор компании организатора ООО «Агрос Экспо».

В рамках официальной части открытия выставки состоялось награждение победителей конкурса «Лучшие на АГРОС-2023». Из рекордно заявленных 83 проектов экспонентов выставки Гран-при в номинациях «Лучший продукт», «Лучшее кормовое решение» и «Лучшая научная разработка» получили 28.

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА АГРОС-2023: ПЛОЩАДКА ДЛЯ РАВНОПРАВНОЙ ДИСКУССИИ ЭКСПЕРТОВ ОТРАСЛИ, ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ВЛАСТИ И БИЗНЕС-СООБЩЕСТВА

Все три выставочных дня на дискуссионных площадках выставки проводились деловые мероприятия по разным отраслям российского АПК: молочному и мясному скотоводству, птицеводству, свиноводству и другим направлениям животноводства, ветеринарии, кормопроизводства. Всего было проведено 57 мероприятий разных форматов по наиболее актуальным вопросам и задачам в разных подотраслях АПК. 376 спикеров — экспертов и практиков отрасли поделились своими знаниями и опытом с руководителями и специалистами агропредприятий и всеми заинтересованными посетителями.

Ключевая тема выставки и деловой программы этого года — «Адаптация предприятий АПК России: вызовы и возможности в новой реальности». Данная тема прошла красной нитью через большинство мероприятий программы. Особенно подробно она обсуждалась в ходе бизнес-диалога «Как адаптироваться к новым условиям и обеспечить конкурентоспособность животноводческого предприятия?» с участием руководителей ведущих отраслевых союзов, организаций и крупнейших российских аграрных компаний.

Министерство сельского хозяйства РФ в этом году провело в рамках АГРОС серию мероприятий для разных подотраслей АПК.

25 января состоялось Всероссийское агрономическое совещание Минсельхоза России «Предварительные итоги работы отрасли растениеводства за 2022 год, задачи на 2023 год», модератором которого выступил заместитель министра сельского хозяйства РФ А.В. Разин. В ходе совещания были озвучены основные задачи по сохранению темпов роста в отрасли на 2023 год, в частности, путем расширения посевных площадей до 82,1 млн га, совершенствования агротехнологий, работы в сфере селекции и семеноводства.

Департамент ветеринарии Минсельхоза провел на площадке выставки четыре тематических мероприятия, среди которых круглый стол «Новое в нормативно-правовом регулировании в сфере обращения лекарственных средств для ветеринарного применения» и конференция «Актуальная эпизоотическая обстановка в Российской Федерации. Современные методы профилактики и борьбы с заразными болезнями животных». Помимо этого, директор Департамента ветеринарии Минсельхоза

за РФ М.В. Новикова открыла научно-практическую конференцию «Ветеринарная биофармация. Объединяем лучшее», организованную ассоциацией «Ветбиопрот».

Департамент развития сельских территорий Минсельхоза России провел дискуссионную панель «Точки роста малого агробизнеса».

Также в рамках выставки, состоялся юбилейный, X Всероссийский съезд сельскохозяйственных кооперативов «Десять форумов за возрождение сельскохозяйственной кооперации: опыт, достижения, перспективы».

Деловая программа заключительного дня выставки второй год подряд была объединена в Федеральный форум фермеров. В этот день в рамках 14 мероприятий успешные практики делились своим экспертным мнением с животноводческими, птицеводческими, пчеловодческими и аквафермерскими представителями малого и среднего бизнеса в АПК имели возможность получить практические рекомендации организации собственного агробизнеса, поучаствовать в круглых столах и дискуссиях на темы ветеринарии, агротуризма, экономики, логистики, кадров на селе, агрострахования и многих других. Полные конференц-залы снова подтвердили востребованность данного формата в рамках АГРОС.

Открыла форум конференция на тему «Меры государственной поддержки для начинающих фермеров. Успешные кейсы», с вступительным словом к собравшимся обратился председатель Комиссии по развитию АПК и сельских территорий ОПРФ, председатель Совета ассоциации «Народный фермер» Олег Сирота.

В рамках круглого стола «Локальная экономика — эффективный инструмент фермерских проектов» на примере создания агрокластера в рамках стратегии развития мясного скотоводства Республики Бурятия были освещены усилия федеральных органов (Государственной Думы РФ) по созданию типовой модели развития регионов Дальнего Востока в сфере животноводства и малого предпринимательства.

Выставка АГРОС и ее насыщенная деловая программа поднимают самые острые и наиболее важные вопросы, которые стоят сегодня перед агробизнесом, наукой и государственными регуляторами, вооружают участников актуальной информацией, знаниями и возможностями для их успешного применения в практической деятельности. АГРОС-2023 стала авторитетной и эффективной площадкой для диалога представителей АПК страны на всех уровнях, а ее организатор — компания ООО «Агрос Экспо» была удостоена награды «За развитие коммуникаций в сфере АПК» в рамках Первой международной премии «Диалог» (организатор — издательский дом «Аграрная наука»).

АГРОС является эффективной платформой для демонстрации широкой профессиональной публике со всех регионов России и стран ближнего зарубежья разработок отечественных производителей. Участвуя в АГРОС, отечественные компании получают отличную возможность продвижения своих разработок, а обмен информацией и опытом со специалистами отрасли, партнерами, конкурентами, зарубежными коллегами придает мощный импульс их дальнейшему развитию.

**Организатор выставки:
ООО «Агрос Экспо».**



ИД «АГРАРНАЯ НАУКА» НАГРАДИЛ ЛАУРЕАТОВ ПЕРВОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРЕМИИ «ДИАЛОГ»

25 января 2023 г. организатор Первой международной премии «Диалог» за развитие коммуникаций в сфере АПК издательский дом «Аграрная наука» наградил лучшие авторские коллективы по итогам 2022 года за научные исследования, опубликованные на страницах журнала, а также активных участников рынка АПК, способствующих развитию коммуникаций и диалогу между наукой, образованием, бизнесом и государством.



Номинация «Научные коммуникации», лучший научный коллектив по специальности «агроинженерия и пищевые технологии»:

- Уральский государственный аграрный университет;
- Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ.

Номинация «Международные научные коммуникации»:

- Национальный аграрный университет Армении;
- Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности.

Номинация «Молодой ученый»:

Павлова Яна Сергеевна, аспирант факультета биотехнологии и пищевой инженерии Уральского государственного аграрного университета.

Цель премии «Диалог» — создать площадку для диалога всех представителей сферы АПК, объединить усилия, направленные на развитие отрасли, отметить заслуги ведущих участников рынка.

ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ «ДИАЛОГ»

Номинация «Научные коммуникации», лучший научный коллектив по специальности «ветеринария»:

- Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста;
- Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины;
- Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина;
- Южно-Уральский государственный аграрный университет.

Номинация «Научные коммуникации», лучший научный коллектив по специальности «зоотехния»:

- Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева;
- Чувашский государственный аграрный университет;
- Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН.

Номинация «Научные коммуникации», лучший научный коллектив по специальности «агрономия»:

- Федеральный научный центр лубяных культур;
- Татарский НИИ агрохимии и почвоведения — обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН.

Номинация «Диалог государства и отрасли»:

- Всероссийский государственный центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов (ФГБУ «ВГНКИ»);
- Управление государственного ветеринарного надзора Россельхознадзора РФ;
- Департамент ветеринарии Минсельхоза РФ.

Номинация «Межотраслевые коммуникации»:

- Национальный союз свиноводов;
- Национальный союз производителей молока;
- Национальный союз птицеводов;
- Некоммерческое партнерство содействия развитию ветеринарного дела «Национальная ветеринарная ассоциация».





Номинация «Конгрессно-выставочная деятельность»:

- ООО «Агрос Экспо»;
- Дирекция международной выставки «Зерно — Комбикорма — Ветеринария».

Номинация «Информационные коммуникации»:

- Информационный портал и газета «Ветеринария и жизнь»;
- ООО «Инфо 3»;
- Агропромышленный портал agroXXI.ru;
- Журнал «Агроинвестор»;
- Журнал «Комбикорма».

Номинация «Бизнес-коммуникации»:

- Производитель кормов и кормовых добавок для с/х животных «АГРОВИТ»;
- Производитель машин для заготовки сенажа в упаковке Краснокамский РМЗ;
- Производитель средств защиты растений ГК «Шанс».



МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ РАСШИРИТ И УСОВЕРШЕНСТВУЕТ ПОДДЕРЖКУ СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Механизмы государственной поддержки предприятий агропромышленного комплекса в 2023 году обсудили участники круглого стола, прошедшего 20.01.2022 на площадке ТАСС.



В текущем году отечественные аграрии получают порядка 445,8 млрд руб. господдержки. Об этом сообщила, выступая на круглом столе, заместитель министра сельского хозяйства РФ Елена Фастова. «По нашему мнению, 445,8 миллиарда — это не предел», — добавила она. Ожидается, что сумма будет увеличена в течение года, отметила спикер. По данным презентации замминистра, из средств федерального бюджета запланировано выделить на Государственную программу развития сельского хозяйства (Госпрограмму АПК) 347,5 млрд руб., на Государственную программу развития сельских территорий (Госпрограмму КРСТ) — 59,9 млрд руб. и на Государственную программу вовлечения в оборот земель сельхозназначения и развития мелиоративного комплекса (Госпрограмму «Мелиорация») — 38,4 млрд руб.

В настоящее время ключевыми направлениями господдержки являются стимулирование инвестиционной деятельности, развитие отраслей и техническая модернизация агропромышленного комплекса, сообщила спикер. По ее данным, в 2023 году сохраняется стимулирующая и компенсирующая субсидия для отраслей АПК. Одной из важнейших подотраслей, которую поддерживает государство, будет производство картофеля и овощей: на эти цели из бюджета направят 5 млрд руб. (на 2,5 млрд руб. больше, чем в 2022 году). В текущем году появилась поддержка для производителей крупного рогатого скота. Введена новая субсидия — на 1 кг живой массы КРС не старше 24 месяцев, направленного на убой, и уточнены показатели по приобретению племенного молодняка. Кроме того, в 2023 году увеличат сроки предоставления льготных инвестиционных кредитов для производителей питания для детей грудного возраста и детского питания для детей 8–12 лет. Также

вскоре появится льготное кредитование для производителей дикоросов. Министерство активно развивает льготное кредитование для малого бизнеса: с 2023 года льготные кредиты будут предоставлены в том числе ЛПХ, сообщила спикер. «Личные подсобные хозяйства у нас появились в поддержке в 2022 году в прямых субсидиях, а с 2023 года — и в льготных кредитах», — уточнила она. В прошлом году из бюджета на льготное кредитование была выделена беспрецедентная сумма — 179,4 млрд руб., а в текущем году на данные цели направят 157,9 млрд руб. «Средневзвешенная ключевая ставка в этом году ниже, чем в предыдущем. Хотя сумма, выделенная из бюджета на льготное кредитование, в текущем году выглядит меньше прошлогодней, пропорционально мы сохраняем данный вид поддержки на уровне 2022 года», — отметила Елена Фастова.

Замминистра сообщила, что Министерство сельского хозяйства РФ планирует наращивать объемы агрострахования в 2023 году. Так, в прошлом году, по предварительным данным, охват посевных площадей страховой защитой составил не менее 8,5%, уточнила она. «По животным у нас (по итогам 2022 года) охват практически 40%. Страхование на случай ЧС также активно вошло в стадию нового вида страхования», — добавила спикер.

Елена Фастова сообщила, что в 2024 году Минсельхоз России планирует запустить цифровую платформу по агрострахованию, которая позволит аграриям подобрать лучшие условия на рынке и упростит взаимодействие сельхозпроизводителей со страховщиками.

«Мы констатируем высокую востребованность новой программы страхования на случай ЧС, идеологом разработки и реализации которой выступил Минсельхоз России», — сказал президент Национального союза



ведено 11,7 млн т мяса и мясoproductов в убойном весе — рекорд за всю историю нашей страны, сообщил Сергей Юшин. По его словам, большой потенциал для развития мясной отрасли находится за пределами Российской Федерации. Так, в 2022 году РФ, по предварительным данным, экспортировала мяса и мясoproductов почти на 1,5 млрд долл. «Но, безусловно, на этом мы останавливаться не собираемся», — отметил спикер. В ближайшие 20 лет мировому населению понадобится еще 100 млн т мяса, и Россия должна занять заметное место на этом рынке, ее потенциал должен быть использован максимально, заключил он.

Что касается отечественной молочной отрасли, то она на протяжении последних семи лет демонстрирует стабильный

агростраховщиков (НСА) Корней Биждов. Согласно его данным, по итогам 2022 года размер застрахованных площадей превысит 9% от площади сева. На протяжении последних четырех лет наблюдается выраженная тенденция роста страховых выплат в РФ — в 3,5 раза. За 2021–2022 гг. аграриям было перечислено 9,3 млрд руб. — это в 1,8 раза больше, чем за предыдущие два года (5,1 млрд руб.), сообщил спикер. Он заострил внимание на необходимости упрощения процедур как заключения договоров страхования, так и урегулирования убытков в рамках действующего закона, отметив, что первые шаги в этом направлении были сделаны в конце 2022 года. «Страховых продуктов должно быть больше, они должны быть понятны и востребованы аграриями и просты в обслуживании», — подытожил Корней Биждов.

Рекордный урожай зерновых существенно поддержал российское животноводство в плане рентабельности, отметил руководитель исполнительного комитета Национальной мясной ассоциации (НМА) Сергей Юшин. «Себестоимость снизилась, и это один из факторов, который помог нам предоставить нашим потребителям продукцию по более доступной и по более низкой цене», — пояснил он. По мнению спикера, цены на мясо и мясoproductы в 2023 году для российского потребителя останутся стабильными. Согласно его данным, в 2022 году прирост производства свинины и индейки в РФ составил немногим более 5%, выросло производство курицы, мяса крупного рогатого скота. В текущем году ожидаются также высокие результаты, в том числе благодаря вводу новых мощностей в свиноводстве и в индейководстве. «По свинине мы ожидаем 5–7% прироста, а по индейке — до 10%. Это существенные цифры. Именно это дает нам все основания рассчитывать на то, что цены для потребителей останутся доступными», — резюмировал Сергей Юшин.

Спикер отметил, что Россия занимает четвертое место в мире по производству мяса (после КНР, США и Бразилии). В прошлом году животноводы в общей сложности произ-

устойчивый прирост производства на уровне 3% — это очень высокий результат, сообщил генеральный директор Национального союза производителей молока («Союзмолоко») Артем Белов. За указанный период РФ удалось снизить объемы импорта на 30% при одновременном наращивании экспорта, достигшего 500 млн долл. по итогам 2022 года, добавил спикер.

«По сути, каждый 25-й литр молока, который производится в России, в настоящий момент экспортируется. И потенциал здесь очень хороший», — резюмировал эксперт. Немногие из основных стран-конкурентов могут похвастаться подобными темпами роста, тем более — на таком длительном промежутке времени, отметил он. 2022 год, несмотря на все вызовы, тоже позволил индустрии показать позитивную динамику: прирост производства составил порядка 3%, или около 800 тыс. т, а импорт снизился примерно на 10% (около 700 тыс. т). Экспорт тоже вырос, несмотря на серьезное укрепление рубля, что естественным образом снизило конкурентоспособность не только молочной, но и в целом российской продукции на мировом рынке, сообщил Артем Белов. По мнению спикера, за 3–4 года Россия сможет выйти на полное выполнение показателей по самообеспеченности молочной продукцией, в настоящий момент заложенных в доктрине продовольственной безопасности страны.

Ю. Г. Седова



ТЕНДЕНЦИЯ НА УВЕЛИЧЕНИЕ ЭКСПОРТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ СОХРАНЯЕТСЯ

В ходе пресс-конференции руководства Управления Россельхознадзора по городу Москве, Московской и Тульской областям «Итоги 2022 года и задачи на 2023 год», прошедшей 25 января на площадке МИА «Россия сегодня», состоялось обсуждение актуальных вопросов осуществления контрольно-надзорной и профилактической деятельности.

В 2022 году приоритетным направлением деятельности было проведение мероприятий без взаимодействия с подконтрольными субъектами, а также профилактических мероприятий, сообщил руководитель управления Евгений Антонов. Всего таких мероприятий проведено в прошлом году более 20 тысяч, уточнил спикер. В числе ключевых аспектов контрольно-надзорной деятельности он отметил отбор проб для проведения лабораторного контроля поднадзорной продукции, осуществление полномочий по контролю за пестицидами и агрохимикатами, обеспечение эпизоотической безопасности в регионах ответственности управления, а также ликвидацию свалок и возвращение в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения.

За прошлый год общий объем импортных животноводческих товаров, поступивших в зону ответственности управления авиа- и автотранспортом, составил более 10 тыс. партий (170 тыс. т), что на 10% больше, чем в предыдущем году, сообщила заместитель руководителя управления Оксана Князева. Однако это коснулось не всех видов товаров, отметила она. «Уступают прошлогодние показатели по импорту мясной и молочной продукции, которые снизились по сравнению с аналогичным периодом 2021 года на 20% и составили чуть более 10 тысяч тонн. При этом объемы рыбной продукции, которые к нам поступают в основном из Турции и Ирана, и кормов для продуктивных и непродуктивных животных из стран ЕС и Китая, напротив, увеличились на 25 и 30% и составили 135 тысяч тонн. От поступающих импортных товаров управлением было отобрано 4300 проб, что на 6% больше, чем в 2021 году, при этом количество обнаружений по показателям качества и безопасности от количества отобранных проб составило порядка 6%», — сказала спикер. В части ветеринарного контроля за экспортируемой продукцией анализ показал, что



тенденция на увеличение экспорта сохраняется, заключила она. Управление проконтролировало почти 8 тыс. партий (128 тыс. т), что на 13% больше, чем в 2021 году, более половины экспортируемой продукции приходится на мясо и мясные субпродукты, сообщила докладчик. «Это говядина и мясо птицы, которые были направлены в Китай», — сказала она. Предприятия Московского региона (с учетом Тульской области) поставили в КНР 75 тыс. т говядины и мяса птицы в 2022 году, что больше на 25% показателя предшествующего года. Оксана Князева отметила, что, несмотря на трудности, возникшие в начале прошлого года с логистикой перевозок, нехваткой контейнеров, объемы импорта и экспорта животноводческой продукции не снизились, а, наоборот, увеличились.

Количество плодоовощной продукции, несмотря на введенные в прошлом году санкции, изменение логистики, осталось на уровне прошлого года, а ввоз семенного и посадочного материала на территорию региона увеличился на 30%, сообщил заместитель руководителя управления Дмитрий Васин. В 2022 году специалисты управления начали осуществлять контроль за поступающими пестицидами, всего было проконтролировано порядка 3 тыс. т поступивших пестицидов, отметил он. Проведено 396 обследований территорий садов,





питомников, тепличных хозяйств и складских помещений. В результате проведенных мероприятий площадь карантинных фитосанитарных зон сокращена более чем на 28 тыс. га, заключил спикер. Он отметил, что для прослеживаемости движения пестицидов была введена ФГИС «Сатурн», которая предполагает контроль за пестицидами с момента их производства или ввоза в страну до последней обработки ими сельскохозяйственных культур. В системе в настоящее время зарегистрированы 1181 поднадзорный объект и более 18 тыс. площадок организаций, осуществляющих деятельность на подконтрольной территории. Огромную помощь управлению в этом оказывают региональные минсельхозы, сообщил Дмитрий Васин. Данная работа имеет важное значение и будет продолжена в наступившем году, заключил он. «С 1 сентября 2022 года функционирует информационная система «Зерно», в которую все хозяйствующие субъекты обязаны вносить все передвижения зерновой продукции по территории Российской Федерации или при вывозе с ее территории», — рассказал спикер. — Система предназначена для обеспечения прослеживаемости партий зерна, продуктов его переработки, автоматизации процессов сбора, обработки, хранения, анализа информации. Данные системы позволят российскому бизнесу работать в условиях прозрачности рынка зерна, а государственным органам отслеживать вклад регионов в обеспечение продовольственной безопасности. Задача — не допустить ввоза карантинных вредных организмов (в случае обнаружения — локализация и ликвидация) и продолжать мониторинг территории по установлению фитосанитарного состояния, активно участвуя в контроле за применением пестицидов, а также — контролировать качество и безопасность зерновой продукции».

Заместитель руководителя управления Владимир Менякин в своем выступлении сделал акцент на мерах по борьбе с АЧС. «Несмотря на то что ситуация в нашей стране и мире сложная по африканской чуме свиней и высокопатогенному гриппу птиц, эту ситуацию удалось удержать, за исключени-

ем случая АЧС, который произошел в августе 2022 года в Талдомском районе Московской области. Тем не менее эту вспышку удалось оперативно локализовать, нивелировать угрозу», — сказал он. Под контролем управления оперативно произошли изъятие животных и недопущение оборота продукции, зараженной вирусом АЧС, заключил Владимир Менякин. Также он сообщил об итогах работы по выявлению фантомных (не осуществляющих фактическую деятельность) предприятий при помощи ФГИС «Меркурий», отметив, что в прошлом году было выявлено 501 такое предприятие. В 2022 году управление принимало активное уча-

стие в эксперименте по применению искусственного интеллекта, встроенного в систему «Меркурий», с целью установления нарушений, допускаемых хозяйствующими субъектами, в результате чего выявлено около 20 тысяч нарушений. Материалы по выявленным нарушениям направлялись управлением в правоохранительные органы. По результатам их рассмотрения возбуждено 8 уголовных дел в отношении недобросовестных хозяйствующих субъектов, сообщил спикер.

Результаты деятельности управления при осуществлении федерального государственного земельного надзора представила заместитель руководителя управления Елена Кошелева. Целями охраны земель являются предотвращение и ликвидация загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения земель и почв и иное негативное воздействие на них, а также обеспечение их рационального использования и вовлечение в сельскохозяйственное использование неиспользованных земель, сообщила она. «Таких объектов нашего надзора достаточное количество», — отметила спикер. — В Московском регионе чуть более 1700 тысяч гектар земель сельскохозяйственного назначения, в Тульском — 1840 тысяч». В 2022 году управлением было проконтролировано более 70 тыс. га земель сельскохозяйственного назначения. В результате в 60% случаев выявлены нарушения собственниками участков законодательства РФ, заключила спикер.

Ю.Г. Седова



РОССИЙСКОЕ СВИНОВОДСТВО: ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Современную ситуацию и перспективы развития отрасли на ближайшие годы обсудили участники XIV Международной научно-практической конференции «Свиноводство-2022. Гибкость к вызовам — путь к устойчивости и развитию». Организатором конференции, прошедшей 5–7 декабря 2022 года в гибридном формате, выступил Национальный союз свиноводов (НСС) совместно с Международной промышленной академией (МПА). Большой интерес профессионального сообщества вызвал доклад генерального директора Национального Союза свиноводов, д.т.н. Юрия Ковалева «Текущие тенденции в свиноводстве России: адаптация к новым реалиям».

В ходе своего выступления гендиректор НСС Ю.И. Ковалев акцентировал внимание на ключевых тенденциях, сформировавшихся в отрасли к началу 2022 года. «Каждый год мы стараемся найти самую актуальную тему для конференции (а я — для презентации). В этом году понятие «адаптация» стало для меня главным», — отметил эксперт. По его мнению, в связи с огромным количеством изменений, произошедших за последние три года в России и мире, адаптация стала ключевым принципом существования в отрасли.

Спикер напомнил, что рубежным для отечественного свиноводства стал 2018 год, когда Россия достигла стопроцентной самообеспеченности по мясу свинины, притом что еще в 2012 году считалась импортером свинины № 1 в мире (в Россию ввозилось 1243 тыс. т, а производилось внутри страны 2563 тыс. т). В конце 2019 года на совете директоров НСС было отмечено, что перенасыщение рынка свинины станет главным отраслевым риском, отметил он.

Плановый рост новых мощностей обеспечил ранее прогнозируемый прирост производства более 250 тыс. т (+5%). Однако комплекс эпизоотических проблем (АЧС, РРСС и других) в конце 2020 года и в течение следующего привел к снижению производства в 2021 году на 200 тыс. т. Ежемесячные приросты производства свинины в России находились в положительной зоне с начала года, несмотря на все эпизоотические проблемы. В течение 2021 года оптовая цена на свинину росла, но как только под конец года произошёл скачок в производстве, цены практически обвалились. «Это указывает на то, что любой прирост производства будет сопряжен с обвалом цен», — отметил Юрий Ковалев.

Потребление свинины в 2021 году выросло почти на 2%, до уровня 28,3 кг/чел в год, — это наибольший показатель за последние 30 лет. Потребление всех видов мяса достигло уровня 76,9 кг/чел в год.

«Адаптация к новым реалиям — главная стратегическая тенденция 2022 года. Задача была даже не столько заработать, сколько выжить и сохраниться в новых реалиях», — пояснил докладчик. Он отметил, что этот год был довольно сложным для отрасли свиноводства. Производители столкнулись с санкционными ограничениями, волатильностью валют и риском падения внутреннего потребления (в результате снижения доходов населения).



В первой половине года существенно (на 25%) обвалился экспорт свинины. Сыграли роль ковидные ограничения во Вьетнаме и недостаток контейнеров для перевозки мяса. Не последнюю роль сыграло укрепление рубля. Изменился состав импортеров российской свинины: ранее большая доля поставок шла во Вьетнам и Гонконг, а теперь существенно выросли поставки в Беларусь и Казахстан. Со второй половины года начал восстанавливаться экспорт. «Мы ожидаем, что по итогам года падение по отношению к прошлому году составит 10–15%», — сообщил спикер. При этом сокращение





экспорта можно понимать как дополнительный прирост производства. Объемы мяса, которые не ушли за границу, останутся в России и будут давить на внутренний рынок, продолживший рост в 2022 году, отметил он. В течение этого года прирост производства свинины в СХП значительно увеличился: в I квартале он составил 5,8%, во II — 8,4%, в III — 9,3%. Прирост производства свинины в СХП за январь–сентябрь составил 7,9%. Снижение производства свинины в ЛПХ (–10,8%) и КФХ (–12,2%) уменьшило общий прирост производства в РФ свинины до +6,2% (+244,5 тыс. т). По данным эксперта, по итогам года общий прирост составит более 300 тыс. т (> 5%). На фоне всех остальных проблем прирост производства мог привести к падению цен на 10% и более, тем не менее сегодня цена на живых свиней составляет 118,36 руб./кг, что всего на 5,6% ниже прошлогоднего уровня, отметил спикер. «Это не то драматичное снижение, которое мы могли себе представить, если бы не было благоприятных факторов, например растущего потребления», — пояснил он. Прирост цен на свинину оказался ниже, чем на остальные виды мяса. Так, рост потребительской цены в I полугодии составил: на говядину — 13,78%, на баранину — 8,74%, на охлажденных кур — 2,93%, а на свинину — всего 1%.

В презентации докладчик перечислил основные факторы роста потребления свинины в январе–сентябре 2022 года:

- снижение среднегодовых оптовых цен на продукцию свиноводства на 5–7%, отсутствие роста розничных цен на фоне роста цен на другие виды мяса, а также общей инфляции на уровне > 10%;
- увеличение выплат на ≈ 1 трлн руб. различным слоям населения;
- существенное снижение разницы в стоимости мяса птицы и свинины, что приводит к частичному перетоку спроса в сторону продукции свиноводства;
- снижение ресурсов и рост цен на говядину частично сдвинули спрос в сторону свинины.

По прогнозам НСС, производство свинины продолжит рост до 2025 года. Суммарно за это время оно прирастет на 755 тыс. т (на 14%). Основным драйвером развития отрасли будут топ-20 компаний, которые увеличат выпуск мяса на 25%, или почти на 1 млн т.

«Мы можем надеяться на растущее потребление, но наш главный стратегический вызов — экспорт мяса. Мы должны войти в топ-5 экспортеров свинины», — отметил Юрий Ковалев. Главной целью экспорта он назвал Китай. «Имея опыт работы с Гонконгом и Вьетнамом, мы можем рассчитывать на увеличение

поставок российской свинины в Китай до 300–350 тысяч тонн стоимостью до 1 миллиарда долларов США (в текущих ценах)», — заключил спикер.

21.11.2022 Президент России провел отраслевое совещание по вопросам животноводства в ходе церемонии запуска племенного центра по воспроизводству индейки в Тюменской области. С обобщенной позицией НСС по вопросу необходимости открытия рынка Китая для российских свиноводов выступил член Национального союза свиноводов, гендиректор ООО «Агропромкомплектация» Сергей Новиков, сообщил гендиректор НСС. «Мы поставили вопрос на самом высоком уровне — публично, гласно. Получили заверение первого лица государства, что эта работа будет продолжена, — резюмировал он. — Мы — за последовательную, настойчивую работу».

Спикер отметил, что в настоящее время в различной степени готовности находятся проектирование и строительство мощностей по убою более чем на 20 млн голов свиней в год. Он напомнил, что с 2010 по 2020 год доля животных, перерабатываемых на новых и модернизированных предприятиях, возросла с 12 до 60%. К 2025 году эта доля достигнет 80%. Именно эти предприятия составят экспортную основу свиноводческой индустрии, заключил эксперт.

Юрий Ковалев заострил внимание на концептуальных изменениях в базовых условиях развития отрасли свиноводства после 2020 года на среднесрочный период до 2025 года. В связи с достижением стопроцентной самообеспеченности по свинине и продолжающимся ростом российского производства резко возрастает внутренняя конкуренция, из-за чего оптовые цены на свиней будут планомерно снижаться (или как минимум не расти) в условиях инфляции в ближайшие годы. Ускоренное развитие за последние 2–3 года экспортной инфраструктуры зерна создает условия для роста объемов его экспорта, превышающих темпы роста его производства, что практически гарантирует формирование высокого уровня цен на зерно на внутреннем рынке в среднесрочной перспективе (более 15 тыс. руб./т с НДС) даже с учетом мер таможенно-тарифного регулирования. Переход от импортозамещения к экспортной стратегии отечественного свиноводства означает наступление нового периода прямой жесткой конкуренции с мировыми гигантами в экспорте свинины не только на защищенном внутреннем рынке РФ (пошлина 25%), но прежде всего на рынках Юго-Восточной Азии. Совокупное действие всех этих факторов придаст дополнительный импульс необходимости повышения эффективности и конкурентоспособности отрасли всеми имеющимися методами, подытожил спикер.

Ю.Г. Седова



МОЛОЧНОЕ СКОТОВОДСТВО РОССИИ: КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Ведущие ученые, эксперты и практики в области экономики сельского хозяйства приняли участие в IV МНПК «Аграрная экономика в условиях глобализации и интеграции» (AGEGI – 2022), организованной ВНИОПТУСХ — филиалом ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ, ВИАПИ им. А.А. Никонова — филиалом ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ, ФГБОУ ДПО «РАКО АПК». Одним из ключевых выступлений пленарного заседания конференции стал доклад «Настоящее и будущее молочного скотоводства России» гл. науч. сотр. лаборатории экономики и организации животноводства ФГБНУ ВИЖ им. Л.К. Эрнста д.э.н. В.И. Чинарова.

В своем выступлении В.И. Чинаров отметил, что в целом по России за 11 лет (с 2010 по 2020 год) численность коров в молочном скотоводстве уменьшилась на 22,1%, а в мясном — возросла в 2,8 раза. Среди молочного поголовья коров произошло увеличение: голштинской породы — в 2,9 раза, джерсейской — в 11,3 раза, горного скота Дагестана — в 2 раза. При этом по остальным породам наблюдалось существенное сокращение маточного стада.

Ученый акцентировал внимание на первом парадоксе: маточное поголовье сокращается в рентабельной отрасли и одновременно растет в убыточной. Следовательно, можно сделать вывод, что основная причина не экономическая, а технологическая, заключил он.

По нашему мнению, отметил представитель ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, утверждение, что интенсивное сокращение молочного скотоводства связано с повышением продуктивности, не соответствует действительности. Он пояснил, что стремительный рост продуктивности в сельскохозяйственных организациях не связан с улучшением условий содержания скота, а тем более с наращиванием и реализацией генетического потенциала скота, поскольку даже прибавка удоя на 250 кг у следующего поколения считается достаточно высоким показателем генетического прогресса в стаде. Рост средней молочной продуктивности можно объяснить ликвидацией неконкурентных стад с низкой продуктивностью коров (в частности, за 2010–2020 годы молочное стадо ежегодно сокращалось на 170 тыс. коров), отметил докладчик. Он заострил внимание на втором парадоксе: племенное молочное скотоводство развивается за счет импорта нетелей, за 10 лет было импортировано 419,9 тыс. племенных нетелей, а поголовье коров в племенных хозяйствах увеличилось только на 244,6 тыс. голов. То есть, заключил В.И. Чинаров, животные отечественной селекции не обеспечивают даже простое воспроизводство. Третий парадокс: выход телят растет — поголовье сокращается, отметил он. Вывод: тезис о плохом воспроизводстве в молочном скотоводстве не обоснован, резюмировал ученый.

Игнорирование абсолютного конкурентного преимущества отечественного скотоводства — многопородности и интенсивная «голландизация» привели к генетическому ослаблению животных, пояснил экономист. Основными причинами стагнации молочного скотоводства являются низкая сохранность молодняка (в 2019 и в 2020 годах, соответственно, — 51,6% и 62,5%) и ранний возраст выбытия коров, сообщил он. «Если еще со-



всем недавно в стране стоял вопрос о необходимости наращивания объемов производства молока, то теперь он перерос в проблему сохранения молочного скотоводства как отрасли», — заключил спикер.

Таким образом, селекция на повышение продуктивности повлекла за собой интенсивный процесс повышения имбридинга в молочном скотоводстве и стала основной причиной прекращения разведения в крупнейших популяциях крупного рогатого скота молочного направления продуктивности, резюмировал ученый. Если не предпринять кардинальных мер по сохранению молочного скотоводства в России, то к 2025 году во всех категориях хозяйств поголовье коров молочного направления продуктивности сократится более чем на 400 тыс. голов, заключил он.

Как отметил в презентации В.И. Чинаров, суверенная селекция по основным хозяйственно полезным признакам районированных пород должна лечь в основу программы сохранения молочного скотоводства России, в которой необходимо предусмотреть введение дотации на покупку семени быков у отечественных племенных организаций (в размере 65 руб. за 1 дозу), а также запрет на субсидирование из федерального и региональных бюджетов покупки племенного молодняка крупного рогатого скота по импорту. Вместо этого нужно компенсировать часть затрат на покупку племенных животных отечественной селекции из расчета не менее 110 руб. за 1 кг живой массы. Кроме того, племенным хозяйствам, чтобы улучшить сохранность молодняка, следует выплачивать по 50 тыс. руб. за полученного теленка и выращенную, (а главное, введенную в основное стадо) первотелку, заключил ученый.

Ю.Г. Седова

В ЧИСЛЕ КЛЮЧЕВЫХ ЗАДАЧ МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ – ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКЦИИ

Актуальную ситуацию в молочной отрасли, государственные меры поддержки в условиях санкций и законодательные нововведения обсудили участники XXI Всероссийского съезда производителей и переработчиков молока, состоявшегося 08.02.2023 в Москве. Особый интерес участников вызвало выступление председателя Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Александра Двойных.



Молочная отрасль вносит значительный вклад в развитие сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности страны, в обеспечение импортозамещения, отметил, выступая на съезде, глава аграрного комитета Совфеда Александр Двойных. За последние годы наша страна столкнулась с целым рядом вызовов, которые стали беспрецедентным испытанием для национальной экономики и серьезной угрозой для безопасности людей, резюмировал он. «Это уже даже не вызовы. Я бы нынешнюю ситуацию назвал абсолютно новой реальностью», — добавил парламентарий. В этих сложных условиях отечественная молочная отрасль продолжает развиваться, эффективно адаптируясь к новым реалиям, во многом благодаря действующим сегодня мерам государственной поддержки, отметил он.

Так, с целью обеспечения финансовой стабильности отрасли для производителей молока предусмотрена поддержка в рамках реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, напомнил законодатель. Он уточнил, что данная поддержка направлена на повышение продуктивности, пополнение оборотными средствами в рамках льготного кредитования, а также возмещение части прямых понесенных затрат на строительство и модернизацию молочных ферм, на развитие племенного молочного скотоводства и другие направления.

В настоящее время совершенствование нормативно-правовой базы, организация контроля качества и безопасности молочной продукции — в числе ключевых задач, отметил спикер. По его мнению, одним из самых значимых событий для молочной отрасли стало введение в 2021 году цифровой маркировки молочной

продукции. «Это должно стать для отрасли не только серьезным поводом для работы, но и механизмом, избавляющим от контрафакта и фальсификата, недобросовестной конкуренции. У недобросовестных компаний остается желание использовать известные товарные бренды, вводить в заблуждение потребителей. Сегодня это (маркировка) единственный способ, механизм, который позволяет сохранять добросовестность в конкуренции», — пояснил парламентарий.

Также спикер акцентировал внимание на необходимости разработки мер государственной поддержки для российских производителей органической продукции. «В настоящее время мы находимся в дискуссии по отдельным мерам поддержки именно органической отрасли, потому что себестоимость ее всегда выше, а сроки хранения — ниже», — отметил сенатор. Он сообщил, что сейчас на рассмотрении в Госдуме находится законопроект, объединяющий понятия органической, биологической и экологической продукции. Данный законопроект призван объединить такие синонимичные понятия, как «эко», «био», «органик» (и другие), в контексте производства сертифицированной органической продукции. Производители, не прошедшие сертификацию, не смогут использовать такие слова на упаковке. «Как во всем мире, в нашей стране растет спрос на органическую продукцию. Молодое поколение начинает не только читать про здоровое питание, узнавать подходы правильного питания, но и хочет иметь гарантии от государства, — что потребляется качественная продукция», — пояснил законодатель. Сегодня и малые формы хозяйствования, и крупные предприятия могут выделять отдельные участки для развития органического производства, добавил он. «У молочной отрасли здесь тоже имеется потенциал», — отметил Александр Двойных.

«В заключение хотелось бы подчеркнуть, что время новой реальности ставит перед нами не только сложные задачи, но и дает нам абсолютно новые возможности для развития», — подытожил сенатор.

Ю.Г. Седова



ВЛАДИМИР ГОППЕ: «НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ УДАЕТСЯ УДЕРЖИВАТЬ ЭПИЗООТИЧЕСКОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ ПО БОЛЬШИНСТВУ БОЛЕЗНЕЙ»

В рамках пресс-конференции, прошедшей 24.01.2023 в ТАСС (Новосибирск), представители Управления ветеринарии Новосибирской области — заместитель начальника управления Владимир Гоппе и начальник отдела государственной ветеринарной службы районов области Даниил Миловидов сообщили об итогах работы ведомства в 2022 году и планах на текущий год.

Основной целью Управления ветеринарии Новосибирской области является организация ветеринарно-санитарных мер — комплекса мероприятий, направленных на обеспечение биологической и пищевой безопасности, отметил замначальника управления Владимир Гоппе. Среди ключевых задач ведомства — обеспечение эпизоотического благополучия в области по заразным болезням животных, в том числе опасным для человека. «Последние годы эпизоотическая ситуация в мире, Европе и Российской Федерации ухудшается. Так, в 2022 году в РФ зарегистрирован 141 очаг африканской чумы свиней (44 очага остаются активными сегодня). Представляет угрозу заразный узелковый дерматит — в прошедшем году в стране установлено 14 неблагополучных пунктов. Сложной остается обстановка по высокопатогенному гриппу птиц: в 2022 году в РФ зарегистрировано 56 очагов», — сказал спикер. Данные болезни наносят значительный урон экономике предприятий и региона, добавил он. «Несмотря на ухудшение ситуации в европейской части России и соседних регионах, Новосибирской области удастся удерживать эпизоотическое благополучие по большинству болезней», — отметил Владимир Гоппе. — Исключение в 2022 году составил бруцеллез животных, возникновение которого связано с нелегальным ввозом в область животных без сопроводительных ветеринарных документов из других неблагополучных регионов. В связи с этим на текущую дату зарегистрировано 5 неблагополучных пунктов бруцеллеза в личных подсобных хозяйствах. Также в 2022 году были установлены очаги бешенства. По бешенству надо сказать отдельно. Возникновение этой болезни связано с тем, что она является природно-очаговым заболеванием. Вирус постоянно циркулирует в дикой природе, его полное искоренение — очень длительный процесс, для этого в регионе проводится активная работа по вакцинации диких плотоядных животных путем раскладки съедобной вакцины. Эти мероприятия позволили снизить количество случаев бешенства. Так, в 2022 году установлено 5 случаев, в 2021-м — 6, в 2020-м — 16 (ранее регистрировалось до 160 случаев возникновения очагов бешенства в год)». По словам эксперта, поскольку очаг бешенства циркулирует в дикой природе, то отследить и профилактировать на 100% его крайне сложно.

Проводимая работа по иммунизации диких животных дает ощутимый эффект, кроме того, все плотоядные, принадлежащие гражданам, тоже подвергаются плановым вакцинациям против бешенства, сообщил замначальника управления ветеринарии региона. «Добиться эпизоотического благополучия в области по остальным болезням, таким как ящур, грипп птиц, африканская чума свиней (и ряду других заразных болезней), в том числе опасных для человека, нам удастся благодаря большому объему проводимых диагностических исследова-



ований и профилактических мероприятий», — резюмировал он. Так, в прошлом году региональной ветслужбой организовано проведение 239 990 тыс. вакцинаций домашних и сельскохозяйственных животных и птицы от заразных болезней, в том числе опасных для человека. В частности, было проведено более 1600 тыс. вакцинаций крупного и мелкого рогатого скота в связи с угрозой заноса возбудителей ящура с территории Казахстана. Не менее важными задачами являются своевременное выявление и лечение больных животных, для этого в структуре 30 подведомственных учреждений региональной госветслужбы действуют 29 ветлечебниц, 87 ветеринарных участков, 204 ветпункта, 20 ветеринарных лабораторий, 49 лабораторий ветеринарно-санитарной экспертизы (из них 19 лабораторий — на продовольственных рынках и ярмарках), сообщил спикер.

Начальник отдела госветслужбы районов области Даниил Миловидов заострил внимание на необходимости ликвидации неиспользуемых скотомогильников. Он напомнил, что с 2020 года Постоянно действующая противозoonотическая комиссия Правительства РФ рекомендовала регионам прекратить ввод в эксплуатацию, а также строительство новых скотомогильников, при этом старые — ликвидировать, а биологические отходы сжигать в инсинераторных установках (печах-инсинераторах). «Нам удалось ликвидировать 187 неиспользуемых скотомогильников в прошлом году. По состоянию на начало 2023 года в области имеется 621 скотомогильник, в том числе девять сибиреязвенных захоронений», — рассказал спикер. По его словам, в течение ближайших 3–4 лет планируется «все это дело ликвидировать». Даниил Миловидов также сообщил, что в прошлом году в регионе было обустроено 8 из 9 сибиреязвенных скотомогильников, оставшихся с первой половины XX века. Объекты (земельные участки) передали в областную собственность, земельные участки огородили, установили информационные аншлаги. «Это сделано для того, чтобы не было распахки этих земель и, не дай бог, распространения возбудителя сибирской язвы», — пояснил он. В настоящее время проводится установление санитарно-защитных зон данных объектов, заключил спикер.

Ю.Г. Седова

УДК 576.315:57.087

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-23-29

И.П. Новгородова

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, поселок Дубровицы, городской округ Подольск, Московская обл., Российская Федерация

✉ novg-inna2005@yandex.ru

Поступила в редакцию:
01.11.2022

Одобрена после рецензирования:
30.12.2022

Принята к публикации:
30.01.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-23-29

Inna P. Novgorodova

Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, Dubrovitsy village, Podolsk city district, Moscow region, Russian Federation

✉ novg-inna2005@yandex.ru

Received by the editorial office:
01.11.2022

Accepted in revised:
30.12.2022

Accepted for publication:
30.01.2023

Возможности использования микроядерного анализа для выявления генных мутаций ЖИВОТНЫХ

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Основной целью проведения микроядерного анализа является выявление веществ, вызывающих цитотоксические повреждения и приводящие к образованию микроядер, содержащих отстающие фрагменты хромосом или целых хромосом. Для исследования хромосомных нарушений сейчас очень часто используют микроядерный анализ, так как он достаточно легкий в исполнении и не требует больших затрат.

Методы и результаты. Микроядра являются цитоплазматическими хроматинсодержащими телами, формирующимися при запаздывании в анафазе либо телофазе при клеточном делении или фрагментации ядра в процессе апоптоза. Метод микроядерного анализа используют в качестве биомаркера хромосомных aberrаций при исследовании на мутагенность, а также как маркер развития онкологических заболеваний. При количественных изменениях ДНК в клетке происходит образование микроядер. Именно их наличие и является показателем того, что организм был подвержен загрязнению окружающей среды (ядохимикаты, пестициды, радиация, тяжелые металлы и т. д.), приводящей к воспалительным и патологическим процессам. В последнее время проведено много исследований, направленных на изучение влияния факторов окружающей среды на генетический аппарат организма. Под действием мутагенов в пролиферирующих клетках образуются микроядра, подсчет которых позволяет проводить диагностику как генотоксического стресса, так и генетической нестабильности организма. Для определения ранних генетических изменений в организме человека и животных необходимы чувствительные и нетрудоемкие методы, к которым как раз можно отнести микроядерный анализ. В последнее время микроядерный анализ становится актуальным для использования его в животноводческой сфере, в основном при исследованиях, направленных на контроль качества животноводческой продукции, используемой в дальнейшем для питания человека.

Ключевые слова: микроядерный анализ, генотоксичность, биомониторинг, микроядра, лимфоциты, периферическая кровь

Для цитирования: Новгородова И.П. Возможности использования микроядерного анализа для выявления генных мутаций животных. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 23–29. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-23-29>

© Новгородова И.П.

Possibilities of using micronucleus analysis to detect gene mutations in animals

ABSTRACT

Relevance. The main purpose of micronuclear analysis is to identify substances that cause cytotoxic damage and lead to the formation of micronuclei containing lagging fragments of chromosomes or whole chromosomes. For the study of chromosomal disorders, micronuclear analysis is now very often used, since it is quite easy to perform and does not require large costs.

Methods and results. Micronuclei are cytoplasmic chromatin-containing bodies formed when delayed in anaphase or telophase during cell division or fragmentation of the nucleus during apoptosis. The method of micronuclear analysis is used as a biomarker of chromosomal aberrations in the study of mutagenicity, as well as as a marker of the development of oncological diseases. With quantitative changes in DNA in the cell, the formation of micronuclei occurs. It is their presence that is an indicator that the body was exposed to environmental pollution (pesticides, pesticides, radiation, heavy metals, etc.), leading to inflammatory and pathological processes. Recently, many studies have been conducted aimed at studying the influence of environmental factors on the genetic apparatus of the body. Under the influence of mutagens, micronuclei are formed in proliferating cells, the counting of which allows for the diagnosis of both genotoxic stress and genetic instability of the organism. To determine early genetic changes in humans and animals, sensitive and labor-intensive methods are needed, which can be attributed to micronuclear analysis. Recently, micronuclear analysis has become relevant for its use in the livestock sector, mainly in research aimed at quality control of livestock products used in the future for human nutrition.

Key words: micronucleus analysis, genotoxicity, biomonitoring, micronuclei, lymphocytes, peripheral blood

For citation: Novgorodova I.P. Possibilities of using micronucleus analysis to detect gene mutations in animals. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 23–29. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-23-29> (In Russian).

© Novgorodova I.P.

Введение / Introduction

Сейчас как никогда остро стоит вопрос безопасности пищевых продуктов. Именно поэтому животноводческую продукцию исследуют как на наличие в ней лекарственных средств, так и загрязняющих веществ в окружающей среде. В некоторых странах проводят отбор проб от животных и птиц для контроля содержания вредных веществ в организме (ксенобиотики, тяжелые металлы, наркотики и т. д.) [1]. Это является приоритетным направлением, так как позволяет оценивать генетическое здоровье людей, подвергающихся действию мутагенных веществ через продукты животного происхождения.

Например, N. Sandoval-Herrera с коллегами (2021) провел исследование на летучих мышах, являющихся одним из важных объектов в экосистеме и подвергающихся влиянию пестицидов при обработке сельскохозяйственных полей. Употребление мышами растений и семян с таких полей приводит к образованию микроядер, таким образом, подтверждается, что анализ микроядер может использоваться при оценке химической генотоксичности животных [2].

На молекулярном, клеточном и хромосомном уровне могут отражать свое действие различные вещества, к которым относятся как химические (ядохимикаты, в том числе пестициды), так радиационные [3, 4]. Эти вещества являются генотоксичными и вызывают повреждение генетического материала (генные мутации, хромосомные изменения, повреждения ДНК). Такие изменения могут приводить не только к мутациям, но и к различным повреждениям клеток (с последующей их гибелью) и даже к онкологическим заболеваниям [2, 5].

Нарушение целостности генетических структур клеток приводит к наследственным изменениям, передающимся по наследству. Достаточно давно известно, что мутации половых клеток, подверженных генотоксическому действию, приводят к увеличению количества аборт, мертворождению, врожденным порокам и различным наследственным заболеваниям.

Обсуждение / Discussion

Многочисленные исследования, некоторые из которых были проведены около 100 лет назад, позволили выявить отрицательное действие различных химических, физических и биологических факторов на геном человека и животных, вызывающих различные мутации, в том числе нестабильность генома [6, 7]. Такие изменения, как поломка хромосом и неправильная сегрегация, относятся к необратимым генетическим повреждениям, для выявления которых используют достаточно простые цитогенетические методы [8].

Цитогенетические тесты являются наиболее эффективными для оценки состояния здоровья животных. Для определения воздействия различных генотоксических веществ на организм человека (или животных) можно использовать несколько тестов, позволяющих выявлять носителей наследственных аномалий [8]. Для выявления мутагенности, в том числе оценки разрывов ДНК, наиболее доступными методами являются кометный анализ (CA) и микроядерный анализ (MNA). В основном такие методы используются в качестве биомаркеров для выявления повреждения ДНК. Остановимся более подробно на микроядерном анализе.

При хромосомных нарушениях в интерфазных клетках образуются микроядра, свидетельствующие о цитогенетических повреждениях, зачастую происходящих вследствие действия факторов окружающей среды на

человека и животных [9]. Таким образом, происходит патологическое деление клеток, сопровождающееся весьма часто образованием относительно разных по размеру ядер. Размеры микроядер могут отличаться. Так, крупные в основном наблюдаются при действии мутагенов, маленькие — при снижении клеток к регенерации и репарации [10, 11].

Микроядра впервые были обнаружены в эритроцитах более 100 лет назад гематологами Хауэллом и Джолли и впоследствии так и названы — тельца Хауэлла-Джолли (тельца Джолли) [12, 13]. Теодор Бовери (Theodor Heinrich Boveri) в 1902 г. выявил аномальное строение хромосом в клетках опухолей [14]. Этот же ученый предположил, что аномальное число хромосом в клетке возникает из-за митотических ошибок. В последующих исследованиях других ученых было доказано, что во время митоза неправильная сегрегация хромосом сопровождается образованием ядерной мембраны микроядер [15].

Микроядерный тест был разработан W. Schmid в 1970 г., хотя есть версии, что он был предложен в 1970–1973 гг. несколькими учеными. W. Schmid идентифицировал микроядра как маленькие базофильные круглые включения внутри эритроцитов [8, 16]. P. Countryman и J. Heddle (1976) предложили использовать микроядра для диагностики повреждений хромосом в лимфоцитах периферической крови. Позже на его основании был разработан метод микроядерного блока цитокинов (CBMN), позволяющий специфически оценивать микроядра в клетках, завершивших деление ядра [17].

Микроядра образуются из ядерного хроматина и в интерфазе находятся в цитоплазме клеток. Имеют округлую форму и размер намного меньше, чем ядро клетки [15, 18, 19]. Во время телофазы они окружены ядерной мембраной [3] и могут визуализироваться в цитоплазме. Деление клеток сопровождается образованием одиночных или множественных микроядер, при этом в ядра дочерних клеток могут включаться целые хромосомы или их фрагменты.

Формирование микроядер наблюдается при апоптозе, зачастую при нарушении иммунного ответа организма на внешние воздействия [3], и могут появляться в клетках любой пролиферирующей ткани. При этом происходит образование клеток с неполным набором хромосом с дальнейшим развитием мутаций и, как следствие, наследственных заболеваний. Во многих исследованиях было описано, что увеличение частоты микроядер в периферических лимфоцитах связано с повышенным риском рака на популяционном уровне, что позволило рассматривать этот признак в качестве маркера развития онкологии [5, 20].

Генетические повреждения, приводящие к хромосомным aberrациям, сопровождаются образованием микроядер. Увеличение их количества является показателем неблагоприятного воздействия и позволяет проводить диагностику и контроль за процессами, происходящими в организме (хромосомные нарушения) [21]. Для проведения микроядерного анализа необходима световая микроскопия, при которой проводят дифференциальный подсчет лейкоцитов и изучают профили эритроцитов [22].

M. Fenech (2000) в своих исследованиях выявил, что частота микроядер в значительной степени определяется генетическими факторами и тем самым представляет промежуточный фенотип между механизмами репарации молекулярной ДНК и фенотипом рака [23]. Микроядра рассматривают в качестве биомаркеров

структурных и числовых хромосомных aberrаций при тестировании на мутагенность и биомониторинг [24].

Микроядерный анализ используют для выявления взаимосвязи между повреждением ДНК и бесплодием, в то же время бесплодие наблюдается при наличии микроядер в сперматидях, положительная корреляция была отмечена при повреждении ДНК спермы и наличием микроядер в периферической крови мужчин. Рассматривают возможность использования микроядер в лимфоцитах периферической крови и репродуктивных тканях в качестве биомаркера бесплодия и осложнений беременности у человека [9].

Т. Глазко с коллегами (2013) изучала влияние результативности микроядерного теста на возраст животных, сезон, видовую принадлежность и эколого-географические условия воспроизводства. Доказано, что повышенный уровень частоты встречаемости клеток с цитогенетическими аномалиями в периферической крови статистически достоверно коррелирует с количеством морфологически дефектных сперматозоидов, в дальнейшем приводящих к нарушениям функций — воспроизводительной и репродуктивной. Для распознавания таких аномалий используют показатели частоты встречаемости эритроцитов с микроядрами [25].

Серьезным фактором является то, что микроядерный анализ — важный биомаркер *in vivo* и *in vitro* и широко используется в молекулярной эпидемиологии и цитогенетике [26]. Этот анализ рассматривается в качестве перспективного метода в вопросах изучения влияния факторов окружающей среды на генетический аппарат организма. Метод основан на особенностях пролиферирующих клеток образовывать такие ядерные структуры, как микроядра, под действием мутагенов [22].

Микроядра в 1959 г. были предложены в качестве маркеров цитогенетических повреждений [12]. Позже, в 1970 г., микроядерный анализ K. Boller и W. Schmid стали использовать как цитогенетический тест [27], после чего его стали применять на полихроматических эритроцитах костного мозга [28] и лимфоцитах [17].

Микроядерный анализ позволяет проводить исследования, направленные на изучение воздействия вредных веществ на разных стадиях клеточного цикла клеток [10]. Достаточно много исследований описано с использованием микроядер для выявления цитогенотоксичности и мутагенности различных соединений.

А. Водунов с коллегами (2008) выявила увеличение количества эритроцитов с микроядрами у больных людей с atopической бронхиальной астмой. При этом отмечалась прямо пропорциональная зависимость микроядер от степени тяжести заболевания [29].

В исследованиях С. Касимова и других ученых (2020) был проведен цитогенетический анализ с целью оценки стабильности генетического аппарата у студентов разных национальностей (русские, казахи, туркмены) в буккальном эпителии. В ходе работы были выявлены как половые, так и национальные отличия в изучаемых группах людей [10].

Также этот метод применяют на эукариотических клетках и для исследования хромосомных aberrаций, так как для этого не требуется анализ кариотипа. Образование микроядер широко используется в качестве биомаркера генотоксичности у людей, модельных организмов, а в последнее время и у диких животных [2, 8, 30, 31].

При цитогенетическом анализе с целью оценки стабильности генетического аппарата стали применять микроядерный тест [32]. Есть ряд исследований раз-

личных ученых, направленных на изучение образования микроядер при таких заболеваниях, как сахарный диабет, онкология и аллергия [33].

При лечении онкологических заболеваний используют химиотерапевтические препараты, которые в свою очередь также приводят к мутационной нагрузке. Для выявления их действия на организм применяют микроядерный тест, позволяющий проводить диагностику кластогенных и цитотоксических эффектов [34].

В странах ЕС и Японии микроядерный анализ является обязательным тестом, используемым при токсикологических исследованиях. В литературе описано достаточно много результатов применения микроядерного теста на таких видах, как рыбы, мыши, крысы, лягушки, голуби, ящерицы и гадюки [35]. Но не следует упускать альтернативу использования этого метода как важного показателя физиологического состояния организма [36].

Микроядерный тест является надежным, доступным, точным. Для его проведения необходимо минимальное время, и немаловажный фактор — независимость анализа от вида кариотипа (большое количество хромосом, хромосомы небольших размеров), позволяющим определять хромосомные потери с большой точностью, а также возможностью использования на тканях с низкой митотической активностью [10].

В то же время к недостаткам микроядерного анализа относятся: зависимость используемых методов фиксации и окраски (необходимо специальное окрашивание для более точного выявления типа хромосомных aberrаций с нарушениями); отличие уровня клеток с микроядрами в разных органах и тканях у одного и того же организма неодинаково; для определения типа хромосомных aberrаций и идентификации хромосом необходимо использовать микроядерный тест параллельно с другими методами [9, 37].

Немаловажным условием для проведения эксперимента является то, что необходимо учитывать пол, возраст и физиологические особенности исследуемого организма, так как частота микроядер может изменяться в зависимости от этих показателей.

Как уже говорилось выше, повышенная частота микроядер указывает на хромосомное повреждение, происходящее при снижении жизнеспособности клеток. Этот фактор как раз и рассматривается в качестве маркера нестабильности их функционирования. Микроядра образуются в ходе хромосомных разрывов (кластогенез) либо нарушения митотического аппарата (анегенез) в процессе эритропоэза в костном мозге или селезенке.

Наличие микроядер в клетках свидетельствует о количественных изменениях ДНК в живой клетке, а также генотоксическом стрессе и (или) генетической нестабильности организма. Клетки, содержащие микроядра, являются информативным показателем того, что организм был подвержен действию различных факторов, в том числе загрязнению окружающей среды, вызывающих воспалительные и патологические процессы.

В исследованиях М. Елькиной и ее коллег (2011) был проведен анализ внутривидовой генетической дифференциации у монгольского скота, в том числе крупного рогатого скота, яков и овец, в зоне рискованного животноводства Гоби с использованием микроядерного теста. По результатам проведенных исследований была отмечена повышенная стабильность генетического аппарата [38].

Так, Е. Романова и Е. Рябина (2019) проводили исследования, направленные на изучение качества

среды для мониторинга генотоксического загрязнения с использованием микроядерного анализа (гематологические и цитогенетические показатели прудовых лягушек). По результатам работы этих ученых были даны рекомендации по применению данного метода с целью оценки экологического состояния не только популяции организмов, но и среды обитания [39].

В ходе исследований С. Подберезко и С. Мельнова (2020) был изучен цитогенетический статус амфибий в водоемах с различной антропогенной нагрузкой. На основании полученных результатов было выявлено большое содержание микроядер в наиболее загрязненном водоеме (больше чем в 11 раз, $p < 0,05$), о чем свидетельствовала частота встречаемости хромосомных aberrаций [40].

А. Бигалиев с коллегами (2020) проводил цитогенетические исследования рыб, содержащихся в загрязненных водоемах, и выявил, что на таких территориях количество клеток с микроядрами увеличивается в 1,5–2 раза. Такая же тенденция была отмечена и у людей, проживающих на загрязненных территориях в данной местности [41].

С. Смородинская в своих исследованиях (2022) выявляла взаимосвязь возникновения микроядер в эритроцитах рыб *Danio rerio* с воздействием на организм пищевой добавки ликопина. В ходе эксперимента было выяснено, что ликопин не имеет генотоксического воздействия и может использоваться в различных продуктах питания [42].

В 2000 году отмечалось повышенное внимание лабораторий, работающих в области экологического мутагенеза с использованием микроядерного анализа. Было опубликовано много статей, основанных на этих исследованиях. Микроядерный анализ был применен в вирусологии. Например, было доказано, что белок TAX вируса Т-лейкемии человека типа I и II вызывает увели-

чение частоты микроядер [43]. Такая же картина наблюдалась при заболевании вирусом Эпштейна — Барр [44] и при ВПЧ [45, 46]. В работах S. Duensing и K. Munger была выявлена прямая связь индукции микроядер с онкобелками E6 и E7 ВПЧ [47].

В отличие от большинства молекулярных изменений, поломка хромосом и неправильная сегрегация относятся к необратимым генетическим повреждениям, которые можно легко обнаружить в подвергшихся воздействию организмах с помощью простых методов. Стоит учитывать тот факт, что иногда микроядра могут путать с гранулами тучных клеток. Необходимо помнить, что форма клеток круглая или овальная с четкими краями и они всегда равномерно окрашены [35].

Микроядерный анализ был применен на различных клетках, таких как безъядерные эритроциты, сперматиды, ооциты, в том числе эмбрионах, для изучения трансплацентарной активности. Разностороннее использование этого метода открывает перспективы для раннего прогнозирования наследственных заболеваний, оценки мутагенности при экологических катастрофах [48, 49].

Выводы / Conclusion

Актуальность проведения микроядерного теста становится наиболее востребованной вследствие роста экологических катастроф, загрязнения окружающей среды, а также использования генетически модифицированных продуктов. Методики анализа микроядер в медицине для различных тканей стандартизированы, в то время как в сельском хозяйстве необходимо проводить целенаправленное изучение данного метода на разных видах животных. Это позволит определить причину возникновения многих заболеваний, а также использовать данный анализ с целью мониторинга экологической обстановки.

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.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания 0445-2021-0005 при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Минобрнауки РФ.

FUNDING

The work was carried out within the framework of the state task 0445-2021-0005 with the financial support of fundamental scientific research of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крюков В.И., Власова Е.Ю. Влияние гиповитаминоза на частоту микроядер в эритроцитах периферической крови индейки домашней (MELEAGRIS GALLOPAVO). *Биология в сельском хозяйстве*. 2019; 3(24): 2-9.
2. Sandoval-Herrera N., Paz Castillo J., Montalvo L.G.H. and Welch K.C. Micronucleus Test Reveals Genotoxic Effects in Bats Associated with Agricultural Activity. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2021; 40(1): 202-207. <https://doi.org/10.1002/etc.4907>.
3. Fenech M. Cytokinesis-block micronucleus cytome assay. *Nature Protocols*. 2007; 2(5): 1084-1104. doi:10.1038/nprot.2007.77.
4. Симаков Ю.Г., Никитин И.А., Иванов С.А., Штерман В.С., Штерман С.В., Сидоренко М.Ю., Сидоренко Ю.И. Изучение токсикологических характеристик растительных экстрактов для использования в продуктах спортивного питания. *Пищевая промышленность*. 2021; 11: 74-79. DOI 10.52653/PPI.2021.11.11.009.

REFERENCES

1. Kryukov V.I., Vlasova E.Yu. Effect of hypovitaminosis on the frequency of micronuclei in peripheral blood erythrocytes of domestic turkey (MELEAGRIS GALLOPAVO). *Biology in agriculture*. 2019; 3(24): 2-9. (In Russian).
2. Sandoval-Herrera N., Paz Castillo J., Montalvo L.G.H. and Welch K.C. Micronucleus Test Reveals Genotoxic Effects in Bats Associated with Agricultural Activity. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2021; 40(1): 202-207. <https://doi.org/10.1002/etc.4907>.
3. Fenech M. Cytokinesis-block micronucleus cytome assay. *Nature Protocols*. 2007; 2(5): 1084-1104. doi:10.1038/nprot.2007.77.
4. Simakov Yu.G., Nikitin I.A., Ivanov S.A., Shterman V.S., Shterman S.V., Sidorenko M.Yu., Sidorenko Yu.I. Study of the toxicological characteristics of plant extracts for use in sports nutrition products. *Food industry*. 2021; 11: 74-79. DOI 10.52653/PPI.2021.11.11.009. (In Russian).

5. Сутягина О.И., Кисурин-Евгеньева О.П. Морфофункциональные различия микроядер в культурах p53-положительных и p53-отрицательных опухолевых клеток человека. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2019; 167(6): 777-783.
6. Muller H. The production of mutations by X-rays. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 1928; 68: 59. <http://dx.doi.org/10.1126/science.68.1751.59>.
7. Miyamae Y., Yamamoto M., Sasaki Y., Kobayashi H., Igarashi-Soga M., Shimoi K., Hayashi M. Evaluation of a tissue homogenization technique that isolates nuclei for the in vivo single cell gel electrophoresis (comet) assay: a collaborative study by five laboratories. *Mutation Research*. 1998; 418: 131-140.
8. Souto H.N., de Campos J nior E.O., Campos C.F., Rodrigues T.S., Pereira B.B., Morelli S. Biomonitoring birds: The use of a micronuclei test as a tool to assess environmental pollutants on coffee farms in southeast Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*. 2018; 25: 24084-24092.
9. Fenech M. Micronuclei and their association with sperm abnormalities, infertility, pregnancy loss, pre-eclampsia and intra-uterine growth restriction in humans. *Mutagenesis*. 2011; 26(1): 63-67. doi:10.1093/mutage/geq084.
10. Касимова С.К., Ломтева Н.А., Кондратенко Е.И., Кузина Т.В., Сазбанова А.Д. Цитогенетические нарушения в клетках буккального эпителия студентов разных этнических групп. *Современные проблемы науки и образования*. 2020; 6: 186. DOI 10.17513/spno.30453.
11. Nikiforov-Nikishin D.L., Kochetkov N.I., Smorodinskaya S.V., Tatarenko P.Yu., Matveeva D.M. Toxicity of metal chelates mixture in aquatic environment at Danio rerio. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 839(5): 052010. doi:10.1088/1755-1315/839/5/052010.
12. Kirsch-Volders M., Fenech M., Bolognesi C. Validity of the Lymphocyte Cytokinesis-Block Micronucleus Assay (L-CBMN) as biomarker for human exposure to chemicals with different modes of action: A synthesis of systematic reviews. *Mutation research. Genetic toxicology and environmental mutagenesis*. 2018; 836:47-52. doi:10.1016/j.mrgentox.2018.05.010.
13. Kirsch-Volders M., Fenech M. Micronucleus Assays with Human Lymphocytes for In Vitro Genetic Toxicology Testing. *In The Micronucleus Assay in Toxicology*. London, UK. 2019; 157-168. DOI:10.1039/9781788013604-00157.
14. Boveri T. Concerning the origin of malignant tumours by Theodor Boveri. Translated and annotated by Henry Harris. *Journal of Cell Science*. 2008; 121(1): 1-84.
15. Fenech M. Cytokinesis-Block Micronucleus Cytome Assay Evolution into a More Comprehensive Method to Measure Chromosomal Instability. *Genes*. 2020; 11: 1203. doi:10.3390/genes11101203.
16. Schmid W. The micronucleus test for cytogenetic analysis. *In Chemical Mutagens*. Springer, New York, NY, USA. 1976; 31-53.
17. Countryman P., Heddle J. The production of micronuclei from chromosome aberrations in irradiated cultures of human lymphocytes. *Mutation research*. 1976; 41: 321-331.
18. Ye C.J., Sharpe Z., Alemara S., Mackenzie S., Liu G., Abdallah B., Horne S., Regan S., Heng H.H. Micronuclei and Genome Chaos: Changing the System Inheritance. *Genes*. 2019; 1: E 366. doi:10.3390/genes10050366.
19. Fenech M. Mechanisms by which genotoxins cause micronuclei and other nuclear anomalies. *The micronucleus assay in toxicology*. 2019; 8-23. DOI:10.1039/9781788013604-00008.
20. Trigos A.S., Pearson R.B., Papenfuss A.T., Goode D.L. How the evolution of multicellularity set the stage for cancer. *Br. J. Cancer*. 2018; 118: 145-152.
21. A. Dhawan, M. Bajpayel. Genotoxicity Assesment. *Methods and Protocols*. 2019; 378. <https://doi.org/10.1007/978-1-4339-9646-9>.
22. Davis A.K., Maney D.L. The use of glucocorticoid hormones or leucocyte profiles to measure stress in vertebrates: What's the difference? *Methods in Ecology and Evolution*. 2018; 9: 1556-1568.
5. Sutyagina O.I., Kisurina-Evgen'eva O.P. Morphofunctional differences in micronuclei in cultures of p53-positive and p53-negative human tumor cells. *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2019; 167(6): 777-783. (In Russian).
6. Muller H. The production of mutations by X-rays. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 1928; 68: 59. <http://dx.doi.org/10.1126/science.68.1751.59>.
7. Miyamae Y., Yamamoto M., Sasaki Y., Kobayashi H., Igarashi-Soga M., Shimoi K., Hayashi M. Evaluation of a tissue homogenization technique that isolates nuclei for the in vivo single cell gel electrophoresis (comet) assay: a collaborative study by five laboratories. *Mutation Research*. 1998; 418: 131-140.
8. Souto H.N., de Campos J nior E.O., Campos C.F., Rodrigues T.S., Pereira B.B., Morelli S. Biomonitoring birds: The use of a micronuclei test as a tool to assess environmental pollutants on coffee farms in southeast Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*. 2018; 25: 24084-24092.
9. Fenech M. Micronuclei and their association with sperm abnormalities, infertility, pregnancy loss, pre-eclampsia and intra-uterine growth restriction in humans. *Mutagenesis*. 2011; 26(1): 63-67. doi:10.1093/mutage/geq084.
10. Kasimova S.K., Lomteva N.A., Kondratenko E.I., Kuzina T.V., Sazbanova A.D. Cytogenetic disorders in buccal epithelial cells of students of different ethnic groups. *Modern problems of science and education*. 2020; 6: 186. DOI 10.17513/spno.30453. (In Russian).
11. Nikiforov-Nikishin D.L., Kochetkov N.I., Smorodinskaya S.V., Tatarenko P.Yu., Matveeva D.M. Toxicity of metal chelates mixture in aquatic environment at Danio rerio. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 839(5): 052010. doi:10.1088/1755-1315/839/5/052010.
12. Kirsch-Volders M., Fenech M., Bolognesi C. Validity of the Lymphocyte Cytokinesis-Block Micronucleus Assay (L-CBMN) as biomarker for human exposure to chemicals with different modes of action: A synthesis of systematic reviews. *Mutation research. Genetic toxicology and environmental mutagenesis*. 2018; 836:47-52. doi:10.1016/j.mrgentox.2018.05.010.
13. Kirsch-Volders M., Fenech M. Micronucleus Assays with Human Lymphocytes for In Vitro Genetic Toxicology Testing. *In The Micronucleus Assay in Toxicology*. London, UK. 2019; 157-168. DOI:10.1039/9781788013604-00157.
14. Boveri T. Concerning the origin of malignant tumours by Theodor Boveri. Translated and annotated by Henry Harris. *Journal of Cell Science*. 2008; 121(1): 1-84.
15. Fenech M. Cytokinesis-Block Micronucleus Cytome Assay Evolution into a More Comprehensive Method to Measure Chromosomal Instability. *Genes*. 2020; 11: 1203. doi:10.3390/genes11101203.
16. Schmid W. The micronucleus test for cytogenetic analysis. *In Chemical Mutagens*. Springer, New York, NY, USA. 1976; 31-53.
17. Countryman P., Heddle J. The production of micronuclei from chromosome aberrations in irradiated cultures of human lymphocytes. *Mutation research*. 1976; 41: 321-331.
18. Ye C.J., Sharpe Z., Alemara S., Mackenzie S., Liu G., Abdallah B., Horne S., Regan S., Heng H.H. Micronuclei and Genome Chaos: Changing the System Inheritance. *Genes*. 2019; 1: E 366. doi:10.3390/genes10050366.
19. Fenech M. Mechanisms by which genotoxins cause micronuclei and other nuclear anomalies. *The micronucleus assay in toxicology*. 2019; 8-23. DOI:10.1039/9781788013604-00008.
20. Trigos A.S., Pearson R.B., Papenfuss A.T., Goode D.L. How the evolution of multicellularity set the stage for cancer. *Br. J. Cancer*. 2018; 118: 145-152.
21. A. Dhawan, M. Bajpayel. Genotoxicity Assesment. *Methods and Protocols*. 2019; 378. <https://doi.org/10.1007/978-1-4339-9646-9>.
22. Davis A.K., Maney D.L. The use of glucocorticoid hormones or leucocyte profiles to measure stress in vertebrates: What's the difference? *Methods in Ecology and Evolution*. 2018; 9: 1556-1568.

23. Fenech M. The in vitro micronucleus technique. *Mutation research*. 2000; 455: 81-95. [http://dx.doi.org/10.1016/S0027-5107\(00\)00065-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0027-5107(00)00065-8).
24. Haschka M., Karbon G., Fava L., Villunger A. Perturbing mitosis for anti-cancer therapy: is cell death the only answer? *EMBO Reproduction*. 2018; 19: e45440.
25. Глазко Т.Т., Косовский Г.Ю., Глазко В.И. Биомаркеры геномной нестабильности у животных сельскохозяйственных видов. *Известия ТСХА*. 2013; 2: 139-147.
26. Мальнева К.Е., Ячменева Л.А. Особенности строения микроядер буккального эпителия. *Международный студенческий научный вестник*. 2020; 2: 5.
27. Boller K., Schmid W. Chemical mutagenesis in mammals - Chinese hamster cells as an in vivo test system. *Hematological finding after treatment with tenimon, Humangenetik*. 1970; 11: 34-54.
28. Heddle J. A rapid in vivo test for chromosomal damage. *Mutation research*. 1973; 18: 187-190.
29. Водунон А.С., Пономарева Н.А., Абрамова З.И. Цитогенетические изменения в эритроцитах больных atopической бронхиальной астмой. *Ученые записки Казанского государственного университета*. 2008; 150(2): 101-105.
30. Benvindo-Souza M., Borges R.E., Pacheco S.M., de Souza Santos L.R. Genotoxicological analyses of insectivorous bats (Mammalia: Chiroptera) in central Brazil: The oral epithelium as an indicator of environmental quality. *Environmental Pollution*. 2019a; 245: 504-509.
31. Benvindo-Souza M., Borges R.E., Pacheco S.M., de Souza Santos L.R. Micronucleus and other nuclear abnormalities in exfoliated cells of buccal mucosa of bats at different trophic levels. *Environmental toxicology*. 2019b; 172: 120-127.
32. Sula E., Aliko V., Pagano M., Faggio C. Digital light microscopy as a tool in toxicological evaluation of fish erythrocyte morphological abnormalities. *Microscopy Research and Technique*. 2020; 83: 362-369. <https://doi.org/10.1002/jemt.23422>.
33. Гайдай Е.А., Дорофеева А.А., Крышень К.Л., Гайдай Д.С. Методические аспекты проведения ДНК-комет-теста в условиях in vivo в доклинических исследованиях. *Лабораторные животные для научных исследований*. 2020; 3. <https://doi.org/10.29296/2618723X-2020-03-03>.
34. Минаева В.И., Буслаев В.Ю. Микроядерный тест для оценки модификации генотоксического потенциала алкилирующих агентов под действием фитохимических веществ. *Современные проблемы науки и образования*. 2019; 6: 196-196. DOI 10.17513/spno.29381.
35. Зверева Д.Е. Использование микроядерного теста при оценке генотоксических свойств лекарственных веществ. *Вестник совета молодых учёных и специалистов Челябинской области*. 2019; 2(25): 10-20.
36. Яковлева И.Н., Мусиенко Н.А., Дронов В.В., Майдан В.В., Бронникова А.М. Микроядерный тест на генотоксичность в птицеводстве. *Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения: мат. междунар. научно-производственной конференции*. Белгород. 2012; 1: 139-141.
37. Chan Y.W., West, S.C. A new class of ultrafine anaphase bridges generated by homologous recombination. *Cell Cycle*. 2018; 17: 2101-2109. <https://doi.org/10.1080/15384101.2018.1515555>
38. Елькина М.А., Астафьева Е.Е., Карпушкина Т.В., Глазко Т.Т., Столповский Ю.А., Глазко В.И. Популяционно-генетическая дифференциация монгольских овец, крупного рогатого скота, яков в условиях хронического действия экологического стресса. *Известия ТСХА*. 2011; 2: 134-138.
39. Романова Е.Б., Рябинина Е.С. Скрининговый цитогенетический метод учета микроядер в крови прудовых лягушек как индикатор состояния водных биологических ресурсов. *Вестник Камчатского государственного технического университета*. 2019; 49: 43-49. DOI: 10.17217/2079-0333-2019-49- 43-49.
23. Fenech M. The in vitro micronucleus technique. *Mutation research*. 2000; 455: 81-95. [http://dx.doi.org/10.1016/S0027-5107\(00\)00065-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0027-5107(00)00065-8).
24. Haschka M., Karbon G., Fava L., Villunger A. Perturbing mitosis for anti-cancer therapy: is cell death the only answer? *EMBO Reproduction*. 2018; 19: e45440.
25. Glazko T.T., Kosovsky G.Yu., Glazko V.I. Biomarkers of genomic instability in agricultural animals. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2013; 2: 139-147. (In Russian).
26. Malneva K.E., Yachmeneva L.A. Features of the structure of the micronuclei of the buccal epithelium. *International Student Scientific Bulletin*. 2020; 2: 5. (In Russian).
27. Boller K., Schmid W. Chemical mutagenesis in mammals - Chinese hamster cells as an in vivo test system. *Hematological finding after treatment with tenimon, Humangenetik*. 1970; 11: 34-54.
28. Heddle J. A rapid in vivo test for chromosomal damage. *Mutation research*. 1973; 18: 187-190.
29. Vodunon A.S., Ponomareva N.A., Abramova Z.I. Cytogenetic changes in erythrocytes of patients with atopical bronchial asthma. *Scientific notes of Kazan State University*. 2008; 150(2): 101-105. (In Russian).
30. Benvindo-Souza M., Borges R.E., Pacheco S.M., de Souza Santos L.R. Genotoxicological analyses of insectivorous bats (Mammalia: Chiroptera) in central Brazil: The oral epithelium as an indicator of environmental quality. *Environmental Pollution*. 2019a; 245: 504-509.
31. Benvindo-Souza M., Borges R.E., Pacheco S.M., de Souza Santos L.R. Micronucleus and other nuclear abnormalities in exfoliated cells of buccal mucosa of bats at different trophic levels. *Environmental toxicology*. 2019b; 172: 120-127.
32. Sula E., Aliko V., Pagano M., Faggio C. Digital light microscopy as a tool in toxicological evaluation of fish erythrocyte morphological abnormalities. *Microscopy Research and Technique*. 2020; 83: 362-369. <https://doi.org/10.1002/jemt.23422>.
33. Gajdaj E.A., Dorofeeva A.A., Kryshen K.L., Gajdaj D.S. Methodological aspects of DNA-comet assay in vivo in preclinical research. *Laboratory Animals for Science*. 2020; 3: 16-24. <https://doi.org/10.29296/2618723X-2020-03-03> (In Russian).
34. Minina V.I., Buslaev V.Yu. A micronucleus test to assess the modification of the genotoxic potential of alkylating agents under the action of phytochemicals. *Modern problems of science and education*. 2019; 6: 196-196. DOI 10.17513/spno.29381. (In Russian).
35. Zvereva D.E. The use of the micronucleus test in assessing the genotoxic properties of medicinal substances. *Bulletin of the council of young scientists and specialists of the Chelyabinsk region*. 2019; 2(25): 10-20. (In Russian)
36. Yakovleva I.N., Musienko N.A., Dronov V.V., Maidan V.V., Bronnikova A.M. Micronuclear test for genotoxicity in poultry farming. *Problems of agricultural production at the present stage and ways to solve them: Mat. intl. research and production conference*. Belgorod. 2012; 1: 139-141. (In Russian)
37. Chan Y.W., West, S.C. A new class of ultrafine anaphase bridges generated by homologous recombination. *Cell Cycle*. 2018; 17: 2101-2109. <https://doi.org/10.1080/15384101.2018.1515555>
38. Elkina M.A., Astafieva E.E., Karpushkina T.V., Glazko T.T., Stolpovsky Yu.A., Glazko V.I. Population-genetic differentiation of Mongolian sheep, cattle, yaks under conditions of chronic environmental stress. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2011; 2: 134-138. (In Russian).
39. Romanova E.B., Ryabinina E.S. Screening cytogenetic method for counting micronuclei in the blood of pond frogs as an indicator of the state of aquatic biological resources. *Bulletin of the Kamchatka State Technical University*. 2019; 49: 43-49. DOI: 10.17217/2079-0333-2019-49-43-49. (In Russian).

40. Подберезко С.А., Мельнов С.Б. Оценка уровня генотоксичности окружающей среды с помощью микроядерного теста на эритроцитах амфибий. *Вестник Палеского дзяржаўнага ўніверсітэта*. 2020; 2: 3-11.

41. Бигалиев А.Б., Шалабаева К.З., Шимшиков Б.Е., Кобегенова С.С., Адилова Л.М., Кожахметова А.Н., Шарахметов С., Бурханова М.Н. Эколого-генетическая оценка последствий влияния радиации на загрязненных территориях. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2020; 24(7): 794-801. DOI 10.18699/VJ20.675.

42. Смородинская С.В. Разработка метода оценки безопасности пищевых добавок методом микроядерного теста на эритроцитах *Danio rerio*. *Товаровед продовольственных товаров*. 2022; 6: 404-412. Doi: 10.33920/igt-01-2206-05.

43. Semmes O., Majone F., Cantemir C., Turchetto L., Hjelle B., Jeang K. HTLV-I and HTLV-II Tax: differences in induction of micronuclei in cells and transcriptional activation of viral LTRs. *Virology*. 1996; 373-379.

44. Protection E. Frequency of micronucleated lymphocytes and Epstein-Barr virus contamination in Altai region residents living near the Semipalatinsk atomic test ground. *Probl. Radio Ecol. Environ. Prot.* 2003; 172-176.

45. Leal-Garza C., Cerda-Flores R., Leal-Elizondo E., Cortes-Gutierrez E. Micronuclei in cervical smears and peripheral blood lymphocytes from women with and without cervical uterine cancer. *Mutation research*. 2002; 515: 57-62.

46. Cassel A., Barcellos R., Silva C., Almeida S., Rossetti M. Association between human papillomavirus (HPV) DNA and micronuclei in normal cervical cytology. *Genetics and Molecular Biology*. 2014; 360-363.

47. Duensing S., Munger K. The human papillomavirus type 16 E6 and E7 onco-proteins independently induce numerical and structural chromosome instability. *Cancer Research*. 2002; 62: 7075-7082.

48. Крысанов Е.Ю., Ордзхоникдзе К.Г. Некоторые аспекты цитогенетического мониторинга. *Жизнь Земли: междисциплинарный научнопрактический журнал*. 2018; 40(4): 403-407.

49. Зуб А.В., Загребин В.Л., Дворяшина И.А., Терентьев А.В. Возможность использования биологической модели пресноводной рыбы данио рерио в доклинических исследованиях. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2020; 1(73): 10-13. DOI 10.19163/1994-9480-2020-1(73)-10-13.

40. Podberezko S.A., Melnov S.B. Assessment of the level of environmental genotoxicity using a micronucleus test on amphibian erythrocytes. *Bulletin of Palesky state university*. 2020; 2: 3-11. (In Russian).

41. Bigaliev A.B., Shalabaeva K.Z., Shimshikov B.E., Kobegenova S.S., Adilova L.M., Kozhakhmetova A.N., Sharakhmetov S., Burkhanova M.N. Ecological-genetic assessment of the consequences of the influence of radiation on contaminated territories. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020; 24(7): 794-801. DOI 10.18699/VJ20.675. (In Russian).

42. Smorodinskaya S.V. Development of a method for assessing the safety of food additives using a micronucleus test on *Danio rerio* erythrocytes. *Food Products Commodity Expert*. 2022; 6: 404-412. Doi: 10.33920/igt-01-2206-05. (In Russian).

43. Semmes O., Majone F., Cantemir C., Turchetto L., Hjelle B., Jeang K. HTLV-I and HTLV-II Tax: differences in induction of micronuclei in cells and transcriptional activation of viral LTRs. *Virology*. 1996; 373-379.

44. Protection E. Frequency of micronucleated lymphocytes and Epstein-Barr virus contamination in Altai region residents living near the Semipalatinsk atomic test ground. *Probl. Radio Ecol. Environ. Prot.* 2003; 172-176.

45. Leal-Garza C., Cerda-Flores R., Leal-Elizondo E., Cortes-Gutierrez E. Micronuclei in cervical smears and peripheral blood lymphocytes from women with and without cervical uterine cancer. *Mutation research*. 2002; 515: 57-62.

46. Cassel A., Barcellos R., Silva C., Almeida S., Rossetti M. Association between human papillomavirus (HPV) DNA and micronuclei in normal cervical cytology. *Genetics and Molecular Biology*. 2014; 360-363.

47. Duensing S., Munger K. The human papillomavirus type 16 E6 and E7 onco-proteins independently induce numerical and structural chromosome instability. *Cancer Research*. 2002; 62: 7075-7082.

48. Krysanov E.Yu., Ordzhonikidze K.G. Some aspects of cytogenetic monitoring. *The Life of the Earth: interdisciplinary scientific and practical journal*. 2018; 40(4): 403-407. (In Russian).

49. Zub A.V., Zagrebina V.L., Dvoryashina I.A., Terentiev A.V. The possibility of using a biological model of freshwater zebrafish in preclinical studies. *Bulletin of the Volgograd State Medical University*. 2020; 1(73): 10-13. DOI 10.19163/1994-9480-2020-1(73)-10-13. (In Russian).

ОБ АВТОРЕ:

Инна Петровна Новгородова, кандидат биологических наук, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация
E-mail: novg-inna2005@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4617-1644>

ABOUT THE AUTHOR:

Inna Petrovna Novgorodova, Candidate of Biological Sciences, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation
E-mail: novg-inna2005@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4617-1644>

Е.О. Крупин, ✉
Ш.К. Шакиров

Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук», г. Казань, Российская Федерация

✉ evgeny.krupin@gmail.com

Поступила в редакцию:
06.09.2022

Одобрена после рецензирования:
30.12.2022

Принята к публикации:
30.01.2023

Research article


 creative commons
 Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-30-34

Evgeny O. Krupin, ✉
Shamil Sh. Shakirov

Tatar Research Institute of Agriculture — a separate structural subdivision of the Federal Research Center "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Kazan, Russian Federation

✉ evgeny.krupin@gmail.com

Received by the editorial office:
06.09.2022

Accepted in revised:
30.12.2022

Accepted for publication:
30.01.2023

Изменения отдельных диагностических маркеров углеводного, липидного и минерального обмена веществ у дойных коров, обусловленные кормлением

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Любые изменения функциональных процессов в организме коров отражаются на биохимических показателях их крови. У высокопродуктивных животных энергетические затраты в послеродовой период на становление лактации не покрываются объемом поедаемых кормов. Недостаток энергии компенсируется за счет внутренних резервов организма, что обуславливает катаболический характер обмена веществ. Последствием нарушения белкового, углеводно-жирового и витаминно-минерального обмена в целом является изменение гормонального статуса организма, что негативно влияет на воспроизводительную функцию и приводит к снижению молочной продуктивности.

Методы. Формирование групп животных и методические приемы постановки научно-хозяйственного опыта выполнены по А. Овсянникову. Рационы, состав премикса и испытанной кормовой добавки рассчитаны с использованием программы «Корм Оптима Эксперт» («КормоРесурс», Россия). Потребности дойных коров в питательных и биологически активных веществах определяли по А. Калашникову, В. Фисину, В. Щеглову и др. В сыворотке крови определяли содержание глюкозы, холестерина, триглицеридов, кальция общего, фосфора неорганического на полуавтоматическом биохимическом анализаторе с проточной кюветой BS-3000M. Результаты обрабатывали биометрически, достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента.

Результаты. Максимальное увеличение концентрации глюкозы в крови отмечено у коров третьей группы (7,93%) ($p < 0,05$), холестерина — у коров второй группы (24,43%). Содержание триглицеридов у животных контрольной группы снижалось на 25,00% ($p < 0,05$). Уровень кальция в сыворотке крови животных имел тенденцию к увеличению. Наиболее выраженное увеличение наблюдалось у особей третьей группы. У животных опытных групп уровень фосфора неорганического снижался.

Ключевые слова: корова, корм, рацион, обмен веществ, кровь, анализ, диагностика

Для цитирования: Крупин Е.О., Шакиров Ш.К. Изменения отдельных диагностических маркеров углеводного, липидного и минерального обмена веществ у дойных коров, обусловленные кормлением. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 30–34. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-30-34>

© Крупин Е.О., Шакиров Ш.К.

Changes in individual diagnostic markers of carbohydrate, lipid and mineral metabolism in dairy cows due to feeding

ABSTRACT

Relevance. Any changes in the functional processes in the body of cows are reflected in the biochemical parameters of their blood. In highly productive animals, the energy costs in the postpartum period for the formation of lactation are not covered by the volume of feed consumed. The lack of energy is compensated by the internal reserves of the body, which causes the catabolic nature of metabolism. The consequence of a violation of protein, carbohydrate-fat and vitamin-mineral metabolism in general is a change in the hormonal status of the body, which negatively affects the reproductive function and leads to a decrease in milk productivity.

Methods. The formation of animal groups and methodological techniques for setting scientific and economic experience were performed according to A. Ovsyannikov. The diets, the composition of the premix and the tested feed additive are designed using the program «Optima expert» («Cormersurs», Russia) the needs of milking cows in nutrient and biologically active substances were determined by A. Kalashnikov, V. Fisinin, V. Shcheglov and others. In the blood serum, the content, glucose, cholesterol, triglycerides, general calcium, and the unorganic focatoria on the semi-automatic biochemical analyzer with the BS-3000M cuvette were determined. The results were processed biometrically, the reliability of the differences was evaluated by the Students t-criterion.

Results. The maximum increase in the concentration of glucose in the blood was observed in cows of the third group (7.93%) ($p < 0.05$), cholesterol — in cows of the second group (24.43%). The content of triglycerides in animals of the control group decreased by 25.00% ($p < 0.05$). The level of calcium in the blood serum of animals was a tendency to increase. The most pronounced increase was observed in individuals of the third group. In animals of experimental groups, the level of fosphor inorganic decreased.

Key words: cow, food, diet, metabolism, blood, analysis, diagnostics

For citation: Krupin E.O., Shakirov Sh.K. Changes in individual diagnostic markers of carbohydrate, lipid and mineral metabolism in dairy cows due to feeding. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 30–34. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-30-34> (In Russian).

© Krupin E.O., Shakirov Sh.K.

Введение

Для того чтобы сельскохозяйственное животное могло полностью реализовать свой генетический потенциал по продуктивным качествам, необходимо нормальное функционирование всего организма. Это зависит от характера протекания метаболических процессов [1]. Любые изменения функциональных процессов в организме коров отражаются на биохимических показателях их крови [2].

В современных технологических условиях кормления и содержания молочных коров, обусловленных интенсификацией производства, на организм животных воздействует большое количество стрессовых факторов различной силы и длительности. Это вызывает глубокие (а зачастую даже необратимые) нарушения метаболических процессов, приводящие к развитию ряда патологий [3]. Кроме того, сильным стрессом является отел, что особенно негативно сказывается на организме коров-первотелок [4].

При развитии стрессовой реакции возрастает в крови уровень глюкозы, общих липидов и пировиноградной кислоты, снижается уровень триглицеридов, β -липопротеидов и общего холестерина, что является признаком начала дистрофии печени, обусловленной серьезными нарушениями в кормлении [5].

У высокопродуктивных молочных коров при неполноценных и некачественных рационах кормления нередко отмечают кетоз. Причиной болезни считают нарушение углеводно-жирового обмена [6].

Последствием нарушения белкового, углеводно-жирового и витаминно-минерального обменов в целом является изменение гормонального статуса организма, что негативно влияет на воспроизводительную функцию и приводит к снижению молочной продуктивности [7].

Использование в кормлении лактирующих коров высококачественных сочных кормов из бобовых культур положительно влияет на продуктивность и качество молока, позволяет улучшить белковый, углеводный и минеральный обмен животных [8]. Положительный эффект наблюдают при заготовке сенажа с использованием биоконсервантов. Отмечалось, что за продолжительный период проведения опытов биохимические параметры сыворотки крови опытных коров не выходили за пределы физиологических норм [9]. Учеными изучено влияние различных балансирующих кормовых добавок, скармливаемых дойным коровам. Установлено, что их применение улучшает переваримость кормов и усвоение питательных веществ рационами [10].

Основными направлениями в животноводстве, на которых должны быть сконцентрированы усилия специалистов, являются профилактика заболеваний, повышение резистентности организма к ним, создание оптимальных условий содержания, своевременное выявление ликвидации причин, способных вызвать появление массовых заболеваний, в том числе и алиментарной этиологии [11].

Цель настоящей работы — изучение изменения величин отдельных биохимических маркеров в сыворотке крови, характеризующих углеводный, липидный и минеральный обмен веществ у коров в зависимости от особенностей их кормления, обусловленных введением в состав рациона различных балансирующих кормовых добавок.

Материал и методы исследования / Material and methods

Исследования выполнены в ООО «СХП «Татарстан» (Балтасинский муниципальный район, Республика Татарстан, Россия) на 48 дойных коровах в период раздоя голштинизированной черно-пестрой породы, разделенных на три группы по 16 животных в каждой. Формирование групп животных и методические приемы постановки научно-хозяйственного опыта выполнены по А. Овсянникову (Москва, 1976). Схема опыта представлена в таблице 1.

Животные первой (контрольной) группы получали основной сбалансированный рацион кормления. Коровам второй группы в составе рациона скармливали экспериментальную энергопротеиновую кормовую добавку производства ТатНИИСХ в дозе 500 г ежедневно на протяжении 60 дней лактации. В ее составе зажиренный дикалайт, отруби пшеничные или ржаные, карбамид, сера кормовая, кислота уксусная ледяная, взятые при оптимальном соотношении компонентов. Особи третьей группы в составе основного рациона получали пропиленгликоль (BASF, Германия) в эквивалентной по содержанию энергии дозе ежедневно на протяжении 60 дней лактации.

Основной среднесуточный рацион кормления дойных коров контрольной и опытных групп включал в себя 2 кг соломы ячменной, 25 кг сенажа из однолетних трав, 15 кг силоса кукурузного, 6 кг дробленой зерносмеси, 2 кг овса запаренного, 4 кг жмыха рапсового и мальтозного, 1 кг патоки кормовой, 0,05 кг витаминно-минерального премикса (0,05 кг).

В составе рациона дойные коровы получали витаминно-минеральный премикс, содержащий витамины (А, D, Е), макроэлементы (кальций, фосфор, магний, сера), микроэлементы (медь, цинк, марганец, кобальт, йод, селен), комплекс ферментов, антиоксидант. Животные опытных групп получали в составе рациона испытываемые кормовые средства в вышеуказанных дозах.

Рационы, применяемые в кормлении животных, а также состав премикса и испытываемой кормовой добавки рассчитаны с использованием программы «Корм Оптима Эксперт» («КормРесурс», Россия) на основании данных о химическом составе и питательности кормов в хозяйстве. Потребности дойных коров в питательных и биологически активных веществах определены в соответствии с нормами по А. Калашникову, В. Фисинину, В. Щеглову и др. (Москва, 2003).

Кровь для биохимических исследований отбирали в пробирки Vacuette с активатором свертывания объемом 9 мл (Greiner Bio-One, Австрия), применяя двусторонние иглы для однократного взятия Vacuette 1,25 x 38 мм 18GX1,5" и держатель Vacuette стандартного нестерильного (Greiner Bio-One, Австрия) с соблюдением

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта
Table 1. Scheme of scientific and economic experience

Группы	Физиологический период (особенности кормления)
Первая (контрольная)	Лактация (раздой) (основной сбалансированный рацион)
Вторая	Лактация (раздой) (основной сбалансированный рацион с экспериментальной энергопротеиновой кормовой добавкой производства ТатНИИСХ по 500 г в сутки в течение 60 дней лактации)
Третья	Лактация (раздой) (основной сбалансированный рацион с пропиленгликолем в эквивалентной по содержанию энергии дозе в течение 60 дней лактации)

нием правил асептики и антисептики из хвостовой вены по О. Грачевой, Г. Пахомову, А. Елдашеву (Казань, 2008). Кровь отбирали у пяти животных-аналогов каждой группы в 1-й день исследования до скармливания испытуемых кормовых добавок животным опытных групп, а также на 60-й день исследования.

Полученная сыворотка крови каждого животного контрольной и опытных групп не имела признаков гемолиза, хилеза и иктеричности. В полученной сыворотке определяли содержание глюкозы (ферментативный фотометрический тест), холестерина (ферментативный фотометрический тест), триглицеридов (ферментативный фотометрический тест), кальция общего (метод с о-крезолфталейном), фосфора неорганического (метод с молибдатом аммония). Определение выполнялось на полуавтоматическом биохимическом анализаторе с проточной кюветой BS-3000M (Sinnova Medical Science & Technology Co., Ltd, Китай) с применением наборов жидких реагентов «ДиаВет Тест» («Диа-кон-Вет», Россия) в соответствии с методиками производителей.

Полученные в ходе исследований результаты обрабатывали с применением биометрических методов по А. Плохинскому (Москва, 1970), А. Усовичу, П. Лебедеву (Омск, 1976). Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента. Анализ данных выполняли в программах Microsoft Excel (Microsoft Corporation, США).

В период выполнения опыта условия содержания коров всех групп не отличались между собой. Обращение с животными в период опыта проводилось в соответствии с ГОСТом 33215-2014 «Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила оборудования помещений и организации процедур» и соответствовали Директиве от 22 сентября 2010 года 2010/63/ЕС Европейского парламента и Совета о защите животных, используемых в научных целях (Европейская комиссия, г. Брюссель, 2010).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Установлено, что концентрация глюкозы в сыворотке крови имела тенденцию к увеличению у коров первой и третьей групп на 5,91% и 7,93% ($p < 0,05$), у особей второй группы, наоборот, снизилась на 8,86%. Уровень холестерина у животных в динамике лактации снизился. Так, у животных первой и третьей групп он составил 4,81% и 14,73% (до 3,30 ммоль/л и 3,40 ммоль/л) соответственно, тогда как у особей второй группы наблюдалось увеличение на 24,43% — до 5,50 ммоль/л. Содержание триглицеридов в сыворотке крови коров второй группы не изменилось за 60 дней лактации, у животных контрольной группы снизилось на 25,00% ($p < 0,05$), у особей третьей группы увеличилось на 14,28%. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

Рис. 1. Динамика показателей углеводного и липидного обмена (n = 5)

Fig. 1. Dynamics of carbohydrate and lipid metabolism indicators (n = 5)

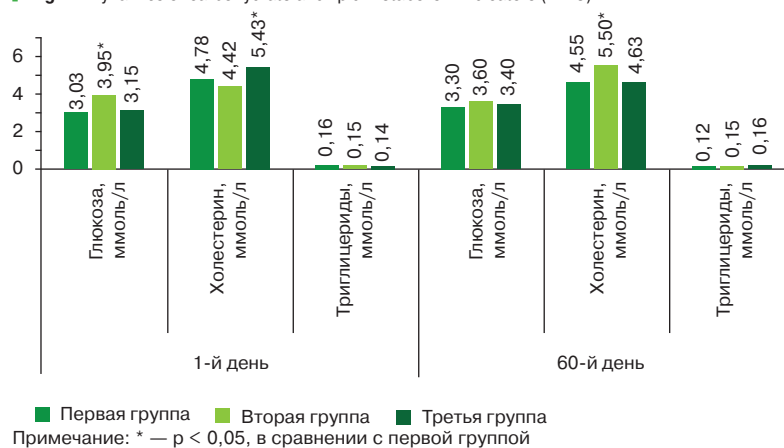
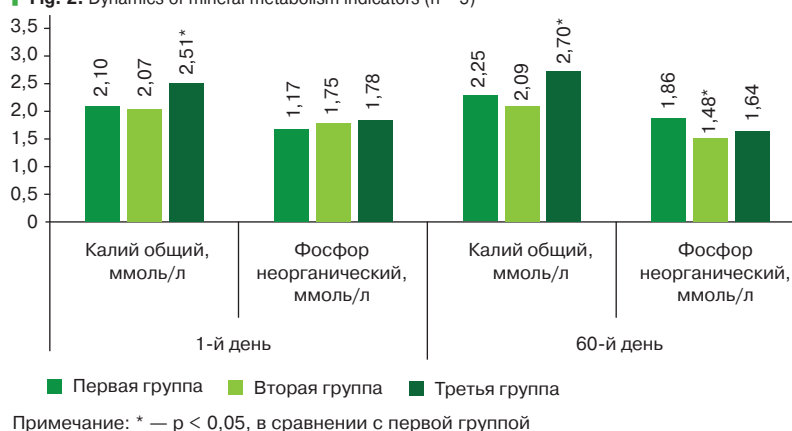


Рис. 2. Динамика показателей минерального обмена (n = 5)

Fig. 2. Dynamics of mineral metabolism indicators (n = 5)



Уровень кальция в сыворотке крови животных имел тенденцию к увеличению. Наиболее выраженное увеличение наблюдалось у особей третьей группы — 8,00%, что на 0,86% больше, чем у коров первой группы. Наименьшее увеличение уровня общего кальция было свойственно коровам второй группы — 0,96%. У животных второй и третьей групп снижение в крови уровня фосфора неорганического составило 15,42 и 7,86% соответственно, в то время как у коров контрольной группы наблюдали увеличение данного показателя на 8,77%. Полученные результаты представлены на рисунке 2.

Исследованиями Н. Голова, О. Гуляевой, В. Гудыма (2017) [12] установлено, что добавление пропиленгликоля в рацион приводит к уменьшению содержания триацилглицеролов в крови на 21,22% ($p < 0,05$), что расходится с нашими результатами. Однако выявленная динамика уровня триглицеридов не была достоверной. И. Петрух, М. Симонов, В. Влизло (2015) [13] указывали на нормализацию показателей минерального обмена при использовании пропиленгликоля в комплексе с препаратом «Ремивитал». Нами также установлены более высокие уровни содержания макроэлементов в крови при пероральном применении пропиленгликоля.

Выводы / Conclusions

Введение в рацион кормления коров опытных групп испытуемых кормовых добавок значительно отразилось на изменении величин отдельных биохимических маркеров в сыворотке крови. Максимальное увеличение концентрации глюкозы в крови отмечено при приме-

нении пропиленгликоля — 7,93% ($p < 0,05$), а холестерин — при скармливании в составе рационов экспериментальной энергопротеиновой кормовой добавкой производства ТатНИИСХ (24,43%), содержащей высокоэнергетические компоненты маслоэкстракционного производства.

Содержание триглицеридов у животных контрольной группы снижалось на 25,00% ($p < 0,05$), однако это требует дальнейшего изучения с точки зрения анализов иных печеночных маркеров. Испытуемые кормовые добавки не оказали достоверного влияния на маркеры минерального обмена.

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 выполнена в рамках государственного задания «Эколого-генетические подходы к созданию и сохранению ресурсов растений и животных, расширению их адаптивного потенциала и биоразнообразия, разработка сберегающих агротехнологий с целью повышения устойчивости производства высококачественной продукции, достижения безопасности для здоровья человека и окружающей среды». Номер регистрации: 122011800138-7.

FUNDING

The work was carried out as part of the state assignment «Ecological and Genetic approaches to the creation and preservation of plant resources and animals, expand their adaptive potential and biodiversity, the development of saving agricultural technologies in order to increase the stability of the production of high-quality products, and achieve safety for human health and the environment». Registration number: 122011800138-7.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козловский В. Продуктивность черно-пестрых коров и показатели белкового и липидного обмена сыворотки крови. *Молочное и мясное скотоводство*. 2009; 2: 30.
2. Лукина В.А., Синева А.М., Лысенко А.В., Чусова Г.Г., Моргунова В.И., Каширина Л.Н. Изменение показателей белкового, липидного и углеводного обмена у молочных коров после родов при становлении лактационной доминанты. *Ветеринарный фармакологический вестник*. 2020; 1 (10): 106-114.
3. Ланец О.В., Гринь В.А., Семененко М.П., Кузьмина Е.В. Фармакокоррекция метаболического и антиоксидантного профиля коров в ранний послеродовой период. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2021; 3 (63): 274-282.
4. Бучель А.В., Мижевикина А.С., Савостина Т.В., Лыкасова И.А., Самородова И.М. Влияние препарата селемаг на некоторые показатели углеводного обмена у коров в условиях Южного Урала. *АПК России*. 2019; 26 (4): 605-609.
5. Кувяда Н.Н., Лукьянова Г.А., Кувяда Е.Н. Влияние перегрева на показатели углеводно-липидного обмена у высокопродуктивных коров. *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды*. 2016; 6 (169): 102-107.
6. Требухов А.В. Изменения биохимических показателей крови у коров и телят при нарушении углеводного и жирового обмена. *Ветеринария*. 2021; 5: 50-54.
7. Крупин Е.О., Шакиров Ш.К. Продуктивное долголетие коров: влияние метаболитов обмена веществ на репродуктивную функцию. *Молочное и мясное скотоводство*. 2020; 8: 19-22.
8. Дулепинский Л.Н., Юнусова О.Ю., Сычева Л.В. Влияние белковых объемистых кормов на молочную продуктивность и обмен веществ лактирующих коров. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2022; 2 (94): 306-309.
9. Вафин Ф.Р., Шакиров Ш.К., Бикчантаев И.Т. Влияние сенажей, законсервированных с различными биологическими препаратами на биохимию крови коров. *Ветеринарный врач*. 2019; 3: 57-60.
10. Варакин А.Т., Саломатин В.В., Харламова Е.А. Обмен веществ у лактирующих коров при использовании кормовых добавок. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2014; 1 (33): 151-155.
11. Филипов И.Г., Чеходарида Ф.Н. Нарушение обмена веществ у коров в сухостойный период и причины заболевания новорожденных телят бронхопневмонией. *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства*. 2021; 23: 614-617.
12. Голова Н.В. Влияние добавления к рациону коров пропиленгликоля и кормовой добавки на биохимические показатели плазмы крови. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2017; 19 (79): 22-26.
13. Петрух И.М. Минеральный гомеостаз у коров, больных кетозом, при лечении препаратом «Ремивитал». *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2015; 17 (2 (62)): 183-188.

REFERENCES

1. Kozlovsky V. The productivity of black-festival cows and indicators of protein and lipid metabolism of blood serum. *Dairy and beef cattle breeding*. 2009; 2: 30. (In Russian).
2. Lukina V.A., Sineva A.M., Lysenko A.V., Chusova G.G., Morgunova V.I., Kashirina L.N. Changing indicators of protein, lipid and carbohydrate metabolism in milk cows after giving birth with the formation of a lactation dominant. *Veterinary Pharmacological Bulletin*. 2020; 1 (10): 106-114. (In Russian).
3. Lanets O.V., Grin V.A., Semenenko M.P., Kuzminova E.V. Pharmacocorrection of the metabolic and antioxidant profile of cows in the early postpartum period. *Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. 2021; 3 (63): 274-282. (In Russian).
4. Buchel A.V., Mizhevnikina A.S., Savostina T.V., Lykasova I.A., Samorodova I.M. The effect of the Celemag drug on some indicators of carbohydrate metabolism in cows in the Southern Urals. *APK of Russia*. 2019; 26 (4): 605-609. (In Russian).
5. Kuevda N.N., Lukyanova G.A., Kuevda E.N. The effect of overheating on carbohydrate-lipid metabolism in high-quality cows. *Proceedings of agricultural science of Taurida*; 6 (169): 102-107. (In Russian).
6. Trebukhov A.V. Changes in the biochemical indicators of blood in cows and calves in case of violation of carbohydrate and fat metabolism. *Veterinary*. 2021; 5: 50-54. (In Russian)
7. Krupin E.O., Shakirov Sh.K. Productive longevity of cows: the effect of metabolites of metabolism on reproductive function. *Dairy and beef cattle breeding*. 2020; 8: 19-22. (In Russian).
8. Dulepinsky L.N., Yunusova O.Yu., Sycheva L.V. The effect of protein voluminous feed on milk productivity and metabolism of lactating cows. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2022; 2 (94): 306-309. (In Russian).
9. Vafin F.R., Shakirov Sh.K., Bikhantaev I.T. The effect of haying mothballed with various biological preparations on the biochemistry of the blood of cows. *Veterinarian*. 2019; 3: 57-60. (In Russian).
10. Varakin A.T., Salomat V.V., Kharlamova E.A. Metabolism in lactating cows when using feed additives. *Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. 2014; 1 (33): 151-155. (In Russian).
11. Filipov I.G., Chekodaridi F.N. Violation of metabolism in cows in the dry period and the causes of the disease of newborn calves with bronchopneumonia. *Topical issues of improving the technology of production and processing of agricultural products*. 2021; 23: 614-617. (In Russian).
12. Golova N.V. The effect of the addition of propylene glycol and feed additives on the biochemical indicators of blood plasma. *Scientific Bulletin of S.Z. Gzhitskyi Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology*. 2017; 19 (79): 22-26. (Ukrainian).
13. Petrukh I.M. Mineral homeostasis in cows patients with ketosis, in the treatment with the drug «Remivital». *Scientific Bulletin of S.Z. Gzhitskyi Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology*. 2015; 17 (2 (62)): 183-188. (Ukrainian).

ОБ АВТОРАХ:

Евгений Олегович Крупин,
доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник,
Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», ул. Лобачевского, 2/31. Казань, 420111, Российская Федерация
e-mail: evgeny.krupin@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8086-1788>

Шамиль Касымович Шакиров,
Доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», ул. Лобачевского, 2/31. Казань, 420111, Российская Федерация
e-mail: intechkorm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3362-0463>

ABOUT THE AUTHORS:

Evgeny Olegovich Krupin,
Doctor of veterinary sciences, leading researcher,
Tatar Scientific Research Institute of Agriculture – subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", 2/31, str. Lobachevsky, Kazan, 420111, Russian Federation
e-mail: evgeny.krupin@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8086-1788>

Shamil Kasimovich Shakirov,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Tatar Scientific Research Institute of Agriculture – subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", 2/31, str. Lobachevsky, Kazan, 420111, Russian Federation
e-mail: intechkorm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3362-0463>

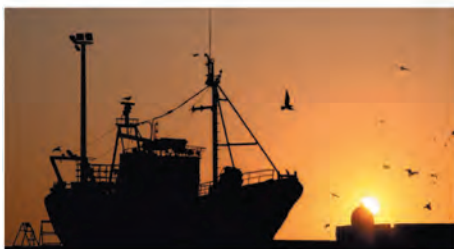


**AQUA
PRO EXPO**

Международная выставка
оборудования и технологий добычи,
разведения и переработки рыбы
и морепродуктов

11-13 апреля 2023

Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



Организатор:



+7 (495) 320-80 41
info@aquaproexpo.ru

Забронируйте стенд
aquaproexpo.ru

УДК 636.084.1:636.5.033

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-35-38

Н.О. Дмитриев, ✉
В.В. Салаутин,
С.Е. Салаутина,
В.С. Щербакова

Саратовский государственный
университет генетики, биотехнологии и
инженерии им. Н.И. Вавилова, Саратов,
Российская Федерация

✉ kit_dmitriev@mail.ru

Поступила в редакцию:
15.12.2022

Одобрена после рецензирования:
30.12.2022

Принята к публикации:
30.01.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-35-38

Nikita O. Dmitriev, ✉
Vladimir V. Salautin,
Svetlana E. Salautina,
Victoria S. Shcherbakova

Saratov State University of Genetics,
Biotechnology and Engineering named after
N.I. Vavilov, Saratov, Russian Federation

✉ kit_dmitriev@mail.ru

Received by the editorial office:
15.12.2022

Accepted in revised:
30.12.2022

Accepted for publication:
30.01.2023

Продуктивные и весовые показатели органов пищеварительного канала цыплят-бройлеров при применении кормовой добавки на основе гуминовых кислот

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В последнее время перспективной альтернативой антибиотикам стал широкий спектр кормовых добавок разного состава и различного происхождения, действие которых направлено на повышение сохранности поголовья, увеличение прироста живой массы, конверсии корма и качества получаемой продукции. Одной из таких кормовых добавок является Reasil® Humic Health на основе гуминовых кислот.

Методы. Производственный опыт проведен на базе птицефабрики ООО «Время-91». Для проведения производственного опыта на цыплятах-бройлерах 21-дневного возраста кросса Cobb 500 (по принципу аналогов) были сформированы две группы птицы — контрольная и опытная, по 18 000 голов в каждой. Птица контрольной группы получала основной рацион. Цыплята-бройлеры опытной группы дополнительно к основному рациону получали кормовую добавку Reasil® Humic Health в концентрации солей гуминовых кислот 2 г/кг корма.

Результаты. Добавление в рацион гуминовой биологически активной кормовой добавки в дозе 2 г/кг корма позволяет добиться увеличения живой массы цыплят-бройлеров на 9,5%, сохранности поголовья на 2% и среднесуточных приростов на 21%.

Ключевые слова: продуктивные и весовые показатели, кормовая добавка, соли гуминовых кислот, цыплята-бройлеры.

Для цитирования: Дмитриев Н.О., Салаутин В.В., Салаутина С.Е., Щербакова В.С. Продуктивные и весовые показатели органов пищеварительного канала цыплят-бройлеров при применении кормовой добавки на основе гуминовых кислот. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 35–38. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-35-38>

© Дмитриев Н.О., Салаутин В.В., Салаутина С.Е., Щербакова В.С.

Productive and weight indicators of the digestive canal organs of broiler chickens when using a feed additive based on humic acids

ABSTRACT

Relevance. Recently, a promising alternative to antibiotics has become a wide range of feed additives of different composition and different origin, the action of which is aimed at improving the safety of livestock, increasing live weight gain, feed conversion and the quality of the products obtained. One of such feed additives is «Reasil® Humic Health» based on humic acids.

Methods. The production experience was carried out on the basis of the poultry farm of LLC «Vremya-91». To conduct production experience on broiler chickens of 21-day-old «Cobb 500» cross, according to the principle of analogues, 2 groups of poultry were formed: control and experimental, with 18,000 heads each. The bird of the control group received the main diet. Broiler chickens of the experimental group, in addition to the main diet, received the feed additive «Reasil® Humic Health» in a concentration of humic acid salts of 2 g/kg of feed.

Results. The addition of a humic biologically active feed additive to the diet at a dose of 2 g/kg of feed makes it possible to increase the live weight of broilers by 9.5%, the safety of livestock by 2% and average daily gains by 21%.

Key words: productive and weight indicators, feed additive, humic acid salts, broilers

For citation: Dmitriev N.O., Salautin V.V., Salautina S.E., Shcherbakova V. S. Productive and weight indicators of the digestive canal organs of broiler chickens when using a feed additive based on humic acids. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 35–38. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-35-38> (In Russian).

© Dmitriev N.O., Salautin V.V., Salautina S.E., Shcherbakova V.S.

Введение / Introduction

Одной из отраслей сельского хозяйства, способной обеспечить граждан страны безопасным и диетическим мясом, является птицеводство [1–3]. По производству мяса птицы Россия входит в пятерку крупнейших стран мира. Благодаря быстрому развитию и получению продукции в кратчайшие сроки, птицефабрики внедряют новые технологические приемы кормления и содержания цыплят-бройлеров, что в некоторых случаях приводит к воздействию различных стрессов-факторов, которые негативно сказываются на организме птиц [4, 5].

В свою очередь, стресс является основополагающим фактором для возникновения заболеваний различной этиологии, особое место среди которых занимают заболевания органов пищеварения, зачастую приводящие к увеличению падежа птицы [6, 7]. Чтобы противостоять подобной угрозе, ветеринарные специалисты начали применять в рационах кормовые антибиотики, бесконтрольное применение которых привело к развитию антибиотико-резистентных бактерий [8].

В последнее время перспективной альтернативой антибиотикам стал широкий спектр кормовых добавок разного состава и различного происхождения, действие которых направлено на повышение сохранности поголовья, увеличение прироста живой массы, конверсии корма и качества получаемой продукции [9, 10]. Одной из таковых является кормовая добавка Reasil® Humic Health на основе солей гуминовых кислот [11–13].

Ценность гуминов обусловлена наличием в их составе более 20 аминокислот, 70 различных компонентов из минералов, природных полисахаридов, витаминов, жирных кислот, стероидов, гормонов, природных антиоксидантов, растительных пигментов [12].

За счет экологической безопасности и иммуномодуляторных свойств кормовая добавка повышает энергетику клеток организма и улучшает обменные процессы. Благодаря этому нормализуется работа пищеварительного канала: стимулируется развитие ворсинок кишечника, активизируются процессы всасывания и усвоения компонентов корма [13].

Цель исследования — изучение продуктивных и весовых показателей органов пищеварительного канала цыплят-бройлеров при применении кормовой добавки на основе гуминовых кислот.

Материалы и методы исследования / Materials and method

Производственный опыт проведен с апреля по июнь 2021 года на базе птицефабрики ООО «Время-91» (Саратовская область, Россия) под контролем ветеринарной службы предприятия.

Объект исследования — контрольная и опытная группы цыплят-бройлеров кросса Cobb-500 21-дневного возраста, по 18 000 голов в каждой.

Цыплята-бройлеры контрольной и опытной групп получали основной рацион, применяемый на птицефабрике и состоящий из кукурузы, концентрата, сои микронизированной и гороха. Птица опытной группы дополнительно к основному рациону получала кормовую добавку Reasil® Humic Health (Россия) в оптимальной дозе 2 г/кг корма. Кормовая добавка Reasil® Humic Health (ООО «Лайф Форс», г. Саратов, Россия) состоит из высокомолекулярных гуминовых кислот, полученных из бурого угля, и представляет собой порошок коричневого цвета с содержанием сухого вещества не менее 80% и гуминовых кислот 80–90% от сухого вещества. (Сертификат № СДС НИИ.RU.OC09.H00071, № 0000112 от 24.11.2021 до 23.11.2024 выдан ОС продукции «МИНРУС-Л».)

Условия содержания и ухода за птицей соответствовали Директиве от 22 сентября 2010 года № 2010/63/ЕС Европейского парламента и Совета о защите животных, используемых в научных целях (Европейская комиссия, г. Брюссель, 2010). Отбор птицы для контрольных убоек в возрасте 21, 35 и 42 суток (по 10 особей из каждой группы) проводили методом случайной выборки. Декапитацию осуществляли в соответствии с Европейской директивой по защите животных, используемых в научных целях.

При вскрытии цыплят-бройлеров определяли весовые показатели железистого и мышечного желудка, печени, тонкой и толстой кишки. Определение весовых показателей птицы и органов пищеварительного канала проводили на электронных весах марки AND NP-2000S (AND, Япония, погрешность 0,01 г).

Статистический анализ полученных результатов осуществляли с применением стандартных программ Microsoft Excel XP (США) с вычислением коэффициента достоверности по Стьюденту ($P \leq 0,05$).

Результаты исследований / Research results

По завершении производственного опыта (возраст птицы 42 дня) сохранность поголовья цыплят-бройлеров опытной группы составляла 97%, что на 2% выше по сравнению с птицей контрольной группы.

Следует отметить, что в начале опыта (возраст птицы 21 день) средняя живая масса цыплят-бройлеров в обеих группах составляла $1400 \pm 3,7$ г. В первые две недели эксперимента отмечена положительная тенденция в увеличении показателя живой массы: у подопытных цыплят-бройлеров она увеличилась на 818 г, в то время как у птицы контрольной группы — на 740 г. К концу опыта живая масса птицы опытной группы превышала таковой показатель у цыплят-бройлеров контрольной группы на 9,5% (табл. 1).

Из данных таблицы 2 видно, что масса мышечного желудка цыплят-бройлеров 21-дневного возраста (1-й день опыта) в обеих исследуемых группах в среднем со-

Таблица 1. Динамика изменений живой массы цыплят-бройлеров ($M \pm m$, $n = 10$), г

Table 1. Dynamics of changes in the live weight of broiler chickens ($M \pm m$, $n = 10$), g

Масса органа	Группа	Возраст птицы, день		
		21	35	42
Живая масса	Контрольная	$1400 \pm 3,7$	$2150 \pm 1,5$	$2280 \pm 2,1$
	Опытная		$2218 \pm 0,7^*$	$2520 \pm 1,6^*$

Примечание: * — $P \leq 0,05$

Таблица 2. Динамика массы мышечного желудка цыплят-бройлеров ($M \pm m$, $n = 10$), г

Table 2. Dynamics of the mass of the muscular stomach of broiler chickens ($M \pm m$, $n = 10$), g

Масса органа	Группа	Возраст птицы, день		
		21	35	42
Мышечный желудок, г	Контрольная	$22,0 \pm 0,42$	$28,4 \pm 0,28$	$31,0 \pm 0,17$
	Опытная		$31,7 \pm 0,36^*$	$35,0 \pm 0,21^*$

Примечание: * — $P \leq 0,05$

Таблица 3. Динамика изменений массы печени цыплят-бройлеров ($M \pm m$, $n = 10$), г
Table 3. Dynamics of changes in the mass of the liver of broiler chickens ($M \pm m$, $n = 10$), g

Масса органа	Группа	Возраст птицы, день		
		21	35	42
Печень, г	Контрольная	31,1 $\pm$ 0,19	41,8 $\pm$ 0,76	53,4 $\pm$ 0,82
	Опытная		44,1 $\pm$ 0,41*	58,2 $\pm$ 0,39*

Примечание: * — $P \leq 0,05$

Таблица 4. Динамика изменений массы тонкой и толстой кишки цыплят-бройлеров ($M \pm m$, $n = 10$), г
Table 4. Dynamics of changes in the mass of the small and large intestines of broiler chickens ($M \pm m$, $n = 10$), g

Масса органа	Группа	Возраст птицы, день		
		21	35	42
Тонкая кишка, г	Контрольная	66,4 $\pm$ 0,2	79,4 $\pm$ 0,7	89,7 $\pm$ 1,3
	Опытная		87,6 $\pm$ 0,3*	102,2 $\pm$ 0,5*
Толстая кишка, г	Контрольная	15,2 $\pm$ 0,1	18,6 $\pm$ 0,3	21,3 $\pm$ 0,7
	Опытная		19,4 $\pm$ 0,1	23,5 $\pm$ 0,4*

Примечание: * — $P \leq 0,05$

ставляла 22,0 $\pm$ 0,42 г. В 35-дневном (14-й день опыта) возрасте у подопытных цыплят-бройлеров масса органа увеличилась на 9,7 г, тогда как у птицы контрольной группы лишь на 6,4 г. В конце эксперимента (возраст 42 дня) масса мышечного желудка у подопытной птицы на 11,5% превышала таковой показатель у цыплят-бройлеров контрольной группы.

В возрасте 21 день (1-й день опыта) средняя масса железистого желудка у птицы обеих групп составляла 5,5 $\pm$ 0,15 г. К концу эксперимента (возраст 42 дня) динамика массы изменилась в сторону увеличения и составила 8 г в обеих группах, не имея достоверных различий ($P \leq 0,05$).

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.

Средняя масса печени у цыплят-бройлеров в 21-дневном возрасте составляла 31,1 $\pm$ 0,19 г. В возрасте 35 дней (14-й день опыта) у птицы опытной группы масса печени была на 2,3 г больше по сравнению с бройлерами контрольной группы. К концу опыта (возраст 42 дня) абсолютная масса печени у подопытных цыплят-бройлеров достигла наибольших значений и превышала аналогичный показатель у птицы контрольной группы на 8,3% (табл. 3).

Данные по изучению весовых показателей тонкой и толстой кишки представлены в таблице 4.

Анализ результатов (табл. 4) показывает, что с начала опыта масса тонкой и толстой кишки увеличивалась у птицы обеих групп и достигла наибольших значений в возрасте 42 дней. Так, в конце опыта масса тонкой кишки у подопытной птицы составляла 102,2 $\pm$ 0,5 г, что на 12,2% - больше, чем у цыплят-бройлеров контрольной группы, и на 35% по сравнению с показателями в 21-дневном возрасте. Масса толстой кишки у цыплят-бройлеров опытной группы находилась в пределах 23,5 $\pm$ 0,4 г, в то время как у птицы контрольной группы аналогичный показатель был ниже на 9,4%. В целом масса толстой кишки у подопытных цыплят-бройлеров по сравнению с 21-дневным возрастом увеличилась на 35,3%. Изменение данного показателя произошло за счет увеличения количества и высоты крипт слизистой оболочки и толщины мышечного слоя.

Выводы / Conclusion

Результаты производственного опыта показывают, что добавление в рацион гуминовой биологически активной кормовой добавки Reasil® Humic Health в дозе 2 г/кг корма позволяет добиться увеличения живой массы цыплят-бройлеров на 9,5%, сохранности поголовья на 2% и среднесуточных приростов на 21% относительно контроля. К концу эксперимента у птицы опытной группы по сравнению с контрольной масса печени была выше на 8,3% (за счет увеличения количества гепатоцитов), желудка — на 11,5%, тонкой и толстой кишки — на 12,2% и на 9,4% соответственно.

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

- Василенко И.О., Москаленко С.П. Эффективность использования жидкой кормовой добавки «Reasil® Humic Vet» в яичном птицеводстве. *Аграрный научный журнал*. 2021; 3: 48-52
- Воробьев С.С., Васильев А.А., Полябин С.В., Сивохина Л.А. Влияние кормовой добавки на основе органических кислот на продуктивность цыплят-бройлеров. *Птицеводство*. 2022; 6: 15-20. DOI 10.33845/0033-3239-2022-71-6-15-20.
- Гречкина В.В., Лебедев С.В., Шейда Е.В., Петруша Ю.К. Особенности обмена веществ птицы при использовании в рационе пробиотической и минеральной добавки. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2022; 96: 229-234. DOI 10.21515/1999-1703-96-229-234.
- Бабин Г.Ю., Полуночкина Т.В., Дорофеева С.Г. Сохранение производственных показателей у цыплят-бройлеров в условиях теплового стресса. *Аграрная наука*. 2022; 1: 19-23. DOI 10.32634/0869-8155-2022-355-1-19-23.
- Акимова М. А., Дежatkina С.В. К вопросу о влиянии цеолитов на окислительный стресс и иммунную систему. *Генетика и разведение животных*. 2022; 2: 125-131. DOI 10.31043/2410-2733-2022-2-125-131.
- Буряков Н. П., Козловский А.Ю., Загарин А.Ю. Сравнительная эффективность использования различных пробиотиков в кормлении цыплят-бройлеров. *Птицеводство*. 2022; 2: 4-8. DOI 10.33845/0033-3239-2022-71-2-4-8.

REFERENCES

- Vasilenko I.O., Moskalenko S.P. Efficiency of using liquid feed additive "Reasil® Humic Vet" in egg poultry farming. *Agrarian Scientific journal*. 2021; 3: 48-52. (In Russian)
- Vorobyev S.S., Vasiliev A.A., Polyabin S.V., Sivokhina L.A. The effect of feed additives based on organic acids on the productivity of broiler chickens. *Poultry Farming*. 2022; 6: 15-20. DOI 10.33845/0033-3239-2022-71-6-15-20. (In Russian)
- Grechkina V.V., Lebedev S.V., Sheida E.V., Petrusha Yu.K. Features of poultry metabolism when using probiotic and mineral supplements in the diet. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2022; 96: 229-234. DOI 10.21515/1999-1703-96-229-234. (In Russian)
- Babin G.Yu., Polunochkina T.V., Dorofeeva S.G. Preservation of production indicators in broiler chickens under thermal stress. *Agrarian science*. 2022; 1: 19-23. DOI 10.32634/0869-8155-2022-355-1-19-23 (In Russian)
- Akimova M. A., Dezhatkina S.V. On the effect of zeolites on oxidative stress and the immune system. *Genetics and Animal Breeding*. 2022; 2: 125-131. DOI 10.31043/2410-2733-2022-2-125-131. (In Russian)
- Buryakov N. P., Kozlovsky A.Yu., Vagarin A.Yu. Comparative effectiveness of the use of various probiotics in the feeding of broiler chickens. *Poultry Farming*. 2022; 2: 4-8. DOI 10.33845/0033-3239-2022-71-2-4-8. (In Russian)

7. Лыско С. Б. Влияние пробиотика на энтеромикробиоценоз и состояние печени цыплят-бройлеров в сравнении с антибиотиком. *Птицеводство*. 2022; 10: 40-44. DOI 10.33845/0033-3239-2022-71-10-40-44.
8. Дроздова Л. И., Новикова М. В., Лебедева И. А., Кундюкова У. И. Оценка влияния антибактериальных и пробиотических препаратов на морфологические изменения в организме цыплят-бройлеров. *Известия Международной академии аграрного образования*. 2022; 60: 68-74.
9. Сквородин Е. Н., Базекин Г. В., Бронникова Г. З., Дюдьбин О. В. Морфологическое обоснование применения антиоксидантов при выращивании птицы. *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2020; 1(53): 114-125.
10. Бронникова Г. З., Сквородин Е. Н. Ультраструктура гепатоцитов перепелов при применении кормовой добавки Диронакс. *Морфология*. 2019; 155 (2): 50.
11. Korsakov K.V., Vasiliev A.A., Kozlov S.V., Salautin V.V., Moskalenko S.P., Sivokhina L.A., Kuznetsov M.Yu., Dmitriev N.O. The Effect of The Reasil® Humic Health feed Additive on the rate of Antibacterial drugs removal from the Organisms of broiler Chickens. *Research Journal of Pharmacy and Technology*. 2020; 13(12):6113-6119.
12. Симакова И.В., Васильев А.А., Корсаков К.В., Лифанова С.П., Гуляева Л.Ю. Гуминовые кислоты, как биогенный стимулятор мясной продуктивности цыплят-бройлеров. *Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры «Технологии продуктов питания» 100-летию факультета ветеринарной медицины пищевых и биотехнологий*. Саратов, 2018; 132-137.
13. Simakova I. V., Vasiliev A. A., Korsakov K. V., Sivokhina L. A., Salautin V. V., Gulyaeva L. Y., Dmitriev N.O. Role of Humic Substances in Formation of Safety and Quality of Poultry Meat. Chapters. *Humic Substances*. 2021. DOI: 10.5772/intechopen.96595
7. Lysko S. B. Effect of probiotic on enteromicrobiocenosis and liver condition of broiler chickens in comparison with an antibiotic. *Poultry Farming*. 2022; 10: 40-44. DOI 10.33845/0033-3239-2022-71-10-40-44. (In Russian)
8. Drozdova L. I., Novikova M. V., Lebedeva I. A., Kundryukova U. I. Evaluation of the effect of antibacterial and probiotic drugs on morphological changes in the body of broiler chickens. *Proceedings of the International Academy of Agrarian Education*. 2022; 60: 68-74. (In Russian)
9. Skovorodin E. N., Bazekin G. V., Bronnikova G. Z., Dyudbin O. V. Morphological justification of the use of antioxidants in poultry farming. *Bulletin of the Bashkir State Agrarian University*. 2020; 1(53): 114-125. (In Russian)
10. Bronnikova G. Z., Skovorodin E. N. Ultrastructure of quail hepatocytes when using the feed additive Dironax. *Morphology*. 2019; 155 (2): 50. (In Russian)
11. Korsakov K.V., Vasiliev A.A., Kozlov S.V., Salautin V.V., Moskalenko S.P., Sivokhina L.A., Kuznetsov M.Yu., Dmitriev N.O. The Effect of The Reasil® Humic Health feed Additive on the rate of Antibacterial drugs removal from the Organisms of broiler Chickens. *Research Journal of Pharmacy and Technology*. 2020; 13(12):6113-6119.
12. Simakova I.V., Vasiliev A.A., Korsakov K.V., Lifanova S.P., Gulyaeva L.Yu. Humic acids as a biogenic stimulator of meat productivity of broiler chickens. *Materials of the X International scientific and practical conference dedicated to the 20th anniversary of the Department of "Food Technology" and the 100th anniversary of the Faculty of Veterinary Medicine of Food and Biotechnology*. Saratov, 2018; 132-137. (In Russian)
13. Simakova I. V., Vasiliev A. A., Korsakov K. V., Sivokhina L. A., Salautin V. V., Gulyaeva L. Y., Dmitriev N.O. Role of Humic Substances in Formation of Safety and Quality of Poultry Meat. Chapters. *Humic Substances*. 2021. DOI: 10.5772/intechopen.96595

ОБ АВТОРАХ:

Никита Олегович Дмитриев,
ассистент кафедры, доцент, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, пр-т им. Петра Столыпина, д. 4, Саратов, 410012, Российская Федерация
E-mail: kit_dmitriev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0581-0945>

Владимир Васильевич Салаутин,
доктор ветеринарных наук, профессор,
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, пр-т им. Петра Столыпина, д. 4, Саратов, 410012, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-1182-7057>

Светлана Евгеньевна Салаутина,
кандидат ветеринарных наук, доцент,
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, пр-т им. Петра Столыпина, д. 4, Саратов, 410012, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-6125-167X>

Виктория Сергеевна Щербакова,
студент, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, пр-т им. Петра Столыпина, д. 4, Саратов, 410012, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-0936-3660>

ABOUT THE AUTHORS:

Nikita Olegovich Dmitriev,
Assistant of the department, associate professor,
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, 4, av. Petr Stolypin, Saratov, 410012, Russian Federation
E-mail: kit_dmitriev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0581-0945>

Vladimir Vasilyevich Salautin,
Doctor of Veterinary Sciences, Professor,
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, 4, av. Petr Stolypin, Saratov, 410012, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-1182-7057>

Svetlana Evgenievna Salautina,
Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor,
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, 4, av. Petr Stolypin, Saratov, 410012, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-6125-167X>

Victoria Sergeevna Shcherbakova,
student,
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, 4, av. Petr Stolypin, Saratov, 410012, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-0936-3660>

УДК 619:616-078:576.8

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-39-46

Т.В. Полуночкина¹,
С.Г. Дорофеева¹, ✉
В.В. Стаффорд²

¹ Общество с ограниченной ответственностью Группа компаний «ВИК», с. Островцы, Раменский р-он, Московская обл., Российская Федерация

² Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация

✉ dorofeeva@vicgroup.ru

Поступила в редакцию:
30.10.2022

Одобрена после рецензирования:
10.01.2023

Принята к публикации:
30.01.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-39-46

Tatiana V. Polunochkina¹,
Svetlana G. Dorofeeva¹, ✉
Victoria V. Stafford²

¹ VIC Group, Ostrovtsy, Ramensky district, Moscow region, Russian Federation

² All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Ya.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

✉ dorofeeva@vicgroup.ru

Received by the editorial office:
30.10.2022

Accepted in revised:
10.01.2023

Accepted for publication:
30.01.2023

Практический опыт антибиотикотерапии при патологии суставов у цыплят-бройлеров

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В настоящее время патология суставов у цыплят-бройлеров сохраняет свою актуальность, особенно когда птица активно растет и набирает вес. Несмотря на множество антибактериальных препаратов, результаты лечения не всегда дают положительный эффект. Это может быть связано со свойствами самих возбудителей, которые приспособились сопротивляться антибиотикам, включая образование биопленок, ограниченным проникновением препарата в очаг инфекции, что приводит к снижению оптимальной концентрации действующего вещества в месте локализации патологического процесса.

Методика. Производственный опыт проводили на птицефабрике по производству мяса птицы с клеточным содержанием цыплят-бройлеров кросса Cobb 500. В фазе активного роста цыплят-бройлеров на основании клинических, лабораторных и гистологических исследований предыдущих партий выращивания цыплят-бройлеров в схему лечения одной из партий птицы был введен препарат «Спелинк®-660».

Результаты. Производственный опыт показал, что последовательное введение в схему лечения цыплят-бройлеров в I декаде выращивания препарата с действующим веществом энрофлоксацин, колистина сульфат и препарата «Спелинк®-660» позволило достичь наилучших зоотехнических показателей и снизить отход птицы в период откорма по причине патологии суставов.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, патология суставов, артрит, некроз головки бедренной кости, лабораторные исследования, *E.coli*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, «Спелинк®-660»

Для цитирования: Полуночкина Т.В., Дорофеева С.Г., Стаффорд В.В. Практический опыт антибиотикотерапии при патологии суставов у цыплят-бройлеров. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 39–46. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-39-46>

© Полуночкина Т.В., Дорофеева С.Г., Стаффорд В.В.

Practical experience of antibiotic therapy for joint pathology in broiler chickens

ABSTRACT

Relevance. Currently, the pathology of the joints in broiler chickens remains relevant, especially when the bird is actively growing and gaining weight. Despite the many antibacterial drugs, the results of treatment do not always give a positive effect. This may be due to the properties of the pathogens themselves, which have adapted to resist antibiotics, including the formation of biofilms, limited penetration of the drug into the site of infection, which leads to a decrease in the optimal concentration of the active substance at the site of the pathological process.

Methodology. The production experiment was carried out at a poultry farm for the production of poultry meat with cage keeping of broiler chickens of the Cobb 500 cross. In the phase of active growth of broiler chickens, based on clinical, laboratory and histological studies of previous batches of growing broiler chickens, «Spelink®-660» was introduced into the treatment regimen for a new batch of poultry.

Results. Production experience has shown that the consistent introduction of the drug with the active ingredient enrofloxacin, colistin sulfate and «Spelink®-660» into the treatment regimen for broiler chickens in the first decade of growing allowed to achieve the best zootechnical indicators and reduce the mortality of birds during the fattening period due to joint pathology.

Key words: broiler chickens, articular pathology, arthritis, femoral head necrosis, laboratory tests, *E. coli*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, «SpelinkR-660».

For citation: Polunochkina T.V., Dorofeeva S.G., Stafford V.V. Practical experience of antibiotic therapy for joint pathology in broiler chickens. *Agrarian science*. 2023; 367 (2): 39–46. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-39-46> (In Russian).

© Polunochkina T.V., Dorofeeva S.G., Stafford V.V.

Введение / Introduction

При выращивании цыплят-бройлеров ученые и практикующие ветеринарные врачи отмечают, что в структуре бактериальных болезней наиболее часто регистрируются заболевания, вызванные ассоциациями патогенной и условно-патогенной микрофлоры [1, 2]. По данным Wideman Robert F., Prisdry R.D. [1], инфекционными причинами при патологии суставов, в частности некроза головки бедренной кости (НГБК), являются бактерии, представленные на схеме 1.

У цыплят-бройлеров имеется в высокой степени инфицированность органов условно-патогенной микрофлорой, включая *E. coli*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Proteus spp.*, в том числе и патогенную [2]. Восприимчивость цыплят-бройлеров к колибактериозу и стафилококкозу зависит от возраста птицы.

Заболевание чаще возникает у 14–35-дневных цыплят-бройлеров с пиком клинических признаков примерно на 35-й день выращивания [3]. Стратегический успех данных возбудителей зависит от их способности быстро адаптироваться к агрессивному действию эффекторов иммунной системы и антимикробных препаратов. Именно резистентность *E. coli*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.* к антибактериальным препаратам делает данные бактерии лидерами среди оппортунистических микроорганизмов [4, 5].

Кроме этого, например, *Staphylococcus spp.* способен колонизироваться в костной ткани, образуя биопленку одновременно с биологическим процессом размножения и образованием многоклеточного слоя (клеточных кластеров), включенного в полимерный матрикс [4, 5]. В составе биопленки данные бактерии становятся недостижимыми для большинства антибактериальных препаратов и являются причиной воспалительных процессов, приводящих к инфекционной патологии суставов. Поэтому возникает необходимость в правильном выборе антимикробных препаратов, чтобы если не ликвидировать, то купировать такие заболевания, как артрит и некроз головки бедренной кости, а для преодоления лекарственной устойчивости бактерий наиболее целесообразным и приемлемым являются сочетанное использование действующих веществ в препарате и рациональное их применение согласно инструкции. Примером этому может служить препарат «Спелинк® 660», содержащий два антибиотических вещества с бактериостатическим эффектом, в состав которых входят действующие вещества линкомицина гидрохлорид и спектиномицина гидрохлорид. При совместном применении они обладают взаимосодействующим действием в отношении многих патогенных микроорганизмов [6, 7].

Антибиотик из группы линкозамидов линкомицина гидрохлорид действует путем связывания рибосомальными субъединицами 50S чувствительных к препарату микроорганизмов, что приводит к подавлению образования пептидных связей, в зависимости от концентрации препарата в области локализации инфекционного процесса и чувствительности к нему микрофлоры Гр+: *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Mycoplasma spp.*, *Clostridium perfringens*. Линкомицина гидрохлорид не проявляет перекрестной устойчивости ни с одним из существующих в настоящее время антибиотиков. Может быть бактерицидным и бактериостатическим в зависимости от чувствительности микроорганизма и концентрации антибиотика [8, 9].

Спектиномицин — аминоциклический антибиотик, оказывает бактериостатическое действие в отношении Гр- и Гр+ бактерий, таких как *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Mycoplasma spp.*, *Salmonella spp.* и др. Обладает преимущественно бактериостатическим действием. Спектиномицина гидрохлорид эффективен в случае резистентности к другим антибиотикам.

Важной особенностью представленного комплексного препарата «Спелинк® 660» является то, что входящие действующие вещества препятствуют распространению и колонизации патогенных бактерий желудочно-кишечного, респираторного трактов и в костной и суставной ткани [10, 11].

Цель исследования — установить причину развития патологии суставов в виде артритов и НГБК у цыплят-бройлеров кросса Cobb 500 в первые три недели выращивания, особенно после 20-го дня жизни.

На данном предприятии из проб патологического материала цыплят-бройлеров с первых дней откорма выделяли *Staphylococcus spp.* Возможно, инфицирование происходило в инкубаторе алиментарно или при «вертикальной передаче» — через инкубационное яйцо.

Учитывая, что на предприятии на основании клинических признаков, лабораторных и гистологических исследований от предыдущих партий выращивания птицы и мониторинга выделяемых бактерий с первых дней выращивания цыплятам-бройлерам вводят препараты на основе энрофлоксацина и колистина сульфат по утвержденной ранее схеме лечебно-профилактических мероприятий на предприятии, но при этом в более старшем возрасте проявляются клинические признаки патологии суставов [12, 13].

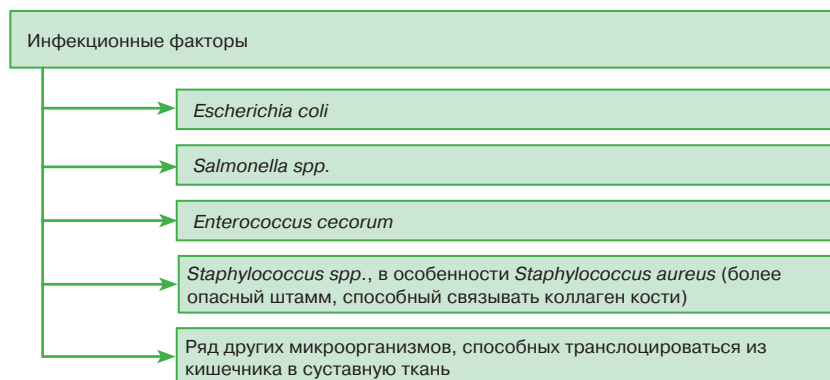
Задача состояла в назначении препарата (действующих веществ — ДВ) или комбинации ДВ, антимикробный спектр которых включает большинство выделенных возбудителей от цыплят-бройлеров, особенно в анатомической области сустава и с учетом устойчивости изолятов к антибактериальным препаратам.

Материалы и методы исследования / Materials and method

В производственном опыте были задействованы две группы цыплят (с суточного возраста до 41-го дня жизни птицы): опытная группа — 407 588 голов и контрольная — 410 966 голов. Группы были подобраны по принципу аналогов с идентичным содержанием, корм-

Схема 1. Инфекционные факторы НГБК у птиц

Scheme 1. Infectious factors of femoral head necrosis in birds



лением и программой вакцинации против вирусных болезней. Длительность производственного опыта составляла 41 день.

В ходе производственного опыта отбирали патологический материал для лабораторного исследования:

- Гистологическое исследование выполняли в секторе патоморфологии Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук, г. Москва. Материал доставляли в 10%-ном забуференном растворе формалина (ООО «Биовитрум», Россия). Далее ткани суставов и костей были декальцинированы в электролитном растворе (ООО «Биовитрум», Россия). Затем формировали образцы необходимого размера для помещения в гистологические кассеты. Далее органы пропитывали в автоматической установке карусельного типа фирмы Thermo Scientific (Германия). После пропитывания материал заливали в металлические формы горячим парафином и при помощи гистологических колец формировали блоки на криоконсоле при поверхностной температуре -10°C Thermo Scientific (Германия). Готовые парафиновые блоки нарезали на ротаторном микротоме фирмы Thermo Scientific (Германия), толщина срезов составляла 5–6 микрон.

После микротомы срезы переносили в водяную баню Microm SB-80 на дистиллированную воду, подогретую до температуры 47°C . Для необходимого фиксации парафинового среза на предметное стекло наносили глицериновый альбумин по Маллоури. После просушивания гистосрезов на нагревательном столике фирмы Medax (Германия) проводили стандартные гистотехнические мероприятия, направленные на освобождение срезов от парафина и окраску материала, направленную на выявление возможных патологий (окраска гематоксилином и эозином, красители производства ООО «Биовитрум», Россия). Для этой цели использовали автоматическое оборудование линейного типа фирмы Thermo Scientific (Германия). Гистологические срезы оценивали в микроскопе Axio 1.0, фотосъемку вели при помощи фотоаппарата и программы AxioVision.

- Микробиологическое исследование выполняли в Государственном научном центре прикладной микробиологии и биотехнологии (п. Оболенск). Оно включало в себя выделение бактерий из патологических проб суставов и костей птицы, определение чувствительности бактерий к антибиотикам.

Данные исследования проводили согласно стандартным методикам. Патологический материал подвергали анализу на присутствие в них бактерий, принадлежащих семейству энтеробактерий, *Streptococcus*, *Staphylococcus*. Для выделения энтеропатогенов использовали агар Эндо, сорбитол агар, ГРМ (ГНЦ ПМБ) и XLD (HiMedia, Индия). Для выделения сальмонелл, помимо «прямого» посева исследуемого материала на указанные питательные среды, использовали предварительное обогащение образцов на неселективной и селективной среде — Buffered Hi Veg Pepton Water, Selenite Broth и Rappoport Vassiliad Soya Broth (HiMedia, Индия).

Стрептококки изолировали на *Streptococcus selection Agar* (M304, HiMedia), *Streptococcus selection Broth* (M303, HiMedia), шоколадном агаре на основе FT-агара (ГНЦ ПМБ) с NAD. Стафилококки выделяли, используя специальную среду *Staphylococcus agar* (HiMedia, Индия). Для идентификации выделенных бактерий использовали микротест-систему Lachema (Чехия), Api (Биомерье, Франция). Также при идентификации ми-

кроорганизмов использовали масс-спектральный анализ в режиме MALDI-TOF на масс-спектрометре Bruker с использованием автоматической программы Bruker Taxopomtu. Чувствительность культур к антимикробным препаратам определяли методом разведения антибиотиков в жидкой питательной среде (определение минимальной подавляющей концентрации, МПК) с использованием «агарового» метода и дисков «Методические указания по лабораторной диагностике стрептококкоза и стафилококкоза животных (утв. Минсельхозом СССР 25.09.1990)».

- Молекулярно-биологические исследования проводили в ООО «ЭПСИЛОН-БИО» (г. Белгород), включающие в себя комплексные диагностические исследования методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) согласно Инструкции по применению набора реагентов «ПЦР-МИКОПЛАЗМОЗ-ГАЛ/СИН-ФАКТОР» для выявления ДНК *Mycoplasma gallisepticum* и *Mycoplasma synoviae* в биологическом материале методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с флуоресцентной детекцией в режиме реального времени (ООО «ВЕТ ФАКТОР», г. Москва).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

На птицефабрике по производству мяса цыплят-бройлеров в Центральном регионе (Россия) при клиническом наблюдении за птицей было выявлено, что цыплята-бройлеры развиваются в соответствии с нормативными показателями кросса Cobb 500. Однако был отмечен повышенный падеж после 20-го дня выращивания птицы, а также выбраковка цыплят-бройлеров с патологией суставов. Предрасполагающие факторы к такой ситуации, по-видимому, были связаны с плотностью посадки птицы на 1 м^2 и ростом общего удельного веса патогенных бактерий в птичнике [6].

При клиническом обследовании нами, совместно со специалистами птицефабрики было замечено, что примерно у 4% цыплят-бройлеров наблюдается патология суставов, а при патологоанатомическом вскрытии у цыплят-бройлеров обнаруживали артриты и некроз головки бедренной кости (начиная с 12-го дня жизни и до конца откорма) (фото 1–9).

Во время вскрытия был отобран патологический материал для лабораторного исследования 25 проб от цыплят-бройлеров для выделения, идентификации и определения чувствительности к антибактериальным препаратам микробных культур.

Также пробы были направлены на выполнение гистологического исследования тканей суставов и молекулярно-генетического исследования (ПЦР).

При анализе предоставленного протокола лабораторных исследований микробного спектра выделенных бактерий от цыплят-бройлеров наибольший удельный вес занимали патологии, связанные с *E. coli*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.* Необходимо отметить, что в основном из паренхиматозных органов (печень, сердце, легкие, селезенка) были обнаружены *E. Coli*; а из содержимого головного мозга, носовых пазух и трахеи — *E. Coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus pluranimalium*.

В исследовании наиболее потенциальными возбудителями артрита и некроза головки бедренной кости были *Staphylococcus aureus* и *E. Coli*, выделенные из суставов и трубчатых костей цыплят-бройлеров.

Было установлено, что все включенные в исследование на чувствительность к антибактериальным препаратам

Фото 1. Клиническая и патологоанатомическая картина артрита и некроза бедренной кости. Фото авторов

Photo 1. Clinical and pathoanatomical picture of arthritis and necrosis of the femur. Authors photo



Фото 1. Патология суставов, цыплята-бройлеры 12-дн.
Photo 1. Pathology of the joints, broiler chickens 12 days.

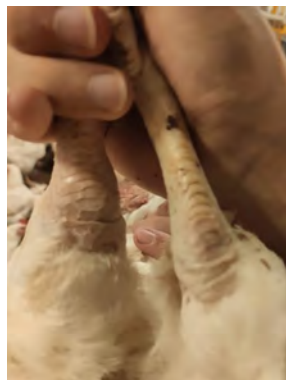


Фото 2. Признаки артрита
Photo 2. Arthritis of the joint



Фото 3. Воспаленный сустав
Photo 3. Inflamed joint



Фото 4. Воспаление сустава
Photo 4. Arthritis of the joint



Фото 5. Некроз головки бедренной кости
Photo 5. Necrosis of the femoral head



Фото 6. Воспаление суставов, артрит
Photo 6. Joint inflammation, arthritis

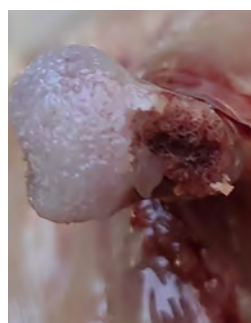


Фото 7. Некроз головки бедренной кости
Photo 7. Necrosis of the femoral head



Фото 8. Некроз головки бедренной кости
Photo 8. Necrosis of the femoral head



Фото 9. Некроз головки бедренной кости
Photo 9. Necrosis of the femoral head

Таблица 1. Результаты чувствительности к антибиотикам выделенных из патологоанатомического материала изолятов (n = 25)
Table 1. Results of antibiotic sensitivity of isolates isolated from pathoanatomic material (n = 25)

Наименование препарата	<i>Staphylococcus gallinarum</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Staphylococcus pasteuri</i>	<i>Streptococcus pluranimalium</i>	<i>E. coli</i>
	Количество изолятов				
Долинк®	5	5	2	4	0
Неомицин®	4	5	2	0	3
Пульмокит®	0	2	0	4	0
Соламокс®	7	6	0	4	2
Тиоцефур®	1	0	3	0	1
Флорикол®	3	5	2	1	0
Энрофлон-К	5	5	3	4	4
Спелинк® 660	7	6	3	3	2
Квиноцилин®	6	4	3	4	4
Флокс-О-Квин®	5	4	3	4	5
Квинолайн®	4	4	3	4	3
Пульмосол®	0	2	1	1	4
Солютистин®	0	0	1	0	3
Клиндаспектин®	7	6	3	3	3
Клавуксидин®	7	6	1	4	2
Соладокси® 500	3	2	1	4	0
Коликвинол®	5	4	2	4	3
Терпентиам® 45%	0	0	3	0	2
Сультеприм® оральный р-р	2	1	0	0	2
Тиацилин®	3	1	3	4	2
Тилмипул®	3	0	1	0	2
Спелинк®-44	7	6	3	4	2
Колимиксол®	0	0	0	0	5
Тиланик®	0	0	0	0	0

выделенные изоляты бактерий, особенно *Staphylococcus spp.* (в основном выделенная из суставов, трубчатых костей), обладали наибольшей чувствительностью к препаратам «Коликвинол[®]», «Клавуксидин[®]», «Спелинк[®]-44», «Спелинк[®]-660», «Клиндаспектин[®]», «Квинолайн[®]», «Флокс-О-Квин[®]», «Квиноциклин[®]» (табл. 1).

Следует отметить, что при определении чувствительности к антибактериальным препаратам в большинстве случаев штаммы *Staphylococcus spp.* и *E.coli* не проявили чувствительность к некоторым препаратам, что свидетельствует о циркуляции устойчивых патогенов к действующим веществам антибиотиков. Из протестированных препаратов наибольшей активностью против *Staphylococcus spp.* и *E.coli* обладал «Спелинк[®] 660» (табл. 1).

Для подтверждения клинических и лабораторных исследований о развитии воспалительного процесса в суставах было проведено гистологическое исследование четырех образцов тканей области голеностопного сустава цыплят-бройлеров 27-дневного возраста с макроскопическими признаками воспаления. Подготовка материала для гистологического исследования включала: декальцинацию образцов электролитным раствором; парафиновую заливку; изготовление гистологических срезов толщиной 6 мкм с последующей их окраской гематоксилином и эозином.

При исследовании образцов тканей (рис. 1–6) были выявлены обширные лимфоцитарные периваскулиты

в подкожной клетчатке, межмышечной соединительной ткани, воспалительная гиперемия, серозный отек рыхлой соединительной ткани, а на некоторых участках — миелиодной ткани красного костного мозга.

Гистоархитектоника сухожильных влагалищ была нарушена в результате отека и скопления лимфоидно-клеточного пролиферата, кровеносные сосуды гиперемизированы, стенка артерий утолщена. Между волокнами плотной соединительной ткани также выявлены обширные участки скопления лимфоцитов и макрофагов. Надхрящница плотная, гипохромная.

Синовиоциты в состоянии деструкции местами отсутствуют в своем ложемента, местами увеличены в размере в результате вакуолизации цитоплазмы. В синовиальном пространстве присутствуют плохо дифференцируемые клеточные элементы. Нервные стволы со значительно утолщенным эпиневрием. В результате разрастания соединительной ткани структура миелиновых волокон неоднородная, границы полиморфные, пикнотичные, эндоневрий перфорирован, периневральное пространство значительно расширено (рис. 7–12).

Структура гиалинового хряща и тканей эпифизов костей также сохранена, но стоит отметить усиленную лимфоидную инфильтрацию.

Таким образом, ведущие структурные нарушения в области голеностопного сустава характеризовались серозным воспалительным отеком подкожной клетчатки, васкулитом, теносиновитом и невритом. Подобная па-

Рис. 1–6. Структурные изменения тканей в области голеностопного сустава птицы (фото авторов)

Fig. 1–6. Structural changes in tissues in the ankle joint (Author's photo)

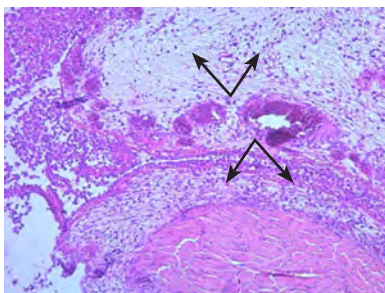


Рис. 1. Микрофото. Серозный отек (стрелки вверху) и лимфоидная инфильтрация (стрелки внизу) мягких тканей в области сухожильных влагалищ. Гематоксилин и эозин. Ув.: x 100

Fig. 1. Microphoto. Serous edema (arrows above) and lymphoid infiltration (arrows below) of the soft tissues in the area of the tendon sheaths. Hematoxylin and eosin. Increase: x 100

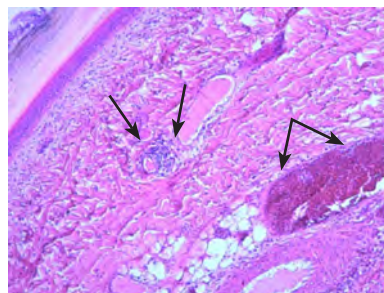


Рис. 2. Микрофото. Лимфоидные периваскулиты (стрелки слева), гиперемия венулы (стрелки справа) мягких тканей в области голеностопного сустава. Гематоксилин и эозин. Ув.: x 100

Fig. 2. Microphoto. Lymphoid perivascularitis (arrows on the left), hyperemia of the venule (arrows on the right) of soft tissues in the ankle joint. Hematoxylin and eosin. Increase: x 100

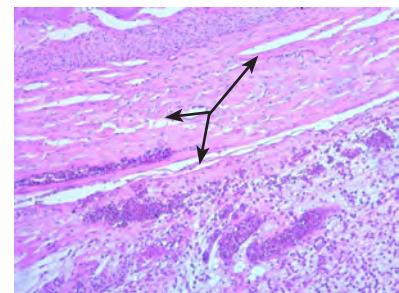


Рис. 3. Микрофото. Серозный отек надхрящницы. Гематоксилин и эозин. Ув.: x 100

Fig. 3. Microphoto. Serous edema of the perichondrium. Hematoxylin and eosin. Increase: x 100

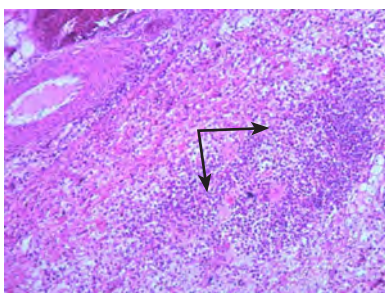


Рис. 4. Микрофото. Обширная лимфоидная инфильтрация плотной соединительной ткани. Гематоксилин и эозин. Ув.: x 100

Fig. 4. Microphoto. Extensive lymphoid infiltration of dense connective tissue. Hematoxylin and eosin. Increase: x 100

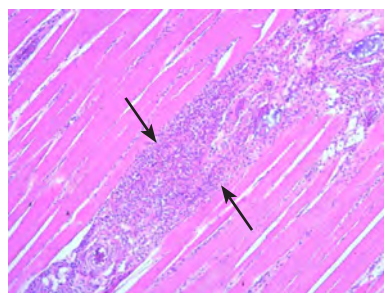


Рис. 5. Микрофото. Серозный отек и лимфоидная инфильтрация перимизия. Гематоксилин и эозин. Ув.: x 100

Fig. 5. Microphoto. Serous edema and lymphoid infiltration of the perimysium. Hematoxylin and eosin. Increase: x 100

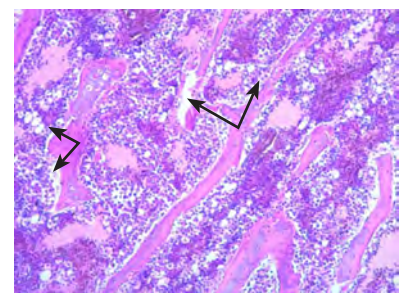


Рис. 6. Микрофото. Серозный отек миелиодной ткани красного костного мозга. Гематоксилин и эозин. Ув.: x 100

Fig. 6. Microphoto. Serous edema of myeloid tissue of the red bone marrow. Hematoxylin and eosin. Increase: x 100

Рис. 7–12. Морфологические изменения в области голеностопного сустава цыплят-бройлеров

Fig. 7–12. Morphological changes in the ankle joint of broiler chickens

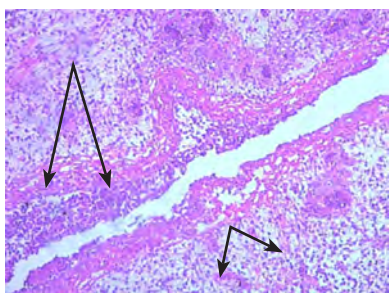


Рис. 7. Микрофото. Серозный отек (стрелки внизу) и лимфоидная инфильтрация (стрелки вверх) сухожильного влагалища. Гематоксилин и эозин. Ув.: x 100

Fig. 7. Microphoto. Serous edema (lower arrows) and lymphoid infiltration (top arrows) of the tendon sheath. Hematoxylin and eosin. Increase: x 100

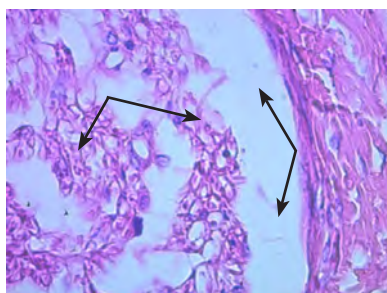


Рис. 8. Микрофото. Расширение периневрального пространства (стрелки справа), дезинтеграция миелиновых волокон (стрелки слева). Гематоксилин и эозин. Ув.: x 630

Fig. 8. Microphoto. Expansion of the perineural space (arrows on the right), disintegration of myelin fibers (arrows on the left). Hematoxylin and eosin. Increase: x 630

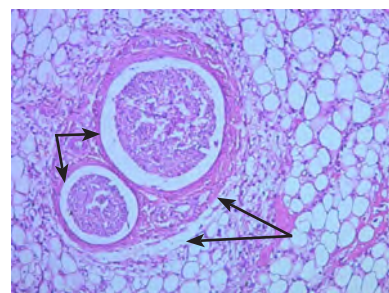


Рис. 9. Микрофото. Серозный отек периневрального (стрелки слева) и эпинеурального (стрелки справа) пространства, дезинтеграция миелиновых волокон (стрелки слева). Гематоксилин и эозин. Ув.: x 100

Fig. 9. Microphoto. Serous edema of the perineural (arrows on the left) and epineural (arrows on the right) space, disintegration of myelin fibers (arrows on the left). Hematoxylin and eosin. Increase: x 100

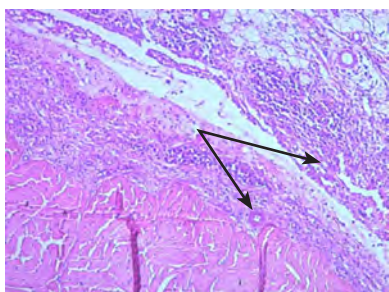


Рис. 10. Микрофото. Выраженная лимфоидная инфильтрация периферии сухожилия и сухожильного влагалища. Серозный отек. Гематоксилин и эозин. Ув.: x 100

Fig. 10. Microphoto. Severe lymphoid infiltration of the periphery of the tendon and tendon sheath. Serous edema. Hematoxylin and eosin. Increase: x 100

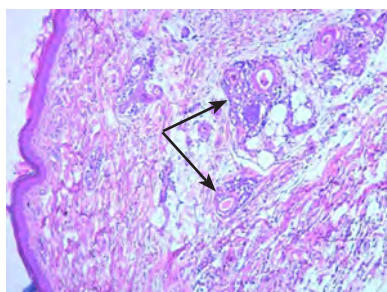


Рис. 11. Микрофото. Лимфоидные периваскулиты и диффузная лимфоидная инфильтрация сетчатого слоя дермы. Серозный отек. Гематоксилин и эозин. Ув.: x 100

Fig. 11. Microphoto. Lymphoid perivasculitis and diffuse lymphoid infiltration of the reticular layer of the skin. Serous edema. Hematoxylin and eosin. Increase: x 100

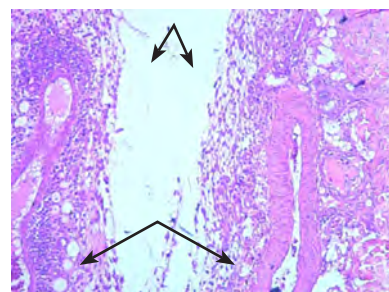


Рис. 12. Микрофото. Дерма. Лимфоидно-макрофагальные периваскулиты (стрелки внизу), серозный отек (стрелки вверх). Гематоксилин и эозин. Ув.: x 100

Fig. 12. Microphoto. Dermis. Lymphoid-macrophage perivasculitis (arrows below), serous edema (arrows above). Hematoxylin and eosin. Increase: x 100

Таблица 2. Производственные показатели выращивания цыплят-бройлеров

Table 2. Production indicators of growing broiler chickens

Группа	№ корпуса	Посажено на выращивание, гол.	Поступило на убой, гол.	Сохранность, %	Среднесуточный привес, г	Живой вес 1 гол. на убой, кг	Получено мяса в живом весе, кг на 1 м ² полезной площади пола
Опытная	1	138 663	130 360	94,0	63	2,618	66,7
	2	134 382	127 563	94,9	62,6	2,602	64,9
	3	134 543	125 840	93,5	63,8	2,666	65,6
	Всего	407 588	383 763	94,13	63,13	2,628	65,7
Контрольная	4	137 417	127 777	93,0	61,9	2,604	65
	5	135 523	126 914	93,6	60,9	2,535	62,9
	6	138 026	127 550	92,4	61,8	2,586	64,5
	Всего	410 966	382 241	93,0	61,5	2,575	64,13
Сравнение опыт/контроль			+1,13	+1,63	+0,053	+1,57	

тология чаще встречается при болезнях бактериальной этиологии и реовирусной инфекции, как и микоплазмоз. Микоплазмоз был исключен на основании исследования проб суставов методом ПЦР.

Для решения проблем с патологией, связанной с так называемой трудной локализацией очага воспаления, в частности инфекции суставов, и на основании гистокартин воспаления суставов, выделения и идентификации бактерий, определения чувствительности патогенов к антибактериальным препаратам на предприятии по решению главного ветеринарного врача была оставлена утвержденная схема лечения, где в схеме терапии в критические периоды выращивания цыплят-бройлеров присутствовал препарат с действующими веществами энрофлоксацин и колистина сульфат, а для снятия проблемы патологии суставов у цыплят-бройлеров новой партии выращивания ввели в схему лечения препарат «Спелинк® 660».

На птицефабрике, где ранее проводили клинические наблюдения, лабораторные и гистологические исследования, продолжен производственный опыт на следующей партии цыплят-бройлеров 818 554 голов кросса Cobb 500: в опытную группу — 407 588 голов, в контрольную — 410 966. Группы были подобраны по принципу аналогов с одинаковым содержанием, кормлением и программой вакцинации против вирусных болезней. Длительность производственного опыта — 41 день.

Контрольная и опытная группы цыплят-бройлеров получали препарат на основе энрофлоксацина и колистина сульфат согласно ранее утвержденной схеме лечебно-профилактических мероприятий на птицефабрике в критические периоды жизни птицы. Дополнительно опытной группе цыплят-бройлеров на основании лабораторных исследований была предложена схема лечения с акцентом на артрит и некроз головки бедренной кости. К утвержденной ранее схеме лечения был введен

с первых дней жизни птицы препарат «Спелинк® 660»: 500 г/т питьевой воды в течение пяти дней.

В результате проведенного производственного опыта на птицефабрике в опытной группе визуально клинические признаки патологии суставов составили 1% (по сравнению с предыдущей партией выращивания цыплят-бройлеров ниже на 3%). В данной группе были получены положительные зоотехнические показатели: сохранность выше на 1,13%, среднесуточный привес — 1,63 г, получено мяса в живом весе на 1 м² полезной площади пола на 0,053 кг больше, чем в контрольной группе.

Выводы (Conclusion)

Предрасполагающими факторами возникновения артрита и некроза головки бедренной кости при выращивании цыплят-бройлеров являются трансовариальное инфицирование, быстрый темп роста и высокий живой вес. Это приводит к аномалиям незрелых костей и суставов. При попадании бактерий в кровь, в частности *Staphylococcus spp.*, они тянутся к богатым коллагеном поверхностям, таким как суставная поверхность и синовиальные оболочки, расположенным вокруг суставов, сухожилий, и локализуются в активно растущих костях, размножаются и образуют биопленку, тем самым препятствуют проникновению антибактериальных препаратов непосредственно в участок патологии.

Для цыплят-бройлеров на ранней стадии этого процесса применима рациональная антибиотикотерапия, основанная на выделении патогена и определении его чувствительности к антибиотикам предыдущих партий выращивания птицы.

Применение препарата «Спелинк® 660» цыплятам-бройлерам способствовало снижению выявления клинических случаев патологии суставов и получению более высоких зоотехнических показателей в конце откорма по сравнению с контролем.

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. Wideman Robert F., Prisdly R.D., Bone circulatory disturbances in the development of spontaneous bacterial chondronecrosis with osteomyelitis: a translational model for the pathogenesis of femoral head necrosis. *Front. Endocrinol.* 2013; 3:183. doi: 10.3389/fendo.2012.00183.
2. Хлызова Л.А., Шавшукова О.А., Виноградов А.Б., Четвертных В.А., Афанасьевская Е.В., Гордина Е.В. Условно-патогенная микрофлора цыплят бройлеров как возможный источник инфицирования сотрудников птицефабрик. *Пермский медицинский журнал.* 2013; 30(2): 109–114.
3. Усенко В.В., Виноградова Е.В., Лихоман А.В., Кошаев А.Г. Неинфекционные артриты в промышленном птицеводстве. *Ветеринария Кубани.* 2015; 1: 15–18.
4. Брусина Е.Б., Л.С., Глазовская Т.В., Ефимова Т.В., Брико Н.И., Эпидемиология и эпидемиологический мониторинг инфекций, вызванных метициллинрезистентными штаммами золотистого стафилококка. Федеральные клинические рекомендации: клинические рекомендации (протоколы лечения). Москва: *НП «НАСКИ»*, 2014; 50.
5. Wang B., Wang Y., Xie X., Diao Z., Xie K., Zhang G. et al. Quantitative Analysis of Spectinomycin and Lincomycin in Poultry Eggs by Accelerated Solvent Extraction Coupled with Gas Chromatography Tandem Mass Spectrometry. *Foods.* 2020; 9(5): 651

REFERENCES

1. Wideman Robert F., Prisdly R.D., Bone circulatory disturbances in the development of spontaneous bacterial chondronecrosis with osteomyelitis: a translational model for the pathogenesis of femoral head necrosis. *Front. Endocrinol.* 2013; 3:183. doi: 10.3389/fendo.2012.00183.
2. Khlyzova L.A., Shavshukova O.A., Vinogradov A.B., Chetvernykh V.A., Afanasyevskaya E.V., Gordina E.V. Conditionally pathogenic microflora of broiler chickens as a possible source of infection for employees of poultry farms. *Perm Medical Journal.* 2013; 30(2): 109–114. (In Russian).
3. Usenko V.V., Vinogradova E.V., Likhoman A.V., Koshchayev A.G. Non-infectious arthritis in industrial poultry farming. *Veterinary Kuban.* 2015; 1: 15–18. (In Russian).
4. Brusina E.B., L.S., Glazovskaya T.V., Efimova T.B., Briko N.I. Epidemiology and epidemiological monitoring of infections caused by methicillin-resistant strains of *Staphylococcus aureus*. Federal clinical guidelines: clinical guidelines (treatment protocols). Moscow: *NP "NASKI"*, 2014; 50 (In Russian).
5. Wang B., Wang Y., Xie X., Diao Z., Xie K., Zhang G. et al. Quantitative Analysis of Spectinomycin and Lincomycin in Poultry Eggs by Accelerated Solvent Extraction Coupled with Gas Chromatography Tandem Mass Spectrometry. *Foods.* 2020; 9(5): 651

6. Попова Т.В., Хошафян Л.С., Аносов Д.Е., Валишин Р.Р. Решение проблемы суставной патологии путем рационального подхода к применению лечебных антибиотиков. *Птицеводство*. 2021;10: 53–56.
7. Дорофеева С.Г., Луговая И.С., Особенности этиологии патогенеза некроза головки бедренной кости у сельскохозяйственной птицы. *Аграрная наука*. 2019; 5: 20–25.
8. Милютин М.А., Симонова Е.Ю. Патология конечностей у ремонтного молодняка цыплят-бройлеров. В сборнике: *Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение. Сборник научных трудов Международной научно-практической студенческой конференции*. 2020; 89–92.
9. Хлып Д.Н. Стафилококко-стрептококковые инфекции у птиц. *БИО*. 2018; 6(213): 12–17.
10. Дорофеева С.Г., Бирюкова Г.А., Бактериологический мониторинг в помощь рациональной терапии цыплят-бройлеров при инфекционных заболеваниях. *Аграрная наука*. 2021;(4S): 35–40. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-347-4-35-40>.
11. Макаров Д.А., Карабанов С.Ю., Крылова Е.А., Поболелова Ю.И., Иванова Ш.Е., Гергель М.А., Куликовский А.В., Сухоедова А.В. Опыт использования онлайн-платформы AMRcloud для ветеринарного мониторинга антибиотикорезистентности зоонозных бактерий. *Клиническая микробиологическая антимикробная химиотерапия*. 2020; 22(1): 53–59.
12. Кононина М.Д., Терлецкий В.П., Щепеткина С.В., Джавадов Э.Д., Новикова О.Б. Мониторинг антибиотикорезистентности патогенных микроорганизмов, выделенных от сельскохозяйственной птицы. *Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии*. 2017; 4(6): 24–29.
13. Хошафян Л.С., Дорофеева С.Г., Шукин К.И. Enterococcus Cecorum — причина патологий конечностей у цыплят-бройлеров. Практическое решение при однократном курсе антибиотикотерапии. *Птицеводство*. 2022; 7-8: 79–85. doi:10.33845/0033-3239-2022-71-7-8-79-85

6. Popova T.V., Khoshafyan L.S., Anosov D.E., Valishin R.R. Solving the problem of articular pathology through a rational approach to the use of therapeutic antibiotics. *Poultry*. 2021;10: 53–56. (In Russian).
7. Dorofeeva S.G., Lugovaya I.S. Features of the etiology of the pathogenesis of femoral head necrosis in poultry. *Agrarian science*. 2019; 5: 20–25 (In Russian).
8. Milyutina M.A., Simonova E.Yu. Pathology of the limbs in replacement broiler chickens. In the collection: *Problems of intensive development of animal husbandry and their solution. Collection of scientific works of the international scientific-practical student conference*. 2020; 89–92. (In Russian).
9. Khlyp D.N. Staphylococcal-streptococcal infections in birds. *BIO*. 2018; 6(213): 12–17. (In Russian).
10. Dorofeeva S.G., Biryukova G.A. Bacteriological monitoring to help rational therapy of broiler chickens in infectious diseases. *Agrarian science*. 2021;(4S):35-40. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-347-4-35-40> (In Russian).
11. Makarov D.A., Karabanov S.Yu., Krylova E.A., Pobolelova Yu.I., Ivanova Sh.E., Gergel M.A., Kulikovskiy A.V., Sukhoedova A.V. Experience using the AMRcloud online platform for veterinary monitoring of antibiotic resistance in zoonotic bacteria. *Clinical Microbiological Antimicrobial Chemotherapy*. 2020; 22(1): 53–59. (In Russian).
12. Kononina M.D., Terletsky V.P., Shchepetkina S.V., Javadov E.D., Novikova O.B. Monitoring of antibiotic resistance of pathogenic microorganisms isolated from poultry. *Actual issues in agricultural biology*. 2017; 4(6): 24–29. (In Russian).
13. Khoshafyan L.S., Dorofeeva S.G., Shchukin K.I. Enterococcus Cecorum is the cause of limb pathologies in broiler chickens. A practical solution for a single course of antibiotic therapy. *Poultry*. 2022; 7-8: 79–85. (In Russian). doi: 10.33845/0033-3239-2022-71-7-8-79-85

ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Владимировна Полуночкина, ведущий ветеринарный врач-консультант Департамента продвижения по птицеводству. Общество с ограниченной ответственностью Группа компаний «ВИК», д. 681 с. Островцы, Раменский р-он, Московская обл., 140050, Российская Федерация polunochkina@vicgroup.ru

Светлана Глебовна Дорофеева, кандидат ветеринарных наук, заместитель генерального директора по ветеринарии. Общество с ограниченной ответственностью Группа компаний «ВИК», д. 681 с. Островцы, Раменский р-он, Московская обл., 140050, Российская Федерация dorofeeva@vicgroup.ru

Виктория Васильевна Стаффорд, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук, Рязанский пр., д. 24, г. Москва, 109428, Российская Федерация stafford.v.v@gmail.com

ABOUT THE AUTHORS:

Tatiana Vladimirovna Polunochkina, leading veterinary consultant of the Poultry Promotion Department. VIC Group, 681, Ostrovtsy, Ramensky district, Moscow region, 140050, Russian Federation polunochkina@vicgroup.ru

Svetlana Glebovna Dorofeeva, candidate of veterinary sciences, deputy director-general for veterinary medicine. VIC Group, 681, Ostrovtsy, Ramensky district, Moscow region, 140050, Russian Federation dorofeeva@vicgroup.ru

Victoria Vasilevna Stafford, candidate of biological sciences, leading researcher, Federal Scientific Centre VIEV, 24 Ryazansky prospect, Moscow, 109428, Russian Federation stafford.v.v@gmail.com

«ДЕКТОПРО» – ЭФФЕКТИВНАЯ ЗАЩИТА СВИНЕЙ ОТ ГЕЛЬМИНТОЗОВ

Кугелев И.М., к. с.-х. н., ФГБОУ ВО СГСХА

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

Нематодозы являются серьезной проблемой современного свиноводства. Согласно имеющимся данным, первое место по распространенности занимает аскаридоз, при этом экстенсивность инвазии по России составляет 17–20%. Аскаридоз наносит огромный вред свиноводству, ведет к падежу животных, снижению привесов и качеству мяса, перерасходу кормов.

В борьбе с гельминтозами необходимо отдавать предпочтение современным средствам широкого спектра действия с длительной защитой от реинвазии. Компания «Новая Группа» разработала препарат «ДектоПро», содержащий в своем составе дорамектин, обладающий широким спектром нематоцидного, акарицидного и инсектицидного действия и обеспечивающий эффективную защиту от реинвазии в течение 28 дней после применения.

На базе хозяйства ООО «Агросоюз» в Смоленской области были проведены производственные испытания, подтвердившие высокую эффективность «ДектоПро» при аскаридозе свиней.

Для работы было отобрано 44 поросенка 100–106-дневного возраста средней живой массой 42–44 кг с диагностированным аскаридозом. Животных по принципу аналогов распределили на две группы — опытную и контрольную (по 22 головы в каждой). Группы были сформированы одновременно и содержались в отдельных боксах.

В опытной группе применяли препарат «ДектоПро» в дозе 1,0 мл/33 кг массы тела животного внутримышечно в основание уха, однократно. В контрольной группе применяли препарат на основе «Ивермектина» в дозе 1,0 мл/33 кг массы животного внутримышечно в область шеи, однократно. Через 28 дней после применения препаратов у всех животных проводили повторное копрологическое исследование и повторное взвешивание.

Терапевтическую эффективность схем лечения оценивали по результатам повторного копрологического исследования, среднесуточным привесам и общему состоянию животных (нежелательные явления, падеж).

Экстенсивность инвазии *Ascaris suum* в обеих группах первоначально составила 100%, т.к. у всех включенных поросят в фекалиях были обнаружены яйца аскарид. Интенсивность инвазии при этом составляла в опытной группе $245,5 \pm 37,06$ яиц аскарид/1г фекалий, в контрольной группе — $304,5 \pm 41,86$ яиц аскарид/1г фекалий (табл. 1).

Через 28 дней после применения «ДектоПро» количество животных, полностью освобожденных от гельминтов, составило 20 голов, что на 25% выше, чем в

Таблица 1. Терапевтическая эффективность лечения аскаридоза свиней в группах

Показатели	Опытная («ДектоПро»)	Контрольная
Количество животных	22	22
Экстенсивность инвазии до лечения, %	100	100
Экстенсивность инвазии после лечения, %	9,1	27,3
Интенсивность инвазии до лечения, количество яиц гельминтов в 1 г фекалий	$245,5 \pm 37,06$	$304,5 \pm 41,86$
Интенсивность инвазии после лечения, кол-во яиц гельминтов в 1 г фекалий	100 ± 0	$183,3 \pm 30,73$
Количество животных, освобожденных от кишечных гельминтов	20	16
Пало, голов	0	0
Исключено из опыта, голов	0	0
Среднесуточный привес, г	$622,7 \pm 2,97^{**}$	$609,3 \pm 2,87$
Терапевтическая эффективность (экстенсивность), %	90,9%	72,7%

** $p < 0,01$ по сравнению с контрольной группой (t-критерий Стьюдента).

контрольной группе — 16 голов (табл. 1). Интенсивность инвазии *Ascaris suum* после применения препарата «ДектоПро» снизилась примерно в 2,5 раза, после применения препарата на основе «Ивермектина» — в 1,7 раза (табл. 1). Показатель экстенсивности препарата «ДектоПро» составил 90,9%, препарата на основе «Ивермектина» — 72,7%.

Среднесуточный привес в опытной группе («ДектоПро») составил $622,7 \pm 2,97$ г и был достоверно выше, чем в контрольной группе, в среднем на 13,4 г (табл. 1).

Таким образом, «ДектоПро» продемонстрировал высокую терапевтическую эффективность против аскаридоза свиней в условиях ООО «Агросоюз» и может быть рекомендован для применения в свиноводческих хозяйствах.

ООО «Новая Группа»

141700, Московская область,
г. Долгопрудный, ул. Виноградная, д. 13
www.groupnew.ru
Тел.: +7 (495) 221-01-19

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



Дорамектин 1% раствор для инъекций

**СОВРЕМЕННЫЙ ПРОТИВОПАРАЗИТАРНЫЙ ПРЕПАРАТ
СО СВЕРХДЛИТЕЛЬНОЙ ЗАЩИТОЙ ОТ РЕИНВАЗИИ**



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

Регистрационное свидетельство:
№ 6472-10-19 ЗСПА



ИМЕЮТСЯ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ. ОЗНАКОМЬТЕСЬ С ИНСТРУКЦИЕЙ.

УДК 619:615.33

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-49-53

П.Н. Щербаков¹,
К.В. Степанова¹,
П.В. Бурков¹,
М.Б. Ребезов^{2, 3}, ✉
Т.Н. Шнякина¹,
Е.Н. Барзанова¹

¹ Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Российская Федерация

² Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

³ Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

✉ rebezov@yandex.ru

Поступила в редакцию:
03.12.2022

Одобрена после рецензирования:
30.12.2022

Принята к публикации:
30.01.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-49-53

Pavel N. Scherbakov¹,
Ksenia V. Stepanova¹,
Pavel V. Burkov¹,
Maksim B. Rebezov^{2, 3}, ✉
Tatyana N. Shnyakina¹,
Elena N. Barzanova¹

¹ South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

² Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation

³ V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

✉ rebezov@yandex.ru

Received by the editorial office:
03.12.2022

Accepted in revised:
30.12.2022

Accepted for publication:
30.01.2023

Механизм подавления синтеза токсичных газов и опосредованное их влияние на жизненные показатели организма животных при адаптивных технологиях выращивания

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Многие ученые обоснованно полагают, что нарушения микроклиматических параметров являются базой для сниженной адаптации организма животных к условиям внешней среды, к агрессивным стресс-факторам, воздействующим на иммунную систему животных. Это приводит к нарушению барьерной функции легких, быстрому размножению микрофлоры в слизистой оболочке верхних и нижних дыхательных путей, развитию экссудативных процессов и яркой лейкоцитарной реакции.

Методы. Для проведения опыта в зимний стойловый период 2021/22 г. были отобраны телята голштинизированной породы в возрасте $15,0 \pm 5,0$ дней, из которых были сформированы две группы по принципу пар-аналогов по 15 голов в каждой.

Результаты. Установлено, что применение «Биологического инактиватора токсичных газов в подстилке» для животных позволяет добиться значительного снижения количества аммиака во вдыхаемом телятами воздухе надподстилочного слоя. При этом происходит активизация дыхательной функции организма животных (нормализация гомеостаза организма, улучшение эритропоэза, снижение скорости оседания эритроцитов, повышение уровня щелочного резерва крови и др.).

Ключевые слова: факторные болезни, параметры микроклимата, респираторные болезни, кровь, аммиак, эффективность, биологический препарат.

Для цитирования: Щербаков П.Н. и др. Механизм подавления синтеза токсичных газов и опосредованное их влияние на жизненные показатели организма животных при адаптивных технологиях выращивания. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 49–53. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-49-53>

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

The mechanism of suppression of the synthesis of toxic gases and their indirect influence on the vital signs of the animal organism with adaptive growing technologies

ABSTRACT

Relevance. Many scientists reasonably believe that disturbances in microclimatic parameters are the basis for reduced adaptation of the animal organism to environmental conditions, to aggressive stress factors affecting the immune system of animals. This leads to a violation of the barrier function of the lungs, the rapid multiplication of microflora in the mucous membrane of the upper and lower respiratory tract, the development of exudative processes and a bright leukocyte reaction.

Methods. To conduct the experiment in the winter stall period of 2021–2022, calves of the Holstein breed aged 15.0 ± 5.0 days were selected, from which two groups were formed according to the principle of pairs of analogues of 15 heads each.

Results. The authors found that the use of a «Biological inactivator of toxic gases in the litter» for animals makes it possible to achieve a significant reduction in the amount of ammonia in the air inhaled by calves of the over-lining layer. At the same time, the respiratory function of the animal organism is activated (normalization of the body's homeostasis, improvement of erythropoiesis, reduction of erythrocyte sedimentation rate, increase in the level of alkaline blood reserve, etc.).

Key words: factor diseases, microclimate parameters, respiratory diseases, blood, ammonia, efficiency, biological preparation.

For citation: Scherbakov P.N. et al. The mechanism of suppression of the synthesis of toxic gases and their indirect influence on the vital signs of the animal organism with adaptive growing technologies. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 49–53. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-49-53> (In Russian).

© Scherbakov P.N., Stepanova K.V., Burkov P.V., Rebezov M.B., Shnyakina T.N., Barzanova E.N.

Введение / Introduction

Повышение эффективности ведения сельскохозяйственного производства трудно реализовать при условии возникновения падежа среди поголовья, племенного брака, аборт, прохолостов и снижения животно-водческой продукции в целом.

В свою очередь, основную роль в снижении качества мяса и животно-водческой продукции играют возникающие и постоянно осложняющиеся заболевания молодняка, особенно респираторные болезни [1–5].

В этиологии респираторных заболеваний большое значение имеют грубые нарушения зоогигиенических и санитарных условий содержания: скученность животных, переохлаждение и перегревание организма, высокая влажность, микробная загрязненность помещения и газовой среды, сквозняки, повышенное содержание аммиака, углекислого газа, сероводорода.

Известно также, что введение в восприимчивое стадо животных вирусоносителей является лучшим способом заноса возбудителя инфекции [6–11].

Многие ученые обоснованно полагают, что нарушения микроклиматических параметров являются базой для сниженной адаптации организма животных к условиям внешней среды, к агрессивным стресс-факторам, воздействующим на иммунную систему животных. Это приводит к нарушению барьерной функции легких, быстрому размножению микрофлоры в слизистой оболочке верхних и нижних дыхательных путей, развитию экссудативных процессов и яркой лейкоцитарной реакции [12–15].

В качестве микрофлоры, осложняющей развитие респираторного заболевания, чаще всего выделяют пневмококки, стрептококки, стафилококки, диплококки, сальмонеллы, пастереллы, протей, кишечную палочку.

В последние годы многие исследователи отмечают увеличение заболеваемости пневмонией, вызванной микоплазмами, хламидиями, грибами. Но иногда и аутохтонная микрофлора становится участником патологического процесса в респираторном тракте молодняка животных [16, 17].

Среди молодняка сельскохозяйственных животных, как правило, респираторные заболевания регистрируются стационарно и имеют выраженную сезонность. При этом массовый характер приобретают заболевания в осенне-зимний период [7, 8].

Промышленная технология холодного содержания телят дает множество преимуществ, прежде всего экономического и организационного характера. Однако выделение аммиака, который образуется из фекалий и мочи в подстилке для животных, способно нанести значительный ущерб привлекательности данного метода для практического животно-водства из-за увеличения случаев респираторных заболеваний животных [1, 2].

Известно, что аммиак благодаря своим свойствам обладает высокой токсичностью, поэтому он относится к наиболее агрессивным абиогенным факторам, осложняющим респираторные болезни. «Прилипая» к слизистой оболочке дыхательных путей, аммиак вызывает кашель, адсорбируясь на конъюнктиве глаз, вызывает слезотечение, беспокойство, затем сменяющееся вялостью и угнетением, животные теряют интерес к корму.

Также, активно всасываясь в кровь, аммиак образует вредное соединение с гемоглобином — щелочной гематин, который незаметно, но быстро вызывает гипохромную анемию. Всё это в совокупности негативно воздействует на естественную резистентность организ-

ма телят, провоцируя хронизацию патологического процесса, повышая среди поголовья процент летальности [6, 7].

Для коррекции параметров микроклимата в животно-водческих помещениях предложено большое количество препаратов различного механизма действия. Проблема остается нерешенной, и поиск наиболее эффективных и оптимальных способов снижения количества токсичных газов, а особенно аммиака, во вдыхаемом воздухе животно-водческих помещений и сейчас имеет свою актуальность [18–22].

Цель исследования — изучение воздействия санитарно-гигиенического средства «Биологический инактиватор токсичных газов» на образование аммиака и некоторые показатели гомеостаза при холодном методе выращивания телят.

Материал и методы исследования / Material and methods

Разработанное санитарно-гигиеническое средство «Биологический инактиватор токсичных газов в глубокой подстилке» представляет собой порошок молочного цвета, однородный, без выраженного запаха, влажностью 10–15%, в состав которого входят споры плесневого гриба рода *Trichoderma*, дрожжи вида *Saccharomyces cerevisiae*, пробиотическая культура *Bac. subtilis* и лактобактерии рода *Lactobacterium*, с содержанием живых микроорганизмов не менее 10^5 КОЕ в 1 г средства, а в качестве вспомогательных веществ — сухой сорбент.

Экспериментальная партия препарата для научных исследований была изготовлена в условиях лаборатории кафедры инфекционных болезней ФГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ» (г. Троицк, Россия). Методика применения препарата вошла в технологический регламент по экспериментальному производству «Биологический инактиватор токсичных газов в глубокой подстилке», утвержденный 11 февраля 2016 года проректором по научно-исследовательской работе ФГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ» профессором М.Ф. Юдиным.

Управлением ветеринарии Минсельхоза Челябинской области (г. Челябинск, Россия) утверждена временная инструкция от 27 ноября 2017 года по применению препарата «Биологический инактиватор токсичных газов в глубокой подстилке» с целью дальнейших исследований в условиях промышленных предприятий. Разрешение применения средства для научно-исследовательских целей было обсуждено и одобрено на заседании Общественного совета при управлении ветеринарии Курганской области 28.12.2017 (г. Курган, Россия).

Для проведения опыта в зимний стойловый период 2021/22 г. были отобраны телята голштинизированной породы в возрасте $15,0 \pm 5,0$ дней, из которых сформированы две группы по принципу пар-аналогов по 15 голов в каждой.

Исследования были проведены в условиях молочно-товарной фермы (Уйский район, Челябинская область, Россия). На предприятии принят холодный метод содержания молодняка. Для этого телят помещают в групповые клетки с глубокой несменяемой подстилкой. Клетки размещены в телятниках, обеспеченных приточно-вытяжной вентиляцией без обогрева.

В опытной группе телят для снижения влияния абиогенных факторов было применено санитарно-гигиеническое средство «Биологический инактиватор токсичных газов в глубокой подстилке» в дозе 25 г на 1 м^2

подстилочного материала в соответствии с «Рекомендациями по применению препарата «Биологический инактиватор токсичных газов в глубокой подстилке» с целью профилактики респираторных болезней телят» (2017 г., Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Троицк, Россия).

Суспензию санитарно-гигиенического средства готовили путем разведения в 1 л нехлорированной воды температурой не выше +50 °C. Обработку поверхности подстилочного материала проводили путем однократного распыления суспензии.

Концентрацию аммиака во вдыхаемом воздухе измеряли в 1-й, 30-й и 60-й день опыта с помощью мультиканального газоанализатора «Комета-М» с принудительным пробоотбором. В крови у телят в 1-й и 60-й день опыта определяли количество эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина на гематологическом анализаторе Mindray BC 2800 Vet (Китай).

Уровень гемоглобина определяли гемоглобинцианидным методом. Скорость оседания эритроцитов определяли по методу Панченкова.

В сыворотке крови определяли количество общего белка — колориметрическим методом с помощью набора реактивов «Клинистест-ОБ». Метод основан на способности белков с ионами меди в щелочной среде образовывать комплексные соединения фиолетового цвета. Интенсивность окраски пропорциональна концентрации белка в исследуемой пробе. Щелочной резерв сыворотки крови определяли по И.П. Кондрахину.

Статистический анализ предусматривал расчет среднего значения признака (X) и его стандартной ошибки (Sx), был выполнен при помощи пакета программы VERSIA. Значимость различий была установлена на уровне $p < 0,05$.

Рис. 1. Концентрация аммиака во вдыхаемом воздухе, мг/л

Fig. 1. Ammonia concentration in the inhaled air, mg/l

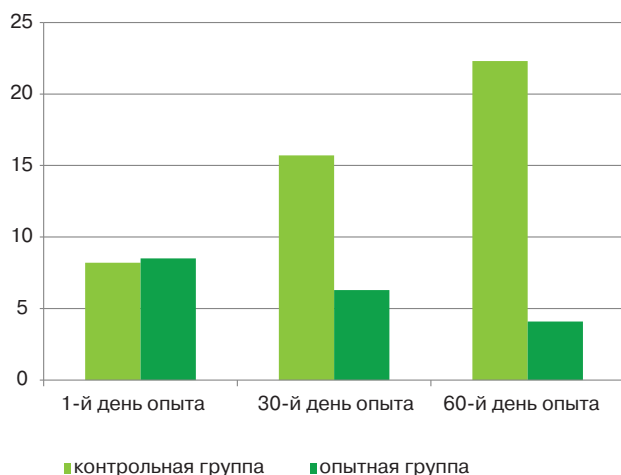


Таблица 1. Характеристика показателей дыхательной и защитной функции крови телят, $X \pm Sx$

Table 1. Characteristics of indicators of the respiratory and protective function of the blood of calves, $X \pm Sx$

Показатель	Норма	1-й день		60-й день	
		Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	4,5–12,0	17,4 $\pm$ 0,2	18,1 $\pm$ 0,2	14,13 $\pm$ 0,9	7,25 $\pm$ 0,7*
Эритроциты, $\times 10^{12}/\text{л}$	5,0–7,5	5,12 $\pm$ 0,14	5,89 $\pm$ 0,23	7,02 $\pm$ 0,64	8,7 $\pm$ 0,11*
Гемоглобин, г/л	109–113	89,4 $\pm$ 0,1	87,8 $\pm$ 0,3	101,3 $\pm$ 0,2	105,3 $\pm$ 0,6
СОЭ, мм/ч	0,5–1,5	5,4 $\pm$ 0,4	5,7 $\pm$ 0,9	2,3 $\pm$ 0,14	1,5 $\pm$ 0,21*

* $p < 0,05$

Таблица 2. Содержание общего белка и резервной щелочности крови телят, $X \pm Sx$

Table 2. The content of total protein and reserve alkalinity of the blood of calves, $X \pm Sx$

Показатель	Норм	Группы животных			
		1-й день		60-й день	
		Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Общий белок, г/л	61–63	69,1 $\pm$ 0,2	71,5 $\pm$ 0,1	61,1 $\pm$ 0,15	62,3 $\pm$ 0,1*
Щелочной резерв, об. CO_2	46–66	49,21 $\pm$ 1,02	45,7 $\pm$ 0,6	44,3 $\pm$ 0,9	51,8 $\pm$ 0,8*

* $p < 0,05$

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

Результаты проведенного опыта представлены на рисунке 1.

Как видно из рисунка, через месяц опыта в воздухе на уровне 15 см от подстилки отмечалось повышение концентрации аммиака в контрольной группе на 79,2% относительно первого дня исследований, а через два месяца — повышение концентрации этого токсичного газа более чем в 2,5 раза относительно первого дня исследований, что говорит о тенденции к повышению общей «загрязненности» воздушной среды помещений для телят контрольной группы.

В опытной группе телят произошло достоверное снижение количества аммиака через месяц после внесения санитарно-гигиенического средства на 30,7% относительно первого дня исследований, а на 60-е сутки отмечалось снижение концентрации аммиака на 107,3% относительно первого дня исследований.

Результаты изменения показателей дыхательной и защитной функции крови отражены в таблице 1.

Анализ результатов исследования дыхательной функции крови телят показал, что в крови опытных телят (по сравнению с контрольной группой) произошло восстановление показателей до референсных значений, за исключением количества красных кровяных клеток. Так, количество белых кровяных клеток снизилось (по сравнению с первоначальным значением) более чем в 2,5 раза, скорость оседания эритроцитов уменьшилась в 3,8 раза. Количество эритроцитов увеличилось (по сравнению с первоначальными наблюдениями) в 1,5 раза, количество гемоглобина возросло в 1,2 раза.

Изменение показателей общего белка и резервной щелочности сыворотки крови отражено в таблице 2.

Данные таблиц свидетельствуют о снижении концентрации общего белка в сыворотке крови к 60-му дню опыта как в контрольной, так и в опытной группе. В контрольной группе он снизился на 11,6%, в опытной — на

12,9%. Щелочной резерв крови у животных контрольной группы уменьшился к концу опыта на 10%, а в опытной — вырос на 13,3%.

Выводы / Conclusion

Промышленная технология холодного содержания телят дает множество преимуществ, прежде всего экономического и организационного характера. Однако выделение аммиака, который в избытке выделяется при испражнении животных и последующем разложении фекалий, наносит ощутимый ущерб в целом для применения именно «холодного» метода выращивания телят. Данный ущерб складывается как раз из широты распространения в хозяйствах респираторных патологий, осложнения уже имеющейся хронической болезни

у животного, а также из стабильного процента летальности.

Проведенными исследованиями установлено, что применение «Биологического инактиватора токсичных газов в подстилке» для животных позволяет добиться значительного снижения количества аммиака во вдыхаемом телятами воздухе надподстилочного слоя. При этом происходит активизация дыхательной функции организма животных, что проявляется в нормализации гомеостаза организма, улучшении эритропоэза, балансе протеинограммы, снижении скорости оседания эритроцитов, нивелировании скрытого ацидоза посредством повышения уровня щелочного резерва крови, упрощении лейкоцитарного профиля в отношении снижения количества основных белых клеток крови.

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. Poryvaeva A.P., Pechura E.V., Shkuratova I.A. Preventing respiratory viral infections in calves during prenatal and early neonatal periods. *Reproduction in Domestic Animals*. 2019;54(S3):98.
2. Белкин Б.Л. Влияние микроклимата на физиологические функции телят. *Ветеринария*. 1998;(7):52.
3. Дерхо М.А., Бурков П.В., Щербakov П.Н. Оптимизация оценки иммунного и метаболического статуса молодняка свиней в поствакцинальный период при помощи метода главных компонент. *Цифровизация отраслей АПК: опыт, проблемы, пути решения: Материалы Международной научно-практической конференции*, Новосибирск. 2022;56–60.
4. Джупина С.И. Факторные инфекционные болезни животных. *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. 2005;12:12–15.
5. Порываева А.П., Шкуратова И.А., Соколова О.В. Значение колострального иммунитета при защите и оздоровлении крупного рогатого скота от острых респираторных вирусных инфекций. *БИО*. 2018;10(217):10–13.
6. Смирнов П.Н. и др. Значение лейкомоидных реакций в диагностике неинфекционной патологии у животных. *Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий. Материалы VI Международной научно-практической конференции*. Горно-Алтайск. 2017;269–274.
7. Ибрагимов А.Г., Борulyko В.Г., Лукьянова И.А. Животноводство и окружающая среда. *Аграрная наука*. 2021;(10):46–49. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-353-10-46-49>
8. Некрасов А.А. и др. Иммуномодуляторы в комплексной профилактике инфекционных респираторных болезней телят. *Ветеринария*. 2014;7:19–21.
9. Борulyko В.Г., Понизовкин Д.А. Автоматизация систем управления микроклиматом животноводческих помещений. *Аграрная наука*. 2020;3(3):96–98. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-336-3-96-98>
10. Семёнов В.Г., Кузнецов А.Ф., Никитин Д.А., Васильев В.А. Выращивание телят при разных режимах адаптивной технологии с применением отечественных биопрепаратов. *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2016;4:139–141.
11. Жуков Р.Б., Шпак Т.И., Клопова А.В. Устройство для очистки воздуха животноводческих помещений. *Вестник Донского государственного аграрного университета*. 2021;1(39):87–96.
12. Фомин М.Б., Захаров К.П., Маликов Т.С. Анализ систем обеспечения микроклиматических параметров птицеводческих помещений. *Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем. Материалы Международной научно-практической конференции*. Оренбург. 2020;108–112.
13. Шкуратова И., Шилова Е., Соколова О. Ветеринарно-санитарные аспекты профилактики болезней молодняка крупного рогатого скота в современных промышленных комплексах. *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. 2017;12:51–54.

REFERENCES

1. Poryvaeva A.P., Pechura E.V., Shkuratova I.A. Preventing respiratory viral infections in calves during prenatal and early neonatal periods. *Reproduction in Domestic Animals*. 2019;54(S3):98.
2. Belkin B.L. Influence of the microclimate on the physiological functions of calves. *Veterinary*. 1998;(7):52 (In Russian).
3. Derkho M.A., Burkov P.V., Scherbakov P.N. Optimization of the assessment of the immune and metabolic status of young pigs in the post-vaccination period using the method of principal components. *Digitalization of AIC industries: experience, problems, solutions: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, Novosibirsk. 2022;56–60 (In Russian).
4. Dzhupina S.I. Factor infectious diseases of animals. *Veterinary farm animals*. 2005;12:12–15 (In Russian).
5. Poryvaeva A.P., Shkuratova I.A., Sokolova O.V. The value of colostrum immunity in the protection and recovery of cattle from acute respiratory viral infections. *BIO*. 2018;10(217):10–13 (In Russian).
6. Smirnov P.N. *et al.* The value of leukemoid reactions in the diagnosis of non-infectious pathology in animals. Actual problems of agriculture in mountainous areas. *Materials of the VI International scientific-practical conference*. Gorno-Altai. 2017;269–274 (In Russian).
7. Ibragimov A.G., Borulyko V.G., Lukyanova I.A. Livestock and environment. *Agrarian science*. 2021;(10):46–49 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-353-10-46-49>
8. Nekrasov A.A. *et al.* Immunomodulators in the complex prevention of infectious respiratory diseases in calves. *Veterinary*. 2014;7:19–21 (In Russian).
9. Borulyko V.G., Ponizovkin D.A. Automation of climate control systems in livestock buildings. *Agrarian science*. 2020;3(3):96–98 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-336-3-96-98>
10. Semenov V.G., Kuznetsov A.F., Nikitin D.A., Vasiliev V.A. Growing calves under different modes of adaptive technology using domestic biological products. *Issues of legal regulation in veterinary medicine*. 2016;4:139–141 (In Russian).
11. Zhukov R.B., Shpak T.I., Klopova A.V. Device for cleaning the air of livestock premises. *Bulletin of the Don State Agrarian University*. 2021;1(39):87–96 (In Russian).
12. Fomin M.B., Zakharov K.P., Malikov T.S. Analysis of systems for ensuring microclimatic parameters of poultry premises. Improving the engineering and technical support of production processes and technological systems. *Materials of the International scientific-practical conference*. Orenburg. 2020;108–112 (In Russian).
13. Shkuratova I., Shilova E., Sokolova O. Veterinary and sanitary aspects of disease prevention in young cattle in modern industrial complexes. *Veterinary farm animals*. 2017;12:51–54 (In Russian).

14. Шишкина М.С., Лобова Т.П., Михайлова В.В., Скворцова А.Н., Варенцова А.А. Анализ результатов эпизоотического мониторинга бешенства в Российской Федерации в 2020 году. *Аграрная наука*. 2021;7-8:52–58. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-52-58>
15. Щербаков П.Н., Степанова К.В., Щербакова Т.Б. Влияние симбиотной микрофлоры на выделение абиогенных факторов при холодном методе выращивания телят. *Ветеринарный врач*. 2019;1:34–39.
16. Щербаков П.Н., Щербаков Н.П., Щербакова Т.Б., Степанова К.В. Воздействие токсичных газов на организм телят при различных технологиях выращивания. *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды*. 2018;16:90–101.
17. Щербаков П.Н., Степанова К.В., Щербаков Н.П. Особенности возникновения и течения респираторных болезней телят в хозяйствах Челябинской области. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016;12:104–107.
18. Щербаков П.Н., Степанова К.В. Повышение продуктивности молодняка крупного рогатого скота методом снижения концентрации токсичных газов в животноводческих помещениях под воздействием препарата «Биологический инактиватор токсичных газов в глубокой подстилке». *Био*. 2018;10(217):18–19.
19. Derkho M. *et al.* Erythrocytes and their transformations in the organism of cows. *International Journal of Veterinary Science*. 2019;8(2):61–66.
20. Rubio M.B. *et al.* Identifying *Trichodermaparareesei* beneficial qualities for plants. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2013;10(5):18–19.
21. Studholme D.J. *et al.* Investigating the beneficial traits of *Trichoderma hamatum* GD12 for sustainable agriculture — insights from genomics. *Frontiers in Plant Science*. 2013;30(4):258–259. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00258>
22. Scherbakov P., Scherbakova T., Stepanova K. Reducing the environmental loading of livestock enterprises on the biosphere. *Ecological agriculture and sustainable development*. 2019;281–287.
14. Shishkina M.S., Lobova T.P., Mikhailova V.V., Skvortsova A.N., Varentsova A.A. Analysis of the results of epizootic monitoring of rabies in the Russian Federation in 2020. *Agrarian science*. 2021;7-8:52–58 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-52-58>
15. Scherbakov P.N., Stepanova K.V., Scherbakova T.B. Influence of symbiotic microflora on the isolation of abiogenic factors in the cold method of growing calves. *The Veterinarian*. 2019; 1:34–39 (In Russian).
16. Scherbakov P.N., Scherbakov N.P., Scherbakova T.B., Stepanova K.V. The impact of toxic gases on the body of calves with various rearing technologies. *Izvestia of agricultural science of Taurida*. 2018;16:90–101 (In Russian).
17. Scherbakov P.N., Stepanova K.V., Scherbakov N.P. Features of the occurrence and course of respiratory diseases of calves in the farms of the Chelyabinsk region. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2016;12:104–107 (In Russian).
18. Scherbakov P.N., Stepanova K.V. Improving the productivity of young cattle by reducing the concentration of toxic gases in livestock buildings under the influence of the drug «Biological inactivator of toxic gases in deep litter». *Bio*. 2018;10(217):18–19 (In Russian).
19. Derkho M. *et al.* Erythrocytes and their transformations in the organism of cows. *International Journal of Veterinary Science*. 2019; (2):61–66.
20. Rubio M.B. *et al.* Identifying *Trichodermaparareesei* beneficial qualities for plants. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2013;10(5):18–19.
21. Studholme D.J. *et al.* Investigating the beneficial traits of *Trichoderma hamatum* GD12 for sustainable agriculture — insights from genomics. *Frontiers in Plant Science*. 2013;30(4):258–259. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00258>
22. Scherbakov P., Scherbakova T., Stepanova K. Reducing the environmental loading of livestock enterprises on the biosphere. *Ecological agriculture and sustainable development*. 2019;291–297.

ОБ АВТОРАХ:

Павел Николаевич Щербаков,
доктор ветеринарных наук, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул.
Гагарина, 13, Троицк, 457103, Российская Федерация
scherbakov_pavel@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8685-4645>

Ксения Вадимовна Степанова,
кандидат биологических наук,
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Российская Федерация
deratizator@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3916-004X>

Павел Валерьевич Бурков,
кандидат ветеринарных наук, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Российская Федерация
burcovpavel@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7515-5670>

Максим Борисович Ребезов,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Уральский государственный аграрный университет, ул. Карла
Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Российская Федерация;
Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горба-
това Российской академии наук, ул. Талалихина, 26, Москва,
109316, Российская Федерация
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Татьяна Николаевна Шнякина,
доктор ветеринарных наук, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Российская Федерация
shnyakina-t@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7047-8796>

Елена Николаевна Барзанова,
преподаватель,
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Российская Федерация
lenabarzanova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4922-2360>

ABOUT THE AUTHORS:

Pavel Nikolaevich Scherbakov,
Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor,
South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin str., Troitsk,
457103, Russian Federation
scherbakov_pavel@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8685-4645>

Ksenia Vadimovna Stepanova,
Candidate of Biological Sciences,
South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin str., Troitsk,
457103, Russian Federation
deratizator@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3916-004X>

Pavel Valerevich Burkov,
Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor,
South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin str., Troitsk,
457103, Russian Federation
burcovpavel@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7515-5670>

Maksim Borisovich Rebezov,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Ural State Agrarian University, 42Karl 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, Russian Federation
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Tatyana Nikolaevna Shnyakina,
Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor,
South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin str., Troitsk,
457103, Russian Federation
shnyakina-t@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7047-8796>

Elena Nikolaevna Barzanova,
Lecturer,
South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin str., Troitsk,
457103, Russian Federation
lenabarzanova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4922-2360>

Н.И. Малик, ✉
Л.А. Маленкова,
Е.В. Малик,
И.А. Гулейчик,
Н.А. Чупахина,
И.А. Русанов,
Н.С. Самохвалова

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

✉ nimalik@vgnki.ru

Поступила в редакцию:
01.10.2022

Одобрена после рецензирования:
30.12.2022

Принята к публикации:
30.01.2023

Nina I. Malik, ✉
Leah A. Malenkova,
Evgeny V. Malik,
Irina A. Guleychik,
Nataliya A. Chupahina,
Ivan A. Rusanov,
Nadezhda S. Samohvalova

The Russian State Center for Animal Feed and
Drug Standardization and Quality, Moscow,
Russian Federation

✉ nimalik@vgnki.ru

Received by the editorial office:
01.10.2022

Accepted in revised:
30.12.2022

Accepted for publication:
30.01.2023

Идентификация капсульного типа штаммов *P. multocida* фенотипическими методами в сравнении с методом мультиплексной ПЦР

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Пастереллез (pasteurellosis) — группа зоонозных инфекционных болезней, вызываемых *Pasteurella multocida*. По антигенному составу *P. multocida* разделена на пять серогрупп (A, B, D, F и E). Патогенные и вирулентные свойства различных серогрупп и серотипов возбудителя у различных видов животных колеблются в широких пределах и являются маркером для определения их роли в развитии болезни. Типирование штаммов *P. multocida* по капсульным группам является важным условием для комплексной оценки эпизоотической ситуации, в том числе для решения вопроса о специфической профилактике болезней.

Методы. В работе использовали 82 штамма *P. multocida* из коллекции ФГБУ «ВГНКИ», выделенных в разные годы от различных животных. Фенотипическое типирование штаммов пастерелл по капсульным группам по Картеру проводили в тесте на выявление гиалуроновой кислоты в капсуле пастерелл и по типу реакции в трипафлавиновой пробе. Штаммы, дающие положительную реакцию с гиалуронидазой стафилококка, относили к капсульной группе A. Если испытуемая культура не относилась к группе A, но была положительной при исследовании в трипафлавиновой пробе, ее относили к капсульной группе D.

Результаты. Установлены несовпадения результатов фенотипического типирования штаммов пастерелл по капсульным группам и методом ПЦР. Не совпали результаты типирования между ПЦР и типированием по Картеру по капсульной группе A в отношении 25 штаммов, по капсульной группе D в отношении 5 штаммов и по капсульной группе B в отношении 5 штаммов. Количество нетипируемых или сомнительных по фенотипическим свойствам штаммов пастерелл составило 29,73%, нетипируемых методом ПЦР — 2,46%. Гиалуронидазный и акрифлавиновые тесты, в отличие от метода ПЦР, не дают возможности для типирования пастерелл групп E и F.

Ключевые слова: пастереллез, *P. multocida*, капсульные группы, фенотипическое типирование, мультиплексная ПЦР.

Для цитирования: Малик Н.И., Маленкова Л.А., Малик Е.В., Гулейчик И.А., Чупахина Н.А., Русанов И.А., Самохвалова Н.С. Идентификация капсульного типа штаммов *P. multocida* фенотипическими методами в сравнении с методом мультиплексной ПЦР. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 54–63. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-54-63>

© Малик Н.И., Маленкова Л.А., Малик Е.В., Гулейчик И.А., Чупахина Н.А., Русанов И.А., Самохвалова Н.С.

Identification of the capsule type of *P. multocida* strains by phenotypic methods in comparison with the multiplex PCR-method

ABSTRACT

Relevance. Pasteurellosis is a group of zoonotic infectious diseases caused by *Pasteurella multocida*. According to the antigenic composition, *P. multocida* is divided into 5 serogroups (A, B, D, F and E). Pathogenic and virulent properties of various serogroups and serotypes of the pathogen in different animal species vary widely and are a marker for determining their role in the development of the disease. Typing of *P. multocida* strains by capsule groups is an important condition for a comprehensive assessment of the epizootic situation, including for solving the issue of specific disease prevention.

Methods. 82 strains of *P. multocida* from the collection of FGBI «VGNKI», isolated in different years from various animals, were used in the work. Phenotypic typing of pasteurella strains by capsule groups according to Carter was carried out in a test for the detection of hyaluronic acid in a pasteurella capsule and by the type of reaction in a tripaflavin sample. Strains giving a positive reaction with staphylococcus hyaluronidase were assigned to capsule group A. If the test culture did not belong to group A, but was positive when examined in a tripaflavin sample, it was assigned to capsule group D.

Results. Discrepancies between the results of phenotypic typing of pasteurella strains by capsule groups and by PCR were established. The results of typing did not coincide between PCR and Carter typing for capsule group A with respect to 25 strains, for capsule group D with respect to 5 strains and for capsule group B with respect to 5 strains. The number of untyped or doubtful phenotypic properties of pasteurella strains was 29.73%, untyped by PCR 2.46%. Hyaluronidase and acriflavin tests, unlike the PCR-method, do not provide an opportunity for typing pasteurella groups E and F.

Key words: pasteurellosis, *P. multocida*, capsule groups, phenotypic typing, multiplex PCR.

For citation: Malik N.I., Malenkova L.A., Malik E.V., Guleychik I.A., Chupahina N.A., Rusanov I.A., Samohvalova N.S. Identification of the capsule type of *P. multocida* strains by phenotypic methods in comparison with the multiplex PCR-method. *Agrarian science*. 2023; 367 (2): 54–63. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-54-63> (In Russian).

© Malik N.I., Malenkova L.A., Malik E.V., Guleychik I.A., Chupahina N.A., Rusanov I.A., Samohvalova N.S.

Введение / Introduction

Pasteurella multocida является возбудителем множества различных патологических форм пастереллезной инфекции, которые оказывают большое экономическое воздействие на животноводство во всем мире [1–4]. Впервые *P. multocida* была показана как возбудитель птичьей холеры Л. Пастером в 1881 г., который получил микроорганизм в чистой культуре и разработал активную специфическую профилактику. Выделенный микроорганизм назван в честь Л. Пастера *Pasteurella multocida*, а вызываемое им заболевание — пастереллезом. К пастереллезу восприимчивы крупный рогатый скот, лошади, мелкий рогатый скот, буйволы, свиньи, грызуны, кошки, собаки, дикие животные, домашние и дикие птицы [5].

При благоприятных условиях пастереллез развивается и распространяется среди здоровых животных [6]. В качестве патогена человека *P. multocida* приобретает все большее значение, вызывая раневые инфекции и даже септицемию, менингит и эндокардит [7].

В «Руководстве по диагностическим тестам и вакцинам для наземных животных (млекопитающих, птиц и пчел)» приводятся различные нозологии, вызываемые *Pasteurella multocida*, в частности геморрагическую септицемию крупного рогатого скота, атрофический ринит свиней, холеру птиц [8].

Болезнь характеризуется при остром течении признаками геморрагической септицемии, крупозным воспалением и отеком легких, плевритом, а при хроническом течении — гнойно-некротической пневмонией, артритом, маститом, кератоконъюнктивитом, атрофическим ринитом, тонзиллитом, менингитом, энцефалитом, эндометритом, иногда энтеритом и абортами у разнообразных домашних и диких животных [9–13].

Все нозологические формы заболеваний связаны с определенными капсульными и соматическими антигенами *P. multocida* [14–17]. Капсула и липополисахарид (ЛПС) являются основными компонентами поверхности бактериальной клетки *P. multocida* и играют ключевую роль в ряде взаимодействий между бактериями и хозяевами, которых они колонизируют или заражают [18].

Еще в 1933 г. Y. Ochi исследовал штаммы *P. multocida*, выделенные от различных видов животных с признаками геморрагической септицемии. На основе серологических, иммунологических и патогенных свойств он смог разделить эти пастереллы на четыре группы, которые были обозначены буквами латинского алфавита в порядке возрастания: A, B, C и D.

Изоляты пастерелл, выделенные от птиц, были в группе A, изоляты крупного рогатого скота, буйволов и свиней — в группе B, изоляты овец, мышей и свиней — в группе C, некоторые изоляты овец — в группе D. Эти исследования заложили основу для дальнейшей типизации пастерелл по капсульным группам в реакциях агглютинации с типовыми сыворотками [19].

В дальнейшем на основе серологического типирования в реакции агглютинации с типовыми сыворотками были идентифицированы пять различных капсульных групп пастерелл, которые обозначили как A, B, D, E, F [20].

G. Carter [20, 21] типировал *P. multocida* различными методами, включая осаждение, набухание капсул и непрямую гемагглютинацию, и предположил, что несерологические методы могут заменить серологические процедуры типирования пастерелл по капсульным группам. G. Carter и E. Anna [22] были первыми, кто продемонстрировал, что основным компонентом капсулы *P. multocida* типа A является гиалуроновая кис-

лота. Затем было обнаружено, что штаммы пастерелл серологической группы A содержат гиалуроновую кислоту, а также типоспецифичный капсульный антиген [23]. Капсулярная гиалуроновая кислота этих штаммов может быть деполимеризована нативной или стафилококковой гиалуронидазой [24].

Позднее K. Pandit и J. Smith [25] посредством очистки, химических и иммунологических анализов подтвердили наличие гиалуроновой кислоты в капсуле *P. multocida* типа A.

G. Carter и P. Subronto [26] также сообщили, что биологические особенности штаммов *P. multocida* типа D позволяют им вызывать характерную крупную флоккуляцию при суспендировании в растворе акрифлавина. Вещество, окрашивающееся генциановым синим, устойчивое к гиалуронидазе, с близкими хроматографическими свойствами, обнаруженное в экстрактах капсул штаммов типа D, считается кислым полисахаридом, отличным от гиалуроновой кислоты типа A. Ни гиалуроновая кислота, ни вещество, устойчивое к гиалуронидазе типа D, не были обнаружены в штаммах типа B или E [25, 27].

P. DeAngelis и др. [28] определили, что основными компонентами капсульных полисахаридов *P. multocida* типа D и F являются немодифицированный гепарин (гепаросан) и хондроитин соответственно.

Широко задокументирована взаимосвязь между типом капсул, патогенезом и восприимчивостью хозяина к инфицированию возбудителем определенной капсульной группы [3, 9, 12, 15, 29, 30].

Как геморрагическая септицемия, так и респираторные заболевания, включая пневмонию, являются распространенными инфекциями, связанными с *P. multocida* у крупного рогатого скота [3, 15]. Было отмечено, что штаммы *P. multocida* серотипа B обычно ответственны за геморрагическую септицемию, в то время как штаммы капсульной группы A чаще связаны с респираторными заболеваниями крупного рогатого скота [31–35].

A. Kumar и др. [36] исследовали распространенность серотипов *P. multocida* в образцах биоматериала от различных видов животных в Индии. Изоляты *P. multocida*, обнаруженные в патматериале от крупного рогатого скота, относились преимущественно к типу A3, что находится в соответствии с результатами, описанными выше.

Исследования, выполненные S. Dabo и др. [37], показали, что 80% изолятов *P. multocida* от КРС с пневмонией относились к серотипу A. В более позднем исследовании до 92% *P. multocida*, выделенные от крупного рогатого скота, также оказались серогруппой A.

Изучение случаев пастереллеза крупного рогатого скота в Белоруссии показало, что у 16,56% телят, больных септической формой, выделяли *P. multocida* типа B, у 4,46% больных животных — тип D. От животных с признаками пневмонии выделяли в основном серотипы D (26,11%) и A (19,74%), реже тип B (2,23%) [17].

Примерно такие же результаты получены в исследовании F. Blanco-Viera и др. [38], в котором 61% и 25% *P. multocida*, выделенных при легочных поражениях телят, относились к капсульным группам A и D соответственно.

P. multocida капсульной группы A (и в меньшей степени группы D) вызывают холеру у птиц [39–41]. Для получения информации о распределении капсульных серогрупп в стадах птицы K. Rhoades и R. Rimler [42] исследовали птичьи штаммы *P. multocida*, выделенные от различных видов птицы и различного географическо-

го местоположения. Из 246 исследованных штаммов *P. multocida* 166 штаммов были капсульной группы А, 4 — группы В, 4 — группы D, 14 — группы F. 58 штаммов были некапсулированными, следовательно, не поддавались серогруппировке.

Атрофический ринит и пневмония, в первую очередь свиней, связаны с токсигенными штаммами серогруппы D и серогруппы А соответственно [43, 44]. Мониторинговые исследования, выполненные в Японии [45], Дании [46], Англии [47], Германии [48], Австралии [49], Кореи [50], Венгрии [51], Китае [52–54] и России [55], показали, что в большинстве случаев вспышки пневмонии были связаны с нетоксигенными штаммами *P. multocida* капсульного типа А и капсульного типа D, тогда как вспышки атрофического ринита у свиней были связаны с токсигенными вариантами (*toxA*) *P. multocida* капсульного типа D.

Капсульное и соматическое серотипирование 79 культур *P. multocida* от кроликов показало, что 74 были капсульного типа А, как определено с помощью теста на деполимеризацию капсулы гиалуронидазой стафилококка, а 5 — типа D (определено с помощью теста на флуккулацию акрифлавина) [56].

По данным Y. Lu и др. [57], основными серотипами изолятов *P. multocida*, полученных от кроликов с ринитом, пневмонией, конъюнктивитом или кожными абсцессами, были серотипы А.

Штаммы *P. multocida* капсульной группы F преимущественно изолировали от больных домашних птиц [41, 42], однако известны случаи выделения штаммов группы F от кроликов [58] и телят, павших с картиной фибринозного перитонита [59].

Связь между определенными заболеваниями или хозяевами и капсульной серогруппой, как описано выше, указывает на важность точной идентификации капсульных групп изолятов *P. multocida* для изучения патогенеза и эпизоотологии пастереллеза, а также для изучения разнообразия изолятов *P. multocida*, выделенных от разных видов животных.

К сожалению, непрямой тест на гемагглютинацию с гомологичными сыворотками для идентификации капсульной группы пастерелл по G. Carter [21] технически сложен, требует много времени для выполнения и может завершиться неудачей вследствие неспецифических перекрестных реакций [42, 47], в связи с чем не нашел широкого применения в лабораторной практике.

G. Carter (23, 25) разработал и предложил метод несерологического типирования пастерелл, основанный на выявлении гиалуроновой кислоты в капсуле пастерелл капсульной группы А с последующей дифференциацией капсульных типов В и D по типу реакции в триафлавиновой пробе. Эти два теста рекомендованы МЭБ [8] и используются в нашей стране для типирования пастерелл по капсульным группам (Методические указания по лабораторной диагностике пастереллезов животных и птиц, утв. 20.08.1992 № 22-7/82 Главным управлением ветеринарии Министерства сельского хозяйства РФ).

К недостаткам способов несерологического типирования пастерелл относятся низкая специфичность, невозможность типирования пастерелл капсульных групп Е и F, вероятность возникновения спонтанных мутаций, приводящих к появлению бескапсульных вариантов бактерии, что приводит к невозможности их типирования по данному способу.

В последние годы для выявления *P. multocida* и генотипирования ее капсульных групп разработано несколько

тест-систем на основе ПЦР с электрофоретической детекцией результатов исследований [60–64].

Во Всероссийском государственном центре качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов (ФГБУ «ВГНКИ») разработана мультиплексная система для типирования пяти капсульных групп *P. multocida*. В качестве генов-мишеней были выбраны гены капсульных полисахаридов *hyaD*, *fcgD*, *dcfF*, *bcfD*, *ecfJ* — уникальные для каждой капсульной группы гены, кодирующие белки, которые вовлечены в синтез группоспецифичных капсульных полисахаридов.

Цель данного исследования — сравнение результатов несерологического типирования штаммов *P. multocida* по капсульным группам фенотипическим методом и мультиплексной ПЦР для идентификации капсульных генов, специфичных для пяти капсульных групп *P. multocida*.

Материалы и методы исследования/ Materials and methods

В работе использовали штаммы *P. multocida* из коллекции ФГБУ «ВГНКИ», выделенные в разные годы от различных животных. Эталонные штаммы *P. multocida* ATCC 43137 (капсульный тип А), ATCC Kobe 6 (27883) (капсульный тип D), ATCC R-473 (капсульный тип В) были выбраны в качестве положительного контроля для фенотипических тестов и мультиплексной ПЦР, тест-культура *Staphylococcus aureus* 12600 ATCC — для теста на гиалуронидазу.

Все отобранные штаммы хранились в лиофилизированном состоянии при температуре 2–8 °С. Реактивация штаммов и предварительные испытания для подтверждения чистоты образцов *P. multocida* были выполнены в соответствии с МУК No22-7/82 от 20.08.1992 [60]. Штаммы реактивировали в бульоне Хоттингера (HiMedia), инкубировали при 37 ± 1 °С в течение 24 часов. По истечении этого периода выросшие культуры пересеивали на основу кровяного агара (HiMedia) с 5% дефибринированной крови барана и на агар Макконки (HiMedia) для контроля отсутствия роста *P. multocida* и помещали в термостат при 37 ± 1 °С на 24–36 часов.

Чистоту роста оценивали визуально по морфологии колоний, выросших на кровяном агаре. Колонии, предположительно относящиеся к *Pasteurella sp.*, окрашивали по Граму и исследовали под иммерсией на наличие биполярности и тестировали с использованием идентификационных тест-систем API-20NE и API-20E (Биомерье, Франция) в соответствии с инструкцией изготовителя с подтверждением видовой идентификации ПЦР-методом (RotorGene 6000 и RotorGene Q (Corbett Research, Австралия; Qiagen, Германия)).

Фенотипическое типирование штаммов пастерелл по капсульным группам в гиалуронидазной триафлавиновой пробе (несерологическое типирование)

Типирование штаммов пастерелл по капсульным группам в гиалуронидазной триафлавиновой пробе проводили в соответствии с МУК1 № 22-7/82 [60] и Руководством МЭБ по диагностическим тестам и вакцинам [8]. Изучаемую 18-часовую бульонную культуру *P. multocida* высевали штрихами на чашку Петри с 1,5%-ным агаром Хоттингера, чтобы получить линии роста примерно 3–5 мм друг от друга. Одновременно вслед за этим посевом по диаметру чашки одной прямой линией высевали бактериологической петлей бульонную культуру *Staphylococcus aureus* (штамм 12600 ATCC), способную продуцировать фермент гиалуронидазу. Посевы инкубировали в течение 14–16 часов при

температуре $37 \pm 1^\circ\text{C}$ и просматривали в косо проходящем свете.

Штаммы *P. multocida* группы А из-за расщепления гиалуронидазой стафилококка гиалуроновой кислоты в капсуле пастерелл вблизи (до 5 мм) от линии роста *S. aureus* образуют более мелкие колонии, в отличие от колоний пастерелл групп В и D.

Далее все испытуемые культуры, независимо от типа реакции с гиалуронидазой, исследовали в триафлавиновой (акрифлавиновой) пробе, для чего испытуемую культуру выращивали 24 часа при $37 \pm 1^\circ\text{C}$ в 3–5 мл бульона Хоттингера, центрифугировали при 3000 об/мин, часть супернатанта ($\sim 4,5\text{ см}^3$) удаляли, осадок ресуспендировали в оставшейся жидкости и добавляли в пробирку 0,5 см^3 свежеприготовленного раствора акрифлавина 1:1000. (*Sigma*). Компоненты перемешивали и выдерживали 10–20 мин. при комнатной температуре. Штаммы, относящиеся к группе D, в течение 10–15 мин. после добавления раствора акрифлавина образуют крупнохлопчатый неразбивающийся при встряхивании флоккулят. Штаммы *P. multocida*, не обладающие указанными выше свойствами, относили к группе В.

Полученные результаты сравнивали с результатами идентификации капсульных групп *P. multocida*, установленных методом мультиплексной ПЦР.

Результаты и обсуждения / Results and discussion

В таблице 1 представлены сравнительные результаты биохимического (несерологического) типирования штаммов пастерелл по капсульным группам в реакции с гиалуронидазой и в триафлавиновой пробе и методом ПЦР, между которыми была установлена значительная разница.

Анализ результатов типирования пастерелл по капсульной группе в тестах с акрифлавином и гиалуронидазой по Картеру показал, что к капсульной группе А было отнесено 34 штамма (41,46%), капсульной группе D — 9 штаммов (10,96%), к капсульной группе В — 16 штаммов (25,61%). Количество нетипируемых или сомнительных по биохимическим свойствам штаммов пастерелл — 17 штаммов (29,73%).

Результаты молекулярно-генетического типирования штаммов пастерелл методом ПЦР показали, что к капсульной группе А было отнесено 59 штаммов (72,67%), капсульной группе D — 4 штамма (4,93%), к капсульной группе В — 16 штаммов (19,71%), к капсульной группе F — 1 штамм (1,23%). Количество нетипируемых методом ПЦР штаммов пастерелл — 2 штамма (2,46%).

Из 82 штаммов не совпали результаты типирования между ПЦР и типированием по Картеру по капсульной группе А в отношении 25 штаммов, по капсульной группе D в отношении 5 штаммов и по капсульной группе В — в отношении 5 штаммов.

Помимо этого, установлено расхождение результатов фенотипического и молекулярного типирования части музейных штаммов пастерелл с капсульной группой по Картеру, указанной в паспорте на штамм. Тест на гиалуронидазу и акрифлавин не подтвердил капсульную группу 5 из 33 музейных штаммов пастерелл, ПЦР-типирование не подтвердило капсульную группу 8 из 33 музейных штаммов пастерелл. Наибольшее количество несовпадений между результатами биохимического (несерологического) типирования и типирования методом ПЦР установлено в отношении капсульной группы А.

Это исследование показало, что оба несерологических метода (тест на гиалуронидазу и акрифлавин)

для дифференциации пастерелл группы А и D имеют определенные ограничения. Основной проблемой, с которой сталкиваются при анализе итогов типизации, является интерпретация результатов. Общепринятое мнение состоит в том, что пастереллы капсульной группы А чувствительны к гиалуронидазе и не образуют крупные хлопья в среде с акрифлавином. На этом принципе основано чтение реакции — колонии пастерелл вблизи штриха тест-культуры либо не растут, либо образуют прореженный рост.

Химическое сходство полисахаридов, из которых состоит капсула пастерелл, может влиять на специфичность фенотипических тестов. Например, некоторые штаммы пастерелл капсульного типа D могут демонстрировать небольшое уменьшение размера колонии при выращивании вблизи тест-культуры *Staphylococcus aureus*, вследствие того что эти штаммы могут обладать небольшим количеством периферической гиалуроновой кислоты [24, 26]. Кроме штаммов *P. multocida* группы D, флоккулят могут образовывать диссоциированные культуры других групп, но в этом случае флоккулят мелкохлопчатый и легко разбивается при встряхивании. Различия в интерпретации для этих двух методов были отмечены в других исследованиях [15, 65].

Прямых сравнений традиционных несерологических методов капсульного типирования штаммов *P. multocida* и методов, основанных на ПЦР, проведено недостаточно, однако близкие к полученным нами результатам капсульного типирования 114 штаммов *P. multocida*, выделенных от различных животных фенотипическими и генотипическими методами, приводят N. Arumugam и др. [65]. Так, тест на гиалуронидазу дал расхождение с результатами ПЦР в отношении 38 штаммов, тест на флоккуляцию акрифлавина ошибочно отнес 15 штаммов к серогруппе D, тогда как методом ПЦР-анализа было показано, что они относятся к серогруппе А.

Фенотипические тесты не смогли окончательно идентифицировать четыре из протестированных изолятов, даже несмотря на то что ПЦР идентифицировала их как тип D. Исследование показало, что 55 из 114 (48,24%) штаммов *P. multocida*, полученных от разных животных, были нетипированы с использованием только тестов на гиалуронидазу и акрифлавин. Однако в этом исследовании штаммы, классифицированные как нетипируемые, были отрицательными и по тесту на гиалуронидазу, и по тесту на акрифлавин, тогда как в нашем исследовании часть штаммов показали сомнительные или ложноположительные реакции на оба реагента.

Аналогичным образом было обнаружено, что 49 из 54 штаммов (90,74%), выделенных во время вспышки холеры у домашней птицы в Бразилии, при идентификации мультиплексной ПЦР были отнесены к группе А, и только два изолята (3,7%) не были идентифицированы. В отличие от этого, при использовании фенотипических тестов только 41 штамм (75,93%) был классифицирован как группа А и 11 образцов (20,37%) не поддавались идентификации. Из проанализированных штаммов 70,37% были отнесены к одной и той же серогруппе (А) фенотипическим и молекулярно-генетическими методами, однако коэффициент корреляции ($k = 0,017$) указывал на плохое соответствие между тестами [66].

K. Brogden и др. [67] исследовали 32 типоспецифические культуры, используемые в четырех системах типирования *P. multocida*, включая тесты на агглютинацию, реакцию декапсуляции гиалуронидазой и реакцию на акрифлавин, гель-диффузионный преципитационный тест Хеддлстона и заключили: когда эталонные культуры

Таблица 1. Результаты фенотипического типирования штаммов пастерелл по капсульным группам в гиалуронидазной, триафлавиновой пробе и методом ПЦР

Table 1. Results of phenotypic typing of pasteurella strains by capsule groups in a hyaluronidase, triaflavin sample and by PCR

1	Номер штамма (изолята)	Источник выделения штамма (вид животного)	Тест на гиалуронидазу	Тест с акрифлавином	Капсульная группа		Группа по паспорту
					биохимический (по Картеру)	ПЦР	
2	3	4	5	6	7	9	
1.	<i>P. multocida</i> 14	Свинья	+	-	A	A	B
2.	<i>P. multocida</i> 656	Свинья	-	-	B	B	B
3.	<i>P. multocida</i> 9	Свинья	-	+	D	A	D
4.	<i>P. multocida</i> ATCC 43137	Свинья	±	-	н/т (A?)	A	A
5.	<i>P. multocida</i> № Kobe 6 (D:2)- ATCC	Свинья	-	±	н/т (D?)	D	D
6.	<i>P. multocida</i> TS8	Свинья	+	-	A	A	A
7.	<i>P. multocida</i> 877	Свинья	±	-	н/т (D?)	B	B
8.	<i>P. multocida</i> B-681	Поросенок	-	-	B	B	B
9.	<i>P. multocida</i> 1231	Поросенок	+	-	A	A	A
10.	<i>P. multocida</i> 216	Буйволенок	-	-	B	A	B
11.	<i>P. multocida</i> D	Буйволенок	-	-	B	B	B
12.	<i>P. multocida</i> 116	Буйволенок	-	-	B	B	B
13.	<i>P. multocida</i> Ф	Буйволенок	-	-	B	B	B
14.	<i>P. multocida</i> 796	Бык	-	-	B	B	B
15.	<i>P. multocida</i> R-473 ATCC	Корова	+	-	A	A	Отсутств.
16.	<i>P. multocida</i> 5264	Теленок	+	-	A	A	B
17.	<i>P. multocida</i> 217	Теленок	-	-	B	B	B
18.	<i>P. multocida</i> 115	Теленок	+	-	A	A	A
19.	<i>P. multocida</i> T-80	Ягненок	+	-	A	A	D
20.	<i>P. multocida</i> T-80 (D)	Ягненок	-	+	D	D	Отсутств.
21.	<i>P. multocida</i> смесь	Ягненок	-	-	B	B	Отсутств.
22.	<i>P. multocida</i> 24	Овца	+	-	A	A	Отсутств.
23.	<i>P. multocida</i> 4519	Овца	-	-	B	B	Отсутств.
24.	<i>P. multocida</i> 4519 серия 3, контроль 3	Овца	-	+	D	A	Отсутств.
25.	<i>P. multocida</i> 8683	Овца	+	-	A	A	Отсутств.
26.	<i>P. multocida</i> 2395	Норка	±	-	н/т (A?)	F/A	Отсутств.
27.	<i>P. multocida</i> 2394	Норка	-	+	D	A	Отсутств.
28.	<i>P. multocida</i> 515	Норка	+	-	A	A	Отсутств.
29.	<i>P. multocida</i> 6011	Норка	-	+	D	A	Отсутств.
30.	<i>P. multocida</i> 6012	Норка	-	-	B	A	Отсутств.
31.	<i>P. multocida</i> 514	Норка	-	-	B	F	Отсутств.
32.	<i>P. multocida</i> Норка ГНКИ-72 (норка)	Норка	±	-	н/т (A?)	A	Отсутств.
33.	<i>P. multocida</i> 1015 нутрия	Нутрия	+	-	A	A	Отсутств.
34.	<i>P. multocida</i> ГНКИ-71	Нутрия	-	-	B	A	Отсутств.
35.	<i>P. multocida</i> «Нутрия» 1015, «Северинский»	Нутрия	+	-	A	A	Отсутств.
36.	<i>P. multocida</i> 550	Кролик	+	-	A	A	Отсутств.
37.	<i>P. multocida</i> 15	Кролик	±	-	н/т (A?)	A	Отсутств.
38.	<i>P. multocida</i> 16	Кролик	-	-	B	B	Отсутств.
39.	<i>P. multocida</i> 17	Кролик	-	-	B	B	Отсутств.
40.	<i>P. multocida</i> 5	Кролик	+	-	A	A	B
41.	<i>P. multocida</i> Smoll	Кролик	-	-	B	B	Отсутств.
42.	<i>P. multocida</i> 2	Кролик	±	-	A	A	Отсутств.
43.	<i>P. multocida</i> 1718	Утка	±	-	н/т (A?)	A	Отсутств.
44.	<i>P. multocida</i> 396	Утка	+	-	A	A	Отсутств.

Продолжение табл. 1

	Номер штамма (изолята)	Источник выделе- ния штамма (вид животного)	Тест на гиалу- ронидазу	Тест с акрифла- вином	Капсульная группа		Группа по паспорту
					биохими- ческий (по Картеру)	ПЦР	
1	2	3	4	5	6	7	9
45.	<i>P. multocida</i> 1931	Утка	+	-	A	A	Отсутств.
46.	<i>P. multocida</i> 606	Гусь	+	-	A	A	Отсутств.
47.	<i>P. multocida</i> 712	Курица	+	-	A	A	A
48.	<i>P. multocida</i> X73 (ATCC 11039)	Курица	-	+	D	A	Отсутств.
49.	<i>P. multocida</i> 915	Курица	±	-	н/т (A?)	A	Отсутств.
50.	<i>P. multocida</i> AB	Получен путем биологического ослабления виру- лентного шт. B	±	-	н/т (A?)	A	A
51.	<i>P. multocida</i> K	Получен путем биологического ослабления виру- лентного шт. 126	±	±	н/т	A	A
52.	<i>P. multocida</i> 1277/79 тип 3	Неизвестен	-	+	D	D	Отсутств.
53.	<i>P. multocida</i> 078-P	Неизвестен	±	±	н/т	A	B
54.	<i>P. multocida</i> 1041	Неизвестен	+	-	A	A	Отсутств.
55.	<i>P. multocida</i> 1059	Индейка	+	-	A	A	A
56.	<i>P. multocida</i> 1394	Неизвестен	+	-	A	A	Отсутств.
57.	<i>P. multocida</i> 1581	Неизвестен	+	-	A	A	Отсутств.
58.	<i>P. multocida</i> 2095	Неизвестен	+	-	A	A	Отсутств.
59.	<i>P. multocida</i> 2100	Неизвестен	-	±	н/т (D?)	A	Отсутств.
60.	<i>P. multocida</i> 2225	Неизвестен	+	-	A	A	A
61.	<i>P. multocida</i> 2225 тип 14	Неизвестен	+	-	A	A	A
62.	<i>P. multocida</i> 2241	Низвестен	+	-	A	A	Отсутств.
63.	<i>P. multocida</i> 2723	Низвестен	±	±	н/т	A	Отсутств.
64.	<i>P. multocida</i> 2723 тип 16	Низвестен	+	-	A	A	A
65.	<i>P. multocida</i> 49	Низвестен	-	+	D	A	Отсутств.
66.	<i>P. multocida</i> 604	Неизвестен	+	-	A	A	Отсутств.
67.	<i>P. multocida</i> 713	Неизвестен	+	-	A	A	Отсутств.
68.	<i>P. multocida</i> 9	Неизвестен	-	+	D	A+D	D
69.	<i>P. multocida</i> II авирулентный	Неизвестен	±	-	н/т (A?)	A	A
70.	<i>P. multocida</i> Elefant	Неизвестен	-	-	B	B	B
71.	<i>P. multocida</i> Liver	Индейка	+	-	A	A	Отсутств.
72.	<i>P. multocida</i> Liver-P1380 (A:9)	Индейка	+	-	A	A	A
73.	<i>P. multocida</i> P1059, ATCC 15742	Неизвестен	+	-	A	A	A
74.	<i>P. multocida</i> TS9	Неизвестен	-	+	D	B	D
75.	<i>P. multocida</i> 3397	Неизвестен	-	-	B	D	A
76.	<i>P. multocida</i> 989	Неизвестен	±	-	н/т (A?)	A	(B:11) (E:11)
77.	<i>P. multocida</i> VAS	Неизвестен	-	-	B	A	Отсутств.
78.	<i>P. multocida</i> B-6	Неизвестен	-	-	B	B	B
79.	<i>P. multocida</i> Д-71	Неизвестен	-	±	н/т (D?)	A	Отсутств.
80.	<i>P. multocida</i> ИВ	Неизвестен	-	-	B	A	Отсутств.
81.	<i>P. multocida</i> Коломенский	Неизвестен	+	-	A	A	Отсутств.
82.	<i>P. multocida</i> T-72	Неизвестен	±	+	н/т	A	Отсутств.

Примечание: (±) — реакция слабая или сомнительная; (н/т) — не типифицируется.

исследовались с помощью метода типирования, исходя из которого они были описаны, результаты, как правило, коррелировали с полученными результатами. Однако капсульные типы, определенные одной системой типирования, обычно не коррелировали с таковыми, определенными другой системой, из-за чего невозможно установить надежную корреляцию между результатами капсульного типирования *P. multocida*, определенными с помощью различных систем типирования.

Использованные нами в работе гиалуронидазные и акрифлавиновые тесты, в отличие от метода ПЦР, не дают возможности для типирования пастерелл групп *E* и *F*, но и капсульная группа некоторых штаммов *P. multocida* методом ПЦР также не установлена.

Таким образом, мультиплексная ПЦР является более точным методом капсульного типирования *P. multocida*, поскольку позволяет провести одновременное и быстрое типирование штаммов пастерелл по пяти капсульным группам, но в ряде случаев не дает однозначного ответа на принадлежность штамма к определенной капсульной группе.

Выводы / Conclusions

Проведено исследование 82 штаммов *P. multocida* коллекции ФГБУ «ВГНКИ» по капсульной группе биохимическими и молекулярно-генетическими метода-

ми. Выявлено несовпадение результатов типирования между ПЦР и типированием по Картеру: по капсульной группе *A* в отношении 25 штаммов, по капсульной группе *D* в отношении 6 штаммов и по капсульной группе *B* в отношении 5 штаммов.

Наибольшее количество несовпадений результатов типирования пастерелл по капсульным группам по Картеру и методом ПЦР установлено для капсульной группы *A*, что может быть связано, с одной стороны, низкой чувствительностью штаммов к гиалуронидазе и субъективной оценкой величины образующихся хлопьев в акрифлавиновой пробе, а с другой — вероятностью возникновения спонтанных мутаций, приводящих к появлению бескапсульных вариантов бактерии, и способствует невозможности типирования или получению ложноположительных результатов.

Фенотипический метод не дает возможности для типирования пастерелл групп *E* и *F*, тогда как метод ПЦР позволяет типировать все капсульные группы (*A*, *B*, *D*, *E*, *F*).

На основании полученных данных можно сделать вывод, что использование молекулярно-генетических методов капсульного типирования пастерелл повышает специфичность идентификации, но в ряде случаев не дает однозначного ответа на принадлежность штамма пастерелл к определенной капсульной группе.

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. Душук Р.В. Респираторные болезни свиней. Москва: Колос. 1982; 242–250.
2. Панин А.Н., Душук Р.В. Пастереллез животных. *Ветеринария*. 2012; 6: 3–8.
3. Wilkie I., Harper M., Boyce J., Adler B. *Pasteurella multocida*: diseases and pathogenesis. *Curr Top Microbiol Immunol*. 2012; 361: 1–22. doi:10.1007/82-2012-216
4. Glisson J.R., Saif Y.M., Fadly A.M., McDougald L.R., Nolan L.K., Swayne D.E. Diseases of Poultry. *Wiley-Blackwell 12th edition*. 2008; 1352: 739–758. ISBN 978-0813807188
5. Harper M., Boyce J.D., Adler B. *Pasteurella multocida* pathogenesis: 125 years after Pasteur. *FEMS Microbiology Letters*. 2006; 265(1): 1–10. https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2006.00442.x
6. Колосов А.А. Пастереллезы животных, принципы контроля их эпизоотических процессов. *РАСХН. ГНУ ИЭВСИДВ*. 2007; 206. eLIBRARY ID: 19511423. EDN: QKZENL
7. Arashima Y., Kumasaka K. *Pasteurellosis as zoonosis. Intern Med*. 2005; 44(7): 692–693. https://doi.org/10.2169/internalmedicine.44.692
8. OIE. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. *World Organization for Animal Health*. 2021; 1343. https://www.oie.int/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-manual-online-access
9. Biberstein E.L., Hirsh D.C. *Pasteurella. Veterinary Microbiology*. 1999; 135.
10. Орынбаев М., Султанкулова К., Сансызбай А., Рыстаева Р., Шораева К., Намет А. Биологическая характеристика *Pasteurella multocida*, присутствующей в популяции сайгака. *БМС Микробиол*. 2019; 19(1): 37. doi:10.1186/s12866-019-407-9
11. Baalsrud K.J. Atrophic rhinitis in goats in Norway. *Vet Rec*. 1987; 121(15): 350–353. doi:10.1136/vr.121.15.350
12. Джупина С.И., Колосов А.А. Особенности эпизоотологии, клинического проявления и диагностики пастереллеза сельскохозяйственных животных в Новосибирской области. 1984; 15–22.
13. Шегидевич Э.А. Роль пастерелл в респираторной патологии овец и крупного рогатого скота Автореферат диссертации д-ра вет. наук. 1993; 52.

REFERENCES

1. Dushuk R.V. Respiratory diseases of pigs. Moscow: Kolos. 1982; 242–250 (In Russian).
2. Panin A.N., Dushuk R.V. *Pasteurellosis of animals. Veterinary medicine*. 2012; 6: 3–8 (In Russian).
3. Wilkie I., Harper M., Boyce J., Adler B. *Pasteurella multocida*: diseases and pathogenesis. *Curr Top Microbiol Immunol*. 2012; 361: 1–22. doi:10.1007/82-2012-216
4. Glisson J.R., Saif Y.M., Fadly A.M., McDougald L.R., Nolan L.K., Swayne D.E. Diseases of Poultry. *Wiley-Blackwell 12th edition*. 2008; 1352: 739–758. ISBN 978-0813807188
5. Harper M., Boyce J.D., Adler B. *Pasteurella multocida* pathogenesis: 125 years after Pasteur. *FEMS Microbiology Letters*. 2006; 265(1): 1–10. https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2006.00442.x
6. Kolosov A.A. *Pasteurellosis of animals, principles of control of their epizootic processes. RASKHN. GNU IEVSiDV*. 2007; 206 (In Russian). eLIBRARY ID: 19511423. EDN: QKZENL
7. Arashima Y., Kumasaka K. *Pasteurellosis as zoonosis. Intern Med*. 2005; 44(7): 692–693. https://doi.org/10.2169/internalmedicine.44.692
8. OIE. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. *World Organization for Animal Health*. 2021; 1343. https://www.oie.int/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-manual-online-access
9. Biberstein E.L., Hirsh D.C. *Pasteurella. Veterinary Microbiology*. 1999; 135.
10. Orynbayev M., Sultankulova K., Sansyzbai A., Rysaeva R., Shoraeva K., Namet A. Bio-logical characteristics of *Pasteurella multocida* present in the saiga population. *BMS Microbiol*. 2019; 19(1): 37 (In Russian). doi:10.1186/s12866-019-407-9
11. Baalsrud K.J. Atrophic rhinitis in goats in Norway. *Vet Rec*. 1987; 121(15): 350–353. doi:10.1136/vr.121.15.350
12. Dzhupina S.I., Kolosov A.A. Features of epizootology, clinical manifestation and diagnosis of pasteurellosis of agricultural animals in the Novosibirsk region. 1984; 15–22 (In Russian).
13. Shegidevich E.A. The role of pasteurella in respiratory pathology of sheep and cattle. Dissertation abstract of Doctor of Veterinary Sciences. 1993; 52 (In Russian).

14. Liu H., Zhao Z., Xi X., Xue Q., Long T., Xue Y. Occurrence of *Pasteurella multocida* among pigs with respiratory disease in China between 2011 and 2015. *Ir Vet J.* 2017; 70: 2. doi:10.1186/s13620-016-0080-7
15. Ewers C., Lübke-Becker A., Bethe A., Kiebling S., Filter M., Wieler L.H. Virulence genotype of *Pasteurella multocida* strains isolated from different hosts with various disease status. *Vet Microbiol.* 2006; 114(3-4): 304–317. doi:10.1016/j.vetmic.2005.12.012
16. Ewers C., Lübke-Becker A., Wieler L.H. *Pasteurella*: insights into the virulence determinants of a heterogeneous bacterial type. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr.* 2004; 117(9-10): 367–386. PMID: 15495927
17. Лях Ю.Г., Крот Л.А. Патологоанатомическая картина при пастереллезе, вызванном *Pasteurella multocida* сероваров А и D. Ученые записки. Витебская государственная академия ветеринарной медицины. 2006; 42(2-2): 145–147.
18. Boyce J.D., Adler B. The capsule is a virulence determinant in the pathogenesis of *Pasteurella multocida* M1404 (B:2). *Infection and Immunity.* 2000; 68: 3463–3468. doi:10.1128/IAI.68.6.3463-3468.2000
19. Ochi Y. Studies on hemorrhagic septicemia organisms, especially on their variability. 4 Reports. *J. Jap. Soc. Vet. Sci.* I–III: 1931; 1: 331–366; IV; 1933; 1: 47–52; V: 1933; 1: 185–199
20. Carter G.R. The type specific capsular antigen of *Pasteurella multocida*. *Canadian Journal of Medical Sciences.* 1952; 30(1): 48–53. doi:10.1139/cjms52-008
21. Carter G.R. Studies on *Pasteurella multocida* I.A haemagglutination test for the identification of serological types. *Am J. Vet Res.* 1955; 16: 481–484. PMID:13238757
22. Carter G.R., Annau E. Isolation of capsular polysaccharides from colonial variants of *Pasteurella multocida*. *Am J. Vet Res.* 1953; 14: 475–478. PMID:13065665
23. Carter G.R. Some characteristics of type A strains of *Pasteurella multocida*. *Brit Vet J.* 1958; 114: 356, 357.
24. Carter G.R., Rundell S.W. Identification of type A strains of *Pasteurella multocida* using staphylococcal hyaluronidase. *Veterinary Records.* 1975; 96: 343. doi:10.1136/vr.96.15.343
25. Pandit K.K., Smith J.E. Capsular hyaluronic acid in *Pasteurella multocida* type A and its counterpart in type D. *Res Vet Sci.* 1993; 1: 20–24. doi:10.1016/0034-5288(93)90005-z
26. Carter G.R., Subronto P. Identification of type D strains of *Pasteurella multocida* using acriflavine. *Am J. Vet Res.* 1973; 34: 293–295. PMID:4685553
27. Watt J.M., Swiatlo E., Wade M.M., Champlin F.R. Regulation of capsule biosynthesis in serotype A strains of *Pasteurella multocida*. *FEMS Microbiol Lett.* 2003; 225: 9–14. eLIBRARY ID: 4702436. doi:10.1016/S0378-1097(03)00437-3
28. DeAngelis P.L., Gunay N.S., Toida T., Mao W.J., Linhardt R.J. Identification of the capsular polysaccharides of type D and F *Pasteurella multocida* as unmodified heparin and chondroitin, respectively. *Carbohydr Res.* 2002; 337(17): 1547–1552. doi:10.1016/S0008-6215(02)00219-7
29. Boyce J.D., Chung J.Y., Adler B. *Pasteurella multocida* capsule: composition, function and genetics. *J. Biotechnol.* 2000; 83(1-2): 153–160. doi:10.1016/S0168-1656(00)00309-6
30. Chung J.Y., Wilkie I., Boyce J.D., Townsend K.M., Frost A.J. Role of capsule in the pathogenesis of fowl cholera caused by *Pasteurella multocida* serogroup A. *Infect Immun.* 2001; 69: 2487–2492. doi:10.1128/IAI.69.4.2487-2492.2001
31. Hotchkiss E.J., Hodgson J.C., Lainson F.A., Zadoks R.N. Multi-locus sequence typing of a global collection of *Pasteurella multocida* isolates from cattle and other host species demonstrates niche association. *BMC Microbiol.* 2011; 11: 115. doi:10.1186/1471-2180-11-115
32. Shivachandra S.B., Viswas K.N., Kumar A.A. A review of hemorrhagic septicemia in cattle and buffalo. *Anim Heal Res Rev.* 2011; 12: 67–82. doi:10.1017/S146625231100003X
33. Breen D., Schonell M., Au T., Reiss-Levy E. *Pasteurella multocida*: a case report of bacteremic pneumonia and 10-year laboratory review. *Pathology.* 2000; 32(2): 152, 153. https://doi.org/10.1080/003130200104448
34. De Alwis M.C. Haemorrhagic Septicaemia, *ACIAR Monograph No. 57. Australian Center for International Agricultural Research:* Canberra, Australia. 1999.
35. Kabeta T., Fikadu T., Zenebe T., Kebede G. Review on the Pneumonic Pasteurellosis of Cattle. *Acad. J. Anim. Dis.* 2015; 4(3): 177–184. doi:10.5829/idosi.ajad.2015.4.3.9674
36. Kumar A.A., Shivachandra S.B., Biswas A., Singh V.P., Srivastava S.K. Prevalent serotypes of *Pasteurella multocida* isolated from different animal and avian species in India. *Veterinary Research Communications.* 2004; 28: 657–667. https://doi.org/10.1023/B:VERC.0000045959.36513.e9
14. Liu H., Zhao Z., Xi X., Xue Q., Long T., Xue Y. Occurrence of *Pasteurella multocida* among pigs with respiratory disease in China between 2011 and 2015. *Ir Vet J.* 2017; 70: 2. doi:10.1186/s13620-016-0080-7
15. Ewers C., Lübke-Becker A., Bethe A., Kiebling S., Filter M., Wieler L.H. Virulence genotype of *Pasteurella multocida* strains isolated from different hosts with various disease status. *Vet Microbiol.* 2006; 114(3-4): 304–317. doi:10.1016/j.vetmic.2005.12.012
16. Ewers C., Lübke-Becker A., Wieler L.H. *Pasteurella*: insights into the virulence determinants of a heterogeneous bacterial type. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr.* 2004; 117(9-10): 367–386. PMID: 15495927
17. Lyakh Yu.G., Mole L.A. Pathoanatomic picture in pasteurellosis caused by *Pasteurella multocida* serovar A and D. *Scientific notes. Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine.* 2006; 42(2-2): 145–147 (In Russian).
18. Boyce J.D., Adler B. The capsule is a virulence determinant in the pathogenesis of *Pasteurella multocida* M1404 (B:2). *Infection and Immunity.* 2000; 68: 3463–3468. doi:10.1128/IAI.68.6.3463-3468.2000
19. Ochi Y. Studies on hemorrhagic septicemia organisms, especially on their variability. 4 Reports. *J. Jap. Soc. Vet. Sci.* I–III: 1931; 1: 331–366; IV; 1933; 1: 47–52; V: 1933; 1: 185–199.
20. Carter G.R. The type specific capsular antigen of *Pasteurella multocida*. *Canadian Journal of Medical Sciences.* 1952; 30(1): 48–53. doi:10.1139/cjms52-008
21. Carter G.R. Studies on *Pasteurella multocida* I.A haemagglutination test for the identification of serological types. *Am J. Vet Res.* 1955; 16: 481–484. PMID:13238757
22. Carter G.R., Annau E. Isolation of capsular polysaccharides from colonial variants of *Pasteurella multocida*. *Am J. Vet Res.* 1953; 14: 475–478. PMID:13065665
23. Carter G.R. Some characteristics of type A strains of *Pasteurella multocida*. *Brit Vet J.* 1958; 114: 356, 357.
24. Carter G.R., Rundell S.W. Identification of type A strains of *Pasteurella multocida* using staphylococcal hyaluronidase. *Veterinary Records.* 1975; 96: 343. doi:10.1136/vr.96.15.343
25. Pandit K.K., Smith J.E. Capsular hyaluronic acid in *Pasteurella multocida* type A and its counterpart in type D. *Res Vet Sci.* 1993; 1: 20–24. doi:10.1016/0034-5288(93)90005-z
26. Carter G.R., Subronto P. Identification of type D strains of *Pasteurella multocida* using acriflavine. *Am J. Vet Res.* 1973; 34: 293–295. PMID:4685553
27. Watt J.M., Swiatlo E., Wade M.M., Champlin F.R. Regulation of capsule biosynthesis in serotype A strains of *Pasteurella multocida*. *FEMS Microbiol Lett.* 2003; 225: 9–14. eLIBRARY ID: 4702436. doi:10.1016/S0378-1097(03)00437-3
28. DeAngelis P.L., Gunay N.S., Toida T., Mao W.J., Linhardt R.J. Identification of the capsular polysaccharides of type D and F *Pasteurella multocida* as unmodified heparin and chondroitin, respectively. *Carbohydr Res.* 2002; 337(17): 1547–1552. doi:10.1016/S0008-6215(02)00219-7
29. Boyce J.D., Chung J.Y., Adler B. *Pasteurella multocida* capsule: composition, function and genetics. *J. Biotechnol.* 2000; 83(1-2): 153–160. doi:10.1016/S0168-1656(00)00309-6
30. Chung J.Y., Wilkie I., Boyce J.D., Townsend K.M., Frost A.J. Role of capsule in the pathogenesis of fowl cholera caused by *Pasteurella multocida* serogroup A. *Infect Immun.* 2001; 69: 2487–2492. doi:10.1128/IAI.69.4.2487-2492.2001
31. Hotchkiss E.J., Hodgson J.C., Lainson F.A., Zadoks R.N. Multi-locus sequence typing of a global collection of *Pasteurella multocida* isolates from cattle and other host species demonstrates niche association. *BMC Microbiol.* 2011; 11: 115. doi:10.1186/1471-2180-11-115
32. Shivachandra S.B., Viswas K.N., Kumar A.A. A review of hemorrhagic septicemia in cattle and buffalo. *Anim Heal Res Rev.* 2011; 12: 67–82. doi:10.1017/S146625231100003X
33. Breen D., Schonell M., Au T., Reiss-Levy E. *Pasteurella multocida*: a case report of bacteremic pneumonia and 10-year laboratory review. *Pathology.* 2000; 32(2): 152, 153. https://doi.org/10.1080/003130200104448
34. De Alwis M.C. Haemorrhagic Septicaemia, *ACIAR Monograph No. 57. Australian Center for International Agricultural Research:* Canberra, Australia. 1999.
35. Kabeta T., Fikadu T., Zenebe T., Kebede G. Review on the Pneumonic Pasteurellosis of Cattle. *Acad. J. Anim. Dis.* 2015; 4(3): 177–184. doi:10.5829/idosi.ajad.2015.4.3.9674
36. Kumar A.A., Shivachandra S.B., Biswas A., Singh V.P., Srivastava S.K. Prevalent serotypes of *Pasteurella multocida* isolated from different animal and avian species in India. *Veterinary Research Communications.* 2004; 28: 657–667. https://doi.org/10.1023/B:VERC.0000045959.36513.e9

37. Dabo S.M., Taylor J.D., Confer A.W. *Pasteurella multocida* and bovine respiratory disease. *Anim Health Res Rev.* 2007; 8(2): 129–150. <https://doi.org/10.1017/S1466252307001399>
38. Blanco-Viera F.J., Trigo F.J., Jaramillo-Meza L., Aguilar-Romero F. Serotypes of *Pasteurella multocida* and *Pasteurella haemolytica* isolated from pneumonic lesions in cattle and sheep from Mexico. *Rev Latinoam Microbiol.* 1995; 37: 121–126.
39. Heddieston K.L., Gallagher J.E., Rebers P.A. Fowl cholera: Gel diffusion precipitin test for sero-typing *Pasteurella multocida* from avian species. *Avian Diseases.* 1972; 16: 925–936.
40. Christensen J.P., Bisgaard M. Fowl cholera. *Rev Sci Tech.* 2000; 19(2): 626–637.
41. Davies R.L., MacCorquodale R., Caffrey B. Diversity of avian *Pasteurella multocida* strains based on capsular PCR typing and variation of the OmpA and OmpH outer membrane proteins. *Vet Microbiol.* 2003; 91(2-3): 169–182. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(02\)00300-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(02)00300-0)
42. Rhoades K.R., Rimler R.B. Capsular Groups of *Pasteurella multocida* Isolated from Avian Hosts. *Avian Diseases.* 1987; 31(4): 895–898.
43. Ross R.F. *Pasteurella multocida* and its role in porcine pneumonia. *Anim Health Res Rev.* 2006; 7(1-2): 13–29. <https://doi.org/10.1017/S1466252307001211>
44. Притулин П.И. Инфекционный атрофический ринит. *Болезни свиней.* Москва: Колос. 1970; 50.
45. Sakano T., Taneda A., Okada M., Ono M., Hayashi Y., Sato S. Toxigenic type A *Pasteurella multocida* as a causative agent of nasal turbinate atrophy in swine. *J. Vet Med Sci.* 1992; 54: 403–407. <https://doi.org/10.1292/jvms.54.403>
46. Pors S.E., Hansen M.S., Bisgaard M., Jensen H.E. Occurrence and associated lesions of *Pasteurella multocida* in porcine bronchopneumonia. *Vet. Microbiol.* 2011; 150: 160–166. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2011.01.005>
47. Davies R.L., MacCorquodale R., Baillie S., Caffrey B. Characterization and comparison of *Pasteurella multocida* strains associated with porcine pneumonia and atrophic rhinitis. *J. Med Microbiol.* 2003; 52(1): 59–67. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.05019-0>
48. Bethe A., Wieler L.H., Selbitz H.J., Ewers C. Genetic diversity of porcine *Pasteurella multocida* strains from the respiratory tract of healthy and diseased swine. *Vet. Microbiol.* 2009; 139: 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.04.027>
49. Blackall P.J., Pahoff J.L., Bowles R. Phenotypic characterisation of *Pasteurella multocida* isolates from Australian pigs. *Vet. Microbiol.* 1997; 57: 355–356. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(97\)00111-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(97)00111-9)
50. Kim J., Kim J.W., Oh S.I. et al. Characterisation of *Pasteurella multocida* isolates from pigs with pneumonia in Korea. *BMC Vet Res.* 2019; 15: 119. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1861-5>
51. Varga Z., Sellyei B., Magyar T. Phenotypic and genotypic characterisation of *Pasteurella multocida* strains isolated from pigs in Hungary. *Acta Vet. Hung.* 2007; 55: 425–434. <https://doi.org/10.1556/avet.55.2007.4.2>
52. Peng Z., Wang H., Liang W., Chen Y., Tang X., Chen H. et al. A capsule/lipopolysaccharide/MLST genotype D/L6/ST11 of *Pasteurella multocida* is likely to be strongly associated with swine respiratory disease in China. *Arch. Microbiol.* 2018; 200: 107–118. <https://doi.org/10.1007/s00203-017-1421-y>
53. Tang X., Zhao Z., Hu J., Wu B., Cai X., He Q. et al. Isolation, antimicrobial resistance, and virulence genes of *Pasteurella multocida* strains from swine in China. *J. Clin. Microbiol.* 2009; 47: 951–958. <https://doi.org/10.1128/JCM.02029-08>
54. Liu H., Zhao Z., Xi X., Xue Q., Long T., Xue Y. Occurrence of *Pasteurella multocida* among pigs with respiratory disease in China between 2011 and 2015. *Ir. Vet. J.* 2017; 70: 2. <https://doi.org/10.1186/s13620-016-0080-7>
55. Прудников В.С., Долженков В.А. Риниты свиней (распространение, патоморфология, диагностика). *Ученые записки УО ВГАВМ.* 2017; 53(3): 71–74. <https://repo.vsavm.by/handle/123456789/2332>
56. Chengappa M.M., Myers R.C., Carter G.R. Capsular and somatic types of *Pasteurella multocida* from rabbits. *Can J. Comp Med.* 1982; 46(4): 437–439. PMID:6816462; PMC1320313
57. Lu Y.S., Pakes S.P., Stefanu C. Capsular and somatic serotypes of *Pasteurella multocida* isolates recovered from healthy and diseased rabbits in Texas. *J. Clin Microbiol.* 1983; 18(2): 292–295. <https://doi.org/10.1128/jcm.18.2.292-295.1983>
58. Jaqlić Z., Kucerova Z., Ned-balcova K., Hložek P., Bartos M. Identification of *Pasteurella multocida* serogroup F isolates in rabbits. *J. Vet Med B Infect Dis Vet Public Health.* 2004; 51: 467–469. PubMed <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.2004.00807>
59. Catry B., Chiers K., Schwarz S., Kehrenberg C. Fatal peritonitis caused by *Pasteurella multocida* capsular type F in calves. *J. Clin Microbiol.* 2005; 43(3): 1480–1483. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-26>
37. Dabo S.M., Taylor J.D., Confer A.W. *Pasteurella multocida* and bovine respiratory disease. *Anim Health Res Rev.* 2007; 8(2): 129–150. <https://doi.org/10.1017/S1466252307001399>
38. Blanco-Viera F.J., Trigo F.J., Jaramillo-Meza L., Aguilar-Romero F. Serotypes of *Pasteurella multocida* and *Pasteurella haemolytica* isolated from pneumonic lesions in cattle and sheep from México. *Rev Latinoam Microbiol.* 1995; 37: 121–126.
39. Heddieston K.L., Gallagher J.E., Rebers P.A. Fowl cholera: Gel diffusion precipitin test for sero-typing *Pasteurella multocida* from avian species. *Avian Diseases.* 1972; 16: 925–936.
40. Christensen J.P., Bisgaard M. Fowl cholera. *Rev Sci Tech.* 2000; 19(2): 626–637. <https://doi.org/10.20506/rst.19.2.1236>
41. Davies R.L., MacCorquodale R., Caffrey B. Diversity of avian *Pasteurella multocida* strains based on capsular PCR typing and variation of the OmpA and OmpH outer membrane proteins. *Vet Microbiol.* 2003; 91(2-3): 169–182. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(02\)00300-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(02)00300-0)
42. Rhoades K.R., Rimler R.B. Capsular Groups of *Pasteurella multocida* Isolated from Avian Hosts. *Avian Diseases.* 1987; 31(4): 895–898.
43. Ross R.F. *Pasteurella multocida* and its role in porcine pneumonia. *Anim Health Res Rev.* 2006; 7(1-2): 13–29. <https://doi.org/10.1017/S1466252307001211>
44. Pritulin P.I. Infectious atrophic rhinitis. *Pig diseases.* Moscow: Kolos. 1970; 50 (In Russian).
45. Sakano T., Taneda A., Okada M., Ono M., Hayashi Y., Sato S. Toxigenic type A *Pasteurella multocida* as a causative agent of nasal turbinate atrophy in swine. *J. Vet Med Sci.* 1992; 54: 403–407. <https://doi.org/10.1292/jvms.54.403>
46. Pors S.E., Hansen M.S., Bisgaard M., Jensen H.E. Occurrence and associated lesions of *Pasteurella multocida* in porcine bronchopneumonia. *Vet. Microbiol.* 2011; 150: 160–166. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2011.01.005>
47. Davies R.L., MacCorquodale R., Baillie S., Caffrey B. Characterization and comparison of *Pasteurella multocida* strains associated with porcine pneumonia and atrophic rhinitis. *J. Med Microbiol.* 2003; 52(1): 59–67. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.05019-0>
48. Bethe A., Wieler L.H., Selbitz H.J., Ewers C. Genetic diversity of porcine *Pasteurella multocida* strains from the respiratory tract of healthy and diseased swine. *Vet. Microbiol.* 2009; 139: 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.04.027>
49. Blackall P.J., Pahoff J.L., Bowles R. Phenotypic characterisation of *Pasteurella multocida* isolates from Australian pigs. *Vet. Microbiol.* 1997; 57: 355–356. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(97\)00111-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(97)00111-9)
50. Kim J., Kim J.W., Oh S.I. et al. Characterisation of *Pasteurella multocida* isolates from pigs with pneumonia in Korea. *BMC Vet Res.* 2019; 15: 119. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1861-5>
51. Varga Z., Sellyei B., Magyar T. Phenotypic and genotypic characterisation of *Pasteurella multocida* strains isolated from pigs in Hungary. *Acta Vet. Hung.* 2007; 55: 425–434. <https://doi.org/10.1556/avet.55.2007.4.2>
52. Peng Z., Wang H., Liang W., Chen Y., Tang X., Chen H. et al. A capsule/lipopolysaccharide/MLST genotype D/L6/ST11 of *Pasteurella multocida* is likely to be strongly associated with swine respiratory disease in China. *Arch. Microbiol.* 2018; 200: 107–118. <https://doi.org/10.1007/s00203-017-1421-y>
53. Tang X., Zhao Z., Hu J., Wu B., Cai X., He Q. et al. Isolation, antimicrobial resistance, and virulence genes of *Pasteurella multocida* strains from swine in China. *J. Clin. Microbiol.* 2009; 47: 951–958. <https://doi.org/10.1128/JCM.02029-08>
54. Liu H., Zhao Z., Xi X., Xue Q., Long T., Xue Y. Occurrence of *Pasteurella multocida* among pigs with respiratory disease in China between 2011 and 2015. *Ir. Vet. J.* 2017; 70: 2. <https://doi.org/10.1186/s13620-016-0080-7>
55. Prudnikov V.S., Dolzhenkov V.A. Rhinitis of pigs (distribution, pathomorphology, diagnostics). Scientific notes of the UO VGAVM. 2017; 53(3): 71–74. <https://repo.vsavm.by/handle/123456789/2332>
56. Chengappa M.M., Myers R.C., Carter G.R. Capsular and somatic types of *Pasteurella multocida* from rabbits. *Can J. Comp Med.* 1982; 46(4): 437–439. PMID:6816462; PMC1320313
57. Lu Y.S., Pakes S.P., Stefanu C. Capsular and somatic serotypes of *Pasteurella multocida* isolates recovered from healthy and diseased rabbits in Texas. *J. Clin Microbiol.* 1983; 18(2): 292–295. <https://doi.org/10.1128/jcm.18.2.292-295.1983>
58. Jaqlić Z., Kucerova Z., Ned-balcova K., Hložek P., Bartos M. Identification of *Pasteurella multocida* serogroup F isolates in rabbits. *J. Vet Med B Infect Dis Vet Public Health.* 2004; 51: 467–469. PubMed <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.2004.00807>
59. Catry B., Chiers K., Schwarz S., Kehrenberg C. Fatal peritonitis caused by *Pasteurella multocida* capsular type F in calves. *J. Clin Microbiol.* 2005; 43(3): 1480–1483. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-26>

60. Методические указания по лабораторной диагностике пастереллезов животных и птиц (утв. 20.08.1992 № 22-7/82 Главным управлением ветеринарии МСХ РФ). Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
61. May B.J., Zhang Q., Li L.L., Paustian M.L., Whittam T.S., Kapur V. Complete genomic sequence of *Pasteurella multocida*, Pm70. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2001; 98: 3460–3465. <https://doi.org/10.1073/pnas.051634598>
62. Wilson B.A., Ho M. *Pasteurella multocida*: from zoonosis to cellular microbiology. *Clin Microbiol Rev*. 2013; 26: 631–655. <https://doi.org/10.1128/CMR.00024-13>
63. Gautam R., Kumar A.A., Singh V.P., Singh V.P., Dutta T.K., Shivachandra S.B. Specific identification of *Pasteurella multocida* serogroup A isolates by PCR assay. *Res Vet Sci*. 2004; 76: 179–185. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2003.10.005>
64. Townsend K.M., Frost A.J., Lee C.W., Papadimitriou J.M., Dawkins H.J. Development of PCR assays for species- and type-specific identification of *Pasteurella multocida* isolates. *J. Clin Microbiol*. 1998; 36: 1096–1100. <https://doi.org/10.1128/JCM.36.4.1096-1100.1998>
65. Arumugam N.D., Ajam N., Blackall P.J., Asiah N.M., Ramlan M., Maria J., Yuslan S., Thong K.L. Capsular serotyping of *Pasteurella multocida* from various animal hosts – a comparison of phenotypic and genotypic methods. *Trop Biomed*. 2011; 28: 55–63. <https://doi.org/10.1590/1516-635x160231-36>
66. Furian T.Q., Borges K.A., Pilatti R.M., Almeida C., do Nascimento V.P., Salle C.T.P., de S. Moraes H.L. Identification of the capsule type of *Pasteurella multocida* isolates from cases of fowl cholera by multiplex PCR and comparison with phenotypic methods. *Braz. J. Poultry Sci*. 2014; 16(2): 31–36. <https://doi.org/10.1590/1516-635x160231-36>
67. Brogden K.A., Packer R.A. Comparison of *Pasteurella multocida* serotyping systems. *Am J. Vet Res*. 1979; 40(9): 1332–1335. PMID:118694
60. Guidelines for laboratory diagnostics of pasteurellosis of animals and birds (approved 20.08.1992 No. 22-7/82 by the Main Veterinary Department of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation) (In Russian). Available from: <http://www.garant.ru/>
61. May B.J., Zhang Q., Li L.L., Paustian M.L., Whittam T.S., Kapur V. Complete genomic sequence of *Pasteurella multocida*, Pm70. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2001; 98: 3460–3465. <https://doi.org/10.1073/pnas.051634598>
62. Wilson B.A., Ho M. *Pasteurella multocida*: from zoonosis to cellular microbiology. *Clin Microbiol Rev*. 2013; 26: 631–655. <https://doi.org/10.1128/CMR.00024-13>
63. Gautam R., Kumar A.A., Singh V.P., Singh V.P., Dutta T.K., Shivachandra S.B. Specific identification of *Pasteurella multocida* serogroup A isolates by PCR assay. *Res Vet Sci*. 2004; 76: 179–185. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2003.10.005>
64. Townsend K.M., Frost A.J., Lee C.W., Papadimitriou J.M., Dawkins H.J. Development of PCR assays for species- and type-specific identification of *Pasteurella multocida* isolates. *J. Clin Microbiol*. 1998; 36: 1096–1100. <https://doi.org/10.1128/JCM.36.4.1096-1100.1998>
65. Arumugam N.D., Ajam N., Blackall P.J., Asiah N.M., Ramlan M., Maria J., Yuslan S., Thong K.L. Capsular serotyping of *Pasteurella multocida* from various animal hosts — a comparison of phenotypic and genotypic methods. *Trop Biomed*. 2011; 28: 55–63. <https://doi.org/10.1590/1516-635x160231-36>
66. Furian T.Q., Borges K.A., Pilatti R.M., Almeida C., do Nascimento V.P., Salle C.T.P., de S. Moraes H.L. Identification of the capsule type of *Pasteurella multocida* isolates from cases of fowl cholera by multiplex PCR and comparison with phenotypic methods. *Braz. J. Poultry Sci*. 2014; 16(2): 31–36. <https://doi.org/10.1590/1516-635x160231-36>
67. Brogden K.A., Packer R.A. Comparison of *Pasteurella multocida* serotyping systems. *Am J. Vet Res*. 1979; 40(9): 1332–1335. PMID:118694

ОБ АВТОРАХ:

Нина Ивановна Малик,
доктор биологических наук, профессор
Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов, Звенигородское шоссе 5, Москва, 123022, Российская Федерация
E-mail: nimalik@vgnki.ru

Лия Андреевна Маленкова,
научный сотрудник
Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов, Звенигородское шоссе 5, Москва, 123022, Российская Федерация
E-mail: malenkova@vgnki.ru

Евгений Васильевич Малик,
кандидат ветеринарных наук,
Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов, Звенигородское шоссе 5, Москва, 123022, Российская Федерация
E-mail: evmalik@vgnki.ru

Ирина Александровна Гулейчик,
кандидат биологических наук,
Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов, Звенигородское шоссе 5, Москва, 123022, Российская Федерация
E-mail: i.guleichyk@vgnki.ru

Наталья Александровна Чупахина,
кандидат биологических наук,
Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов, Звенигородское шоссе 5, Москва, 123022, Российская Федерация
E-mail: n.chupahina@vgnki.ru

Иван Анатольевич Русанов,
кандидат ветеринарных наук,
Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов, Звенигородское шоссе 5, Москва, 123022, Российская Федерация
E-mail: rusanov@vgnki.ru

Надежда Сергеевна Самохвалова,
научный сотрудник,
Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов, Звенигородское шоссе 5, Москва, 123022, Российская Федерация
E-mail: n.samokhvalova@vgnki.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Nina Ivanovna Malik,
Doctor of Biological Sciences, Professor,
The Russian State Center for Animal Feed and Drug Standardization and Quality, 5, Zvenigorodskoye shosse, oscar, 123022, Russian Federation
E-mail: nimalik@vgnki.ru

Liya Andreevna Malenkova,
Researcher,
The Russian State Center for Animal Feed and Drug Standardization and Quality,
5, Zvenigorodskoye shosse, Moscow, 123022, Russian Federation
E-mail: malenkova@vgnki.ru

Evgeny Vasilevich Malik,
Candidate of Veterinary Sciences,
The Russian State Center for Animal Feed and Drug Standardization and Quality, 5, Zvenigorodskoye shosse, Moscow, 123022, Russian Federation
E-mail: evmalik@vgnki.ru

Irina Aleksandrovna Guleychik,
Candidate of Biological Sciences,
The Russian State Center for Animal Feed and Drug Standardization and Quality,
5, Zvenigorodskoye shosse, Moscow, 123022, Russian Federation
E-mail: i.guleichyk@vgnki.ru

Nataliia Aleksandrovna Chupahina,
Candidate of Biological Sciences,
The Russian State Center for Animal Feed and Drug Standardization and Quality,
5, Zvenigorodskoye shosse, Moscow, 123022, Russian Federation
E-mail: n.chupahina@vgnki.ru

Ivan Anatolevich Rusanov,
Candidate of Veterinary Sciences,
The Russian State Center for Animal Feed and Drug Standardization and Quality,
5, Zvenigorodskoye shosse, Moscow, 123022, Russian Federation
E-mail: rusanov@vgnki.ru

Nadezda Sergeevna Samokhvalova,
Researcher,
The Russian State Center for Animal Feed and Drug Standardization and Quality,
5, Zvenigorodskoye shosse, Moscow, 123022, Russian Federation
E-mail: n.samokhvalova@vgnki.ru

ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЬ «ЭНЕРГИЯ»: СКОРАЯ ПОМОЩЬ ДЛЯ КОРОВ В ТРАНЗИТНЫЙ ПЕРИОД

Транзитный период — наиболее значимый для бесперебойной работы такой сложной биофабрики, как молочная корова. Это время определяет и уровень здоровья животного, и результаты последующей лактации, поэтому требует особенного внимания специалистов хозяйства.

Транзитный период занимает три недели до и три недели после отела. Естественный физиологический процесс подготовки организма коровы к рождению теленка определяет интенсивную выработку эстрогена. На этом фоне у коровы резко снижается аппетит, сокращается потребление кормов за несколько дней до отела и сразу после него. К тому же редкое хозяйство не сталкивается рано или поздно с такой проблемой, как кетоз. Это опасное заболевание КРС, способное вывести из строя значительную часть поголовья и нанести хозяйству серьезный экономический ущерб.

Причина появления кетоза у коров в транзитный период — огромные энергозатраты на развитие плода, отел и интенсивное продуцирование молока, формирующие отрицательный энергетический баланс. Потребность в глюкозе в этот период возрастает в три раза! Если глюкоза поступает с кормами в недостаточном количестве, организм начинает использовать в качестве энергетической батарейки собственные жировые ткани. Особенно это заметно, когда корова подходит к началу лактации с повышенной упитанностью, а затем стремительно худеет, сдается с тела. В процессе расщепления жиров в печени образуется избыточное количество токсичных отходов — кетоновых тел, которые расстраивают гормональную деятельность, нарушают обмен веществ и являются причиной развития кетоза. Молоко приобретает горьковатый привкус и запах ацетона, становится несъедобным. Перегрузка печени ослабляет иммунитет и здоровье коровы, резко снижается продуктивность, это нередко ведет к выбраковке новотельных коров.

Чтобы затормозить развитие кетоза, сохранить здоровье и жизнь животных в транзитный период, необходимо обеспечить высокий уровень глюкозы в кормах.

Наиболее эффективным и экономически выгодным решением для животноводческих хозяйств является применение в транзитный период кормового пропиленгликоля. Многие хозяйства традиционно используют эту энергетическую добавку в сухой либо жидкой форме. Она мгновенно усваивается в рубце, незамедлительно поступает в кровь и способствует ускоренному синтезу глюкозы в печени.

Все бы хорошо, только дать эту добавку корове надо еще уметь. Коровы не любят ее горький вкус, своеобразный запах, поэтому поедают очень плохо даже в смеси с кормами. Большая часть пропиленгликоля остается в кормушке, поэтому крайне трудно обеспечить корове дневную норму. Часто приходится прибегать к принудительному ручному кормлению жидким пропиленгликолем. Но и в этом случае половина дозы раствора бесполезно проливается, не попадая корове даже на язык. Что делать?

Чтобы обеспечить отличное скормливание продукта и быстро восстановить уровень глюкозы в крови животных, рекомендуем сухой пропиленгликоль на натуральном носителе — зерновом экструдате, такой, как пропиленгликоль кормовой «Энергия» от компании «Агровит».

Термически обработанное, экструдированное зерно имеет приятный запах поджаренного хлеба, который не только не ухудшает вкус кормов, а, напротив, весьма привлекателен для животных. Продукт отлично поедается, быстро усваивается и обогащает рацион энергией, углеводами и протеином. Его можно смешивать с кормами или давать индивидуально каждому животному. Специалист по кормлению может легко определить правильный пропиленгликоль по цвету. Он желтый.

Что при этом получает корова? Быструю компенсацию дефицита энергии и набор оптимальной массы тела, профилактику и лечение кетоза, повышение молокоотдачи на раздое и рост суточных удоев в дальнейшем периоде.

Что получает хозяйство? Экономия времени и трудозатрат персонала, здоровое поголовье и ежедневно на 2–4 литра больше молока высокой сортности (с повышенным содержанием белка и жира) от каждой коровы. При регулярном применении пропиленгликоля «Энергия» повышается оплодотворяемость животных, увеличивается количество лактаций и число телят от одной коровы.

Пропиленгликоль кормовой «Энергия» в качестве энергетической добавки можно давать не только коровам, но и телятам, бычкам на откорме, козам и овцам, особенно в периоды стрессовых нагрузок (при вакцинации, транспортировке, неблагоприятных погодных условиях).

Упаковка оптимальна по дозированию, удобна в использовании и хранении продукта — ПЭТ-ведро (3 кг) с герметичной крышкой.



Телефон бесплатной линии: 8-800-200-3-888
agrovit87.ru, prok.ru

УДК 636.4.082.265

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-65-69

С.С. Стволов¹,
А.А. Белооков¹, ✉
О.В. Белоокова¹,
С.А. Гриценко¹,
М.Б. Ребезов^{2, 3}

¹ Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Российская Федерация

² Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация

³ Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

✉ belookov@yandex.ru

Поступила в редакцию:
03.11.2022

Одобрена после рецензирования:
30.12.2022

Принята к публикации:
30.01.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-65-69

Stanislav S. Stvolov¹,
Alexey A. Belookov¹,
Oksana V. Belookova¹, ✉
Svetlana A. Gritsenko¹,
Maksim B. Rebezov^{2, 3}

¹ South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

² Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation

³ V.M. Gorbатов Federal Scientific Center of Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

✉ belookov@yandex.ru

Received by the editorial office:
10.10.2022

Accepted in revised:
30.12.2022

Accepted for publication:
30.01.2023

Оценка влияния хряков-производителей различной селекции на показатели свиноматок и помесей первого поколения

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Гибридизация свиней является одним из основных факторов производства высококачественной свинины, так как такие животные сочетают в себе генотип прародительских и родительских пород и за счет эффекта гетерозиса имеют высокую интенсивность роста, улучшенные мясные качества по сравнению с чистопородными. В работе представлена оценка воспроизводительных качеств свиноматок крупной белой породы и продуктивных качеств молодняка, полученного в результате промышленного двухпородного скрещивания.

Методика. Для реализации научно-хозяйственного опыта было сформировано три группы свиноматок пар-аналогов крупной белой породы от компании Нурог (КБ Нурог). Свиноматок 1-й группы скрестили с хряками породы ландрас от компании PIC (Ландрас Pic), 2-й — с хряками породы ландрас от компании Genesus Genetics (Ландрас Genesus), 3-й — с хряками породы ландрас от компании Нурог (Ландрас Нурог).

Результат. По результатам исследований установлено, что многоплодие свиноматок 1-й и 2-й групп было выше на 7,7%, а количество мертворожденных поросят, напротив, ниже на 0,6 головы, чем в 3-й группе. Масса гнезда поросят при рождении в 1-й и 2-й опытных группах была выше, соответственно, на 9,9 и 6,1% в сравнении с аналогами из 3-й группы. У полученного в ходе опыта гибридного молодняка отмечено увеличение абсолютного, среднесуточного и относительного прироста живой массы.

Ключевые слова: свиноводство, порода, продуктивность, поросята, межпородное скрещивание.

Для цитирования: Стволов С.С., Белооков А.А., Белоокова О.В., Гриценко С.А., Ребезов М.Б. Оценка влияния хряков-производителей различной селекции на показатели свиноматок и помесей первого поколения. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 65–69. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-65-69>

© Стволов С.С., Белооков А.А., Белоокова О.В., Гриценко С.А., Ребезов М.Б.

Assessment of the influence of boars of different breeding on the indicators of sows and first generation mixed

ABSTRACT

Relevance. Hybridization of pigs is one of the main factors in the production of high-quality pork, since such animals combine the genotype of the grandparent and parent breeds and, due to the effect of heterosis, have a high growth rate, improved meat qualities compared to purebred ones. The paper presents an assessment of the reproductive qualities of large white sows and the productive qualities of young animals obtained as a result of industrial two-pedigree crossing.

Methods. To implement the scientific and economic experience, 3 groups of sows of pairs-analogues of the Large White breed from the Hypor company (KB Hypor) were formed. Sows of the 1st group were crossed with Landrace boars from PIC (Landrace Pic), 2nd — with Landrace boars from Genesus Genetics (Landrace Genesus), 3rd — with Landrace boars from Hypor (Landrace Hypor).

Results. According to the results of the research, it was found that the multiple pregnancy of sows in groups 1st and 2nd was higher by 7.7%, and the number of stillborn piglets, on the contrary, was lower by 0.6 heads than in group 3. The weight of the nest of piglets at birth in the 1st and 2nd experimental groups was higher by 9.9 and 6.1%, respectively, in comparison with analogues from the 3rd group. In the hybrid young animals obtained during the experiment, an increase in the absolute, average daily and relative gain in live weight was noted.

Key words: pig breeding, breed, productivity, piglets, interbreeding.

For citation: Stvolov S.S., Belookov A.A., Belookova O.V., Gritsenko S.A., Rebezov M.B. Assessment of the influence of boars of different breeding on the indicators of sows and first generation mixed. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 65–69. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-65-69> (In Russian).

© Stvolov S.S., Belookov A.A., Belookova O.V., Gritsenko S.A., Rebezov M.B.

Введение / Introduction

Современные промышленные технологии производства свинины позволяют максимально реализовать генетический потенциал животных [1–5], поэтому решающий фактор для повышения их продуктивности — грамотная селекция [6–9].

Чистопородное разведение в свиноводстве не дает результатов, необходимых для интенсивного ведения отрасли. Наиболее действенны с этой точки зрения научно обоснованные системы межпородного скрещивания [10–12].

В их числе промышленное двух- или трехпородное скрещивание [13, 14].

Помеси за счет сочетания в себе генотипов правильно выбранных материнской и отцовских пород отличаются повышенной жизнеспособностью [15–17], лучшим усвоением корма, интенсивными показателями онтогенеза, воспроизводительной способности и мясной продуктивности [18–20].

Принятое в свиноводстве трехпородное скрещивание состоит из нескольких этапов:

- отбор материнской и двух отцовских пород, которые должны быть выбраны с учетом цели селекции;
- спаривание животных материнской (♀) и 1-й отцовской породы (♂) с целью получения самок F1, которые должны обладать хорошими показателями онтогенеза и воспроизводительными качествами;
- спаривание F1 (♀) и 1-й отцовской породы (♂) с целью получения финального гибрида с высокими показателями роста и развития и мясными качествами.

На каждом этапе неизменно важно всесторонне оценивать используемые генотипы маток и производителей и их сочетание. В связи с этим в нашей работе выявлено влияние хряков производителей породы ландрас (1-й отцовской) разной селекции (компаний Нурор, PIC и Genesus Genetics) на показатели воспроизводительной способности свиноматок крупной белой породы селекции компании Нурор (материнская порода) и потомства F1 по показателям онтогенеза в подсосный период.

Материал и методы исследования / Materials and method

Научно-хозяйственный опыт был проведен в условиях свиноводческого комплекса ОСП СК «Ромкор» (Троицкий район, Челябинская область, Российская Федерация).

Для реализации научно-хозяйственного опыта с учетом ортогональности и репрезентативности была сформирована опытная популяция свиноматок крупной белой породы от компании Нурор (♀-Нурор), из нее сформированы три идентичные группы по 15 голов, которых спарили с хряками породы ландрас (1-я отцовская) от компаний Нурор (♂-Нурор), PIC (♂-Pic), Genesus Genetics (♂-Genesus) (рис. 1).

Хряки в группы подбирались с учетом возраста, генетики по пять голов в каждой. Воспроизводительные качества свиноматок оценивали по многоплодию, массе гнезда при рождении и отъеме, крупноплодности и сохранности поросят.

По результатам скрещивания были получены двухпородные гибридные поросята F1, которых оценивали по показателям онтогенеза в подсосный период. При этом учитывались абсолютный, среднесуточный и относительный приросты живой массы молодняка.

Были проведены исследования морфологических и биохимических показателей крови подсосных свиноматок.

Исследования крови проводили в межкафедральной учебной лаборатории ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет». Морфологический состав крови — на гематологическом анализаторе, биохимический анализ крови — на цифровом биохимическом анализаторе StatFax (США).

Полученные цифровые данные обработаны методами вариационной статистики. Статистическую обработку полученных цифровых данных проводили с помощью компьютера с процессором Intel Core i9 (США), лицензионного пакета программного обеспечения Microsoft Office 2016 (США).

Для оценки существенности различий между двумя средними величинами использовали t-критерий по Стьюденту. Различия считались статистически достоверными при $p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

На первом этапе научно-хозяйственного опыта нами была проведена оценка воспроизводительных качеств подопытных свиноматок (табл. 1).

Многоплодие свиноматок — это важный показатель, характеризующий воспроизводительные качества свиноматок. Многоплодие показывает количество живых поросят в гнезде при рождении. Как видно из данных таблицы, многоплодие маток 3-й группы составило 13,0 голов — меньше, чем в 1-й и 2-й опытных группах на 7,7%.

При этом количество нежизнеспособных поросят в 3-й группе составило 0,6 головы, а в 1-й и 2-й опытных группах данный показатель

Рис. 1. Схема исследований опыта (рис. автора)

Fig. 1. Scheme of research experience (author's drawing)

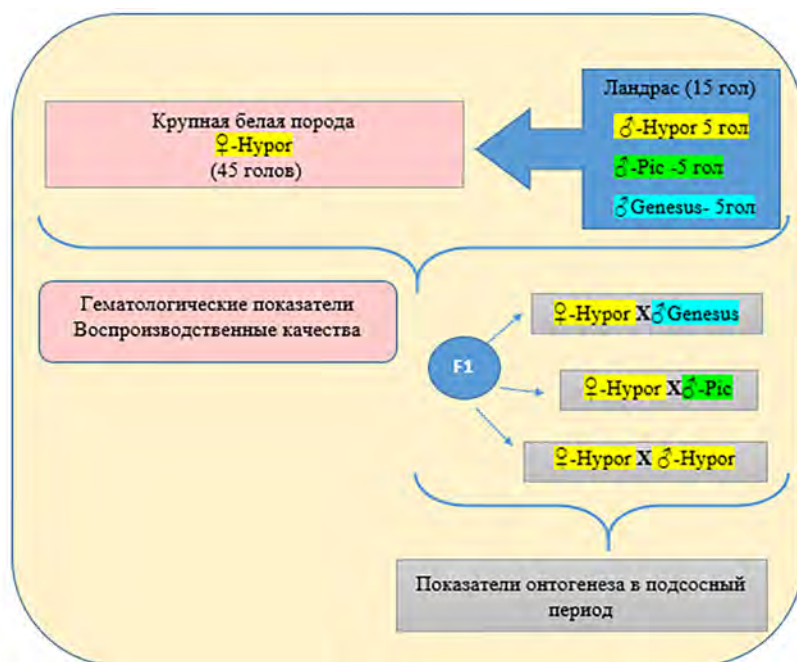


Таблица 1. Влияние хряков производителей на воспроизводственные качества свиноматок

Table 1. The influence of producer boars on the reproductive qualities of sows

Показатель	Группа		
	1-я ♀-Нурор X ♂-Pic	2-я ♀-Нурор X ♂-Genesis	3-я ♀-Нурор X ♂-Нурор
Многоплодие, гол.	14,00 ± 0,55	14,00 ± 0,55	13,00 ± 0,55
Количество нежизнеспособных поросят, гол.	1,00 ± 0,32	1,00 ± 0,32	0,60 ± 0,40
Количество мертворожденных поросят, гол.	0,60 ± 0,24	0,80 ± 0,37	1,00 ± 0,77
Масса гнезда при рождении, кг	17,92 ± 0,25**	17,30 ± 0,75	16,30 ± 0,25
Крупноплодность, кг	1,20 ± 0,05	1,31 ± 0,07	1,30 ± 0,07
Средняя живая масса поросят			
при отъеме, кг	6,90 ± 0,20	7,01 ± 0,12	6,80 ± 0,10
Сохранность поросят, %	88,00 ± 0,50	88,00 ± 0,30	88,00 ± 0,30

 Примечания: ** — $P \leq 0,01$ по отношению к 3-й группе

Рис. 2. Гематологические показатели у свиноматок

Fig. 2. Hematological parameters of sows

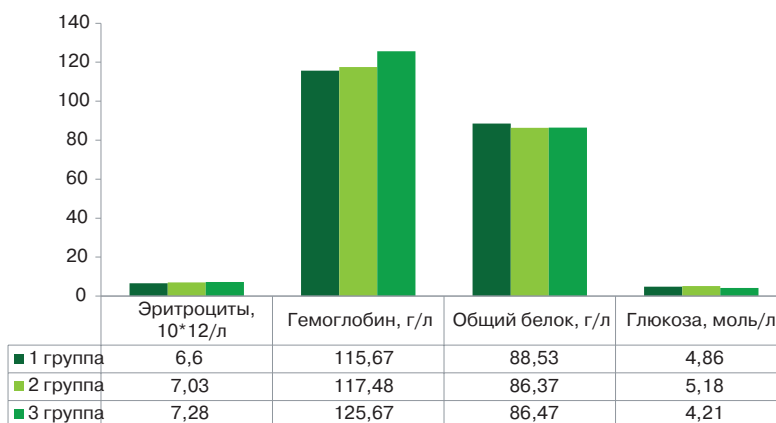


Таблица 2. Показатели онтогенеза гибридного молодняка в подсосный период, n = 40

Table 2. Indicators of ontogenesis of hybrid young animals in the suckling period, n = 40

Показатель	Группа		
	1-я группа ♀-Нурор X ♂-Pic	2-я группа ♀-Нурор X ♂-Genesis	3-я группа ♀-Нурор X ♂-Нурор
Живая масса одного поросенка:			
при рождении, кг	1,20 ± 0,05	1,31 ± 0,07	1,30 ± 0,07
при отъеме, кг	6,90 ± 0,20	7,01 ± 0,12	6,80 ± 0,10
Абсолютный прирост живой массы, кг	5,70 ± 0,04**	5,70 ± 0,05**	5,50 ± 0,05
Среднесуточный прирост живой массы, г	219,23 ± 7,34	219,23 ± 4,67	211,54 ± 4,41
Относительный прирост живой массы, %	140,11 ± 2,24	137,77 ± 2,94	136,64 ± 2,83

 Примечания: ** $p \leq 0,01$ по отношению к 3-й группе

был выше на 0,4 головы (1,0 гол.). Больше всего мертворожденных поросят было в 3-й группе — 1,0 голова, меньше всего — в 1-й опытной (0,6 гол.).

Масса гнезда поросят при рождении в 3-й группе составила 16,3 кг, тогда как в 1-й и 2-й группах данный по-

казатель был выше, соответственно, на 1,62 (9,9%) и 1,0 кг (6,1%). Крупноплодность (живая масса одного поросенка при рождении) максимальной была во 2-й опытной группе — 1,31 кг, а самой низкой — в 1-й опытной (1,2 кг). Разница составила 9,2%.

В период отъема (26 дней) средняя живая масса поросят в 3-й группе составила 6,8 кг. Это меньше, чем в 1-й опытной (на 1,5%) и во 2-й (на 3,1%). При этом сохранность поросят в подсосный период составила во всех группах 88,0%.

Следовательно, по результатам исследований воспроизводительных качеств свиноматок влияние разнородной генетики хряков-производителей незначительно, что позволяет дать рекомендации по использованию всех трех компаний-производителей.

Исследование гематологических показателей подсосных маток (рис. 2) свидетельствует, что существенной разницы между животными трех групп не было. Исследуемые показатели крови были в пределах физиологической нормы. При этом можно отметить, что уровень эритроцитов крови колебался в пределах от $6,6 \cdot 10^{12}$ л в 1-й опытной группе до $7,28 \cdot 10^{12}$ л в 3-й группе.

Уровень общего белка в сыворотке крови животных составил от 86,37 г/л во 2-й опытной группе до 88,53 г/л в 1-й группе.

Установлено, что абсолютный прирост живой массы поросят 3-й группы в подсосный период составил 5,5 кг, тогда как в опытных — 5,7 кг, разница составила 3,6% ($P \leq 0,01$). При этом среднесуточный прирост живой массы поросят в опытных группах был на уровне 219,23 г, в 3-й группе — несколько ниже (211,54 г).

Максимальный относительный прирост живой массы был отмечен в 1-й опытной группе — 140,11%, минимальный — в 3-й (136,64%). Разница составила 3,47 пункта (табл. 2).

Однако различия между группами недостоверные, что говорит об одинаковом качестве хряков-производителей разных компаний.

Выводы / Conclusion

Результаты научно-хозяйственного опыта показали, что хряки-производители компаний Нурор, PIC, Genesis Genetics незначительно отличаются по воспроизводительным качествам свиноматок и показателям онтогенеза помесей в подсосный период, в связи с чем предприятию рекомендуем использовать все три компании производителей для получения гибридного молодняка.

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. Национальная академия наук Беларуси.* 2017;281–292
2. Федюк В.В., Чертов А.А. Влияние индексов резистентности свиноматок на рост их потомства. *Аграрная наука.* 2021;(7-8):19-23. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-19-23>
3. Фуников Г.А. Морфологический состав и мясность туш свиней отечественной, канадской и французской селекции. *Аграрная наука.* 2020;(7-8):73-77. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-73-77>
4. Березовский Н.Д. Гибридизация с учетом генотипа материнских форм. Перспективы развития свиноводства стран СНГ. Сборник научных трудов по материалам XXV международной научно-практической конференции. Жодино. 2018; 13–18.
5. Файзуллин Р.А., Сайфутдинов М.Р. Некоторые хозяйственно-полезные признаки свиней крупной белой породы ООО «Россия». *Аграрная наука.* 2021;354(11-12):56-59. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-56-59>
6. Федюк В.В., Федюк Е.И., Тютюнникова А.А. Способы оценки и подбора свиней по индексам иммунного статуса и резистентности к условно-патогенной микрофлоре. *Аграрная наука.* 2019;(2):27-31. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-322-2-27-31>
7. Ребезов М.Б., Топурия Г.М., Топурия Л.Ю., Гаршина Д.А. Влияние природного иммуностимулятора на естественную резистентность организма свиноматок. в сборнике: актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. В сборнике научных трудов Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора биологических наук, профессора Е.П. Ващекина. Брянск. 2020. 161–164.
8. Федюк В.В., Чертов А.А. Разработка и использование в селекции свиней индексов резистентности и иммунного статуса. *Аграрная наука.* 2020;(11-12):41-44. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-41-44>
9. Фуников Г.А. Убойная и мясная продуктивность молодняка свиней отечественной, канадской и французской селекции. *Аграрная наука.* 2020;(5):60-64. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-60-64>
10. Косилов В.И., Перевойко Ж.И. Воспроизводительная способность свиноматок крупной белой породы при сочетании с хряками разных линий. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета.* 2014;6(50):122–126.
11. Драгоев П., Стойков А. Экономическая оценка помесных свиней. *Экономика и управление сельского хозяйства.* 1998; 43(7):21-25.
12. Евдокимов Н.В. Продуктивные качества и эффект гетерозиса свиней при промышленном скрещивании. *Профессионал года – 2018: сборник статей X Международного научно-практического конкурса.* Пенза. 2018; 28–32.
13. 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.
14. 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.
15. Белоков А.А., Белокова О.В., Чухутин Е.В. Опыт применения пробиотического препарата в свиноводстве. *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство.* 2021;9(194):45–50.
16. Бурков П.В., Щербakov П.Н., Дерхо М.А., Ребезов М.Б. Особенности формирования поствакцинального иммунитета против цирковиральной инфекции свиней и его коррекции. *Аграрная наука.* 2022;363(10), 30-36. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-363-10-30-36>
17. Titov 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.* Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. 52082.

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. National Academy of Sciences of Belarus.* 2017:281–292 (In Russian)
2. Fedyuk V.V., Chertov A.A. Influence of sow resistance indices on the growth of their offspring. *Agrarian science.* 2021;(7-8):19-23 <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-19-23> (In Russian)
3. 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>
4. Berezovsky N.D. Hybridization taking into account the genotype of maternal forms. Prospects for the development of pig breeding in the CIS countries. Collection of scientific papers based on the materials of the XXV International Scientific and Practical Conference. Zhodino. 2018; 13–18. (In Russian)
5. Fayzullin R.A., Sayfutdinov M.R. Some economically useful signs of the pigs of a Large White breed in ООО "Rossiya". *Agrarian science.* 2021;354(11-12):56-59 <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-56-59> (In Russian)
6. Fedyuk V.V., Fedyuk E.I., Tyutyunnikova A.A. Methods for evaluation and selection of pigs on indices of immune status and resistance to opportunistic microflora. *Agrarian science.* 2019;(2):27-31 <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-322-2-27-31> (In Russian)
7. 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. In collection: 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. Bryansk. 2020. 161–164 (In Russian)
8. Fedyuk V.V., Chertov A.A. Development evolution and use of resistance and immune status indices in pig breeding. *Agrarian science.* 2020;(11-12):41-44 <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-41-44> (In Russian)
9. Funikov G.A. Slaughter and meat productivity of young pigs of domestic, Canadian and French breeds. *Agrarian science.* 2020;(5):60-64 <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-60-64> (In Russian)
10. Kosilov V.I., Perevoiko Zh.I. Reproductive ability of sows of large white breed in combination with boars of different lines. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University.* 2014;6(50):122–126 (In Russian)
11. Dragoev P., Stoikov A. Economic evaluation of crossbred pigs. *Economics and Management of Agriculture.* 1998; 43(7):21-25. (In Russian)
12. 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.* Penza. 2018; 28–32 (In Russian)
13. Kazantseva N.P., Vasilyeva M.I., Sergeeva I.N. The influence of genotype on the formation of qualitative characteristics of pig meat. *News of the Gorsky State Agrarian University.* 2020;57(1):63–68 (In Russian)
14. 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 using the method of hybridization in pig breeding. *Pig farming.* 2021;4:8–10 (In Russian)
15. Belookov A.A., Belookova O.V., Chukhutin E.V. Experience of using a probiotic drug in pig breeding. *Feeding of farm animals and feed production.* 2021;9(194):45–50 (In Russian)
16. Burkov P.V., Shcherbakov P.N., Derkho M.A., Rebezov M.B. Peculiarities of post-vaccination immunity formation against porcine circovirus infection and its correction. *Agrarian science.* 2022; 363(10), 30-36. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-363-10-30-36> (In Russian)
17. Titov 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.* Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. 52082.

18. 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(S5):1411–1417.

19. Пермьяков А., Казьмина Н., Садкова Я., Требунских Е., Околышев С., Тимошенко Ю. Новые генотипы в гибридизации свиней. *Животноводство России*. 2019;6:26–28.

20. Копылова Е., Вербицкий С., Бодряшова Е. Поможет эффект гетерозиса. *Животноводство России*. 2015;4:21–26.

18. 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(S5):1411–1417.

19. Permyakov A., Kazmina N., Sadkova Ya., Trebunskikh E., Okolyshev S., Timoshenko Yu. New genotypes in pig hybridization. *Animal husbandry of Russia*. 2019;6:26–28 (In Russian)

20. Kopylova E., Verbitsky S., Bodryashova E. The effect of heterosis will help. *Animal husbandry of Russia*. 2015;4:21–26 (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Станислав Сергеевич Стволов,

аспирант,
Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул.
им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Челябинская область,
Российская Федерация
E-mail: stvolov-87@mail.ru

Алексей Анатольевич Белооков,

доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул.
им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Челябинская область,
Российская Федерация
E-mail: 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, Челябинская область,
Российская Федерация
E-mail: belookov@yandex.ru

Светлана Анатольевна Гриценко,

Доктор биологических наук, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул.
им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Челябинская область,
Российская Федерация
E-mail: 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, Российская Федерация
- Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Гор-
батова Российской академии наук, ул. Талалихина, 26, Москва,
109316, Российская Федерация
E-mail: rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

ABOUT THE AUTHORS:

Stanislav Sergeevich Stvolov,

graduate student,
South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin str., Troitsk,
457103,
Russian Federation
E-mail: stvolov-87@mail.ru

Alexey Anatolyevich Belookov,

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin str.,
Troitsk, 457103,
Russian Federation
E-mail: 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,
Russian Federation
E-mail: belookov@yandex.ru

Svetlana Anatolyevna Gritsenko,

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor,
South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin str., Troitsk,
457103,
Russian Federation
E-mail: 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. Gorbatov Federal Scientific Center of Food Systems of the
Russian Academy of Sciences, 26 Talalikhin str., Moscow, 109316,
Russian Federation
E-mail: rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Н.А. Попов

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, городской округ Подольск, Московская обл., Российская Федерация

✉ genetic-pna@yandex.ru

Поступила в редакцию:
01.10.2022

Одобрена после рецензирования:
30.12.2022

Принята к публикации:
30.01.2023

Nikolai A. Popov

Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, Dubrovitsy village, Podolsk city district, Moscow region, Russian Federation

✉ genetic-pna@yandex.ru

Received by the editorial office:
01.10.2022

Accepted in revised:
30.12.2022

Accepted for publication:
30.01.2023

Поиск дополнительной изменчивости в стаде коров голштинской породы

РЕЗЮМЕ

Актуальность. При разведении многочисленного стада голштинской породы отражено совершенствование признаков в системе селекции, составной основой (частью основы) которого являлась принадлежность к линии. На фоне сокращения числа линий, отбора в стадо ограниченного числа быков-производителей, родственных друг другу, и выведения от них дочерей различными видами подборов отражен рост удоев и массовой доли белка (МДБ) за три поколения.

Методы. Индексы генетической ценности быков-производителей в популяции оценивали по авторской методике, при этом учитывали показатели матерей и сверстниц одного стада. Сравнение уровней изменчивости признаков молочной продуктивности по величинам среднеквадратических отклонений ($\pm\sigma$) в селекционных группах.

Результаты: Относительное увеличение удоев за поколение по высшим лактациям составляло 8,9–15,4% ($P < 0,001$), а МДБ — 1,3–3,2% ($P < 0,01$). Проведено сравнение групп дочерей-сверстниц, полученных направленным подбором гомо- и гетерозиготных отцов по генетическим маркерам контролируемых ЕАВ-локусов. Другим аспектом являлось высокое среднеквадратическое отклонение удоев по группе дочерей гомозиготных отцов на 19% против группы гетерозиготных, а среди кроссированного потомства — на 8,6% против внутрилинейных. Предположено, что это происходило за счет интродукции с быками-производителями в стадо новых и редких аллелей.

Ключевые слова: голштинская порода, линии, подбор, гетерозиготность, признаки молочнойности, дочери, матери, изменчивость.

Для цитирования: Попов Н.А. Поиск дополнительной изменчивости в стаде коров голштинской породы. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 70–75. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-70-75>

© Попов Н.А.

Search for additional variability in the herd of Holstein cows

ABSTRACT

Relevance. When breeding a large herd of the Holstein breed, the improvement of traits in the selection system is reflected, the integral basis (part of the basis) of which was belonging to the line. Against the background of a reduction in the number of lines, the selection of a limited number of sires related to each other into the herd, and the breeding of daughters from them by various types of rebreeds, an increase in milk yield and mass fraction of protein (MPF) over three generations is reflected.

Methods. The indices of the genetic value of sires in the population were evaluated according to the author's method, while taking into account the indicators of mothers and peers of the same herd. Comparison of the levels of variability of milk productivity traits in terms of standard deviations ($\pm\sigma$) in breeding groups.

Results. The relative increase in milk yield per generation for the highest lactations was 8.9–15.4% ($P < 0.001$), and MDL – 1.3–3.2% ($P < 0.01$). A comparison was made of groups of peer-daughters obtained by targeted selection of homo- and heterozygous fathers according to genetic markers of controlled EAB loci. Another aspect was the high standard deviation of milk yields in the group of daughters of homozygous fathers by 19% against the group of heterozygous, and among the crossed offspring – by 8.6% against intraline. It is assumed that this happened due to the introduction of new and rare alleles with sires into the herd.

Key words: Holstein breed, lines, selection, heterozygosity, signs of milk production, daughters, mothers, variability.

For citation: Popov N.A. Search for additional variability in the herd of Holstein cows. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 70–75. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-70-75> (In Russian).

© Popov N.A.

Введение / Introduction

Селекция крупного рогатого скота молочных пород долгое время имеет в основе разведение по принадлежности к линии. Составной частью ее устойчивости является существующий генетический резерв изменчивости, которую выявляли и использовали по характеристикам специфичности и устойчивого наследования потомками фенотипических особенностей родственных групп. Родословные, а также внешние признаки служили критериями отбора ремонтных и основных быков-производителей. Их многообразие отражалось в виде генеалогических схем в индивидуальных племенных карточках.

Сведения о принадлежности к линиям вносят и в другие формы зоотехнического учета, например в ежегодные отчеты, а также их характеристики являются составной частью разделов планов селекционной работы со стадами.

Такая формализованная текущая работа, представляющая действительное положение состояния стада, не вызывала сомнений. Вместе с тем повсеместное распространение искусственного осеменения, использование жестких племенных оценок в воспроизводстве, в том числе с позиции экстерьера, влияние рынка племенной продукции привели к уменьшению состава быков-производителей и сокращению числа генеалогических линий. Это относится и к голштинской породе, притом что численность ее в хозяйствах Российской Федерации увеличивается и достигла 700 000 голов [1–3].

Во главе задач по селекции разводимых молочных пород остаются максимальная реализация показателей признаков молочности родительских форм, выравнивание дочерей-сверстниц в хозяйствах по экстерьеру и живой массе.

На фоне повышенного среднего уровня кормления потомства следует признать, что удовлетворение индивидуальных потребностей телок и коров технологии группового содержания обеспечить не могут. Низкозатратное содержание и стечение условий обеспечивают определенный уровень плановых показателей продуктивности в хозяйстве.

Направленность в целом на сокращение числа быков-производителей наряду с их выведением от высокопродуктивных матерей, чаще происходящих из других линий, а также «широкомасштабное» использование их в кроссах и внутрилинейных спариваниях в течение многих поколений неумолимо привели к образованию относительно однородных популяций скота.

Наши современники осуществляют поиск и обнаруживают [4, 5] лишь незначительную генетическую и фенотипическую изменчивость среди дочерей-сверстниц родственно близких линий. Поэтому возникают сомнения в целесообразности ведения линий по традиционным формам, в надежности вышеотмеченной основы совершенствования и обеспечения прогресса признаков и конкурентоспособности племенного поголовья в породе.

Задачи исследований — сравнение в стаде голштинской породы по признакам молочной продуктивности материнского и дочернего поколений, определение доли сохранившейся изменчивости для подбора и реализации возможностей селекционных групп маток.

Материал и методы исследования / Materials and method

Научно-хозяйственный эксперимент проведен на молочных коровах голштинской породы в системе разведе-

дения стада ФГУП «Пойма» Московской области, где с использованием генетических маркеров сформирована база данных (по карточкам 2-МОЛ) на коров-первотелок ($n = 777$), закончивших первую лактацию в 2019–2020 гг. и их матерей.

В наших исследованиях основными являлись две линии, а быки-производители двух других линий уходят «в матки» и ограниченно использовались в подборе как «вспомогательные». Нами были выделены максимальные «высшие» по продуктивности лактации и учтены три ряда предков первотелок, а также показатели матери отца, матери отца матери.

Индексы генетической ценности быков-производителей в популяции исследовали по авторской методике [6], при этом учитывали показатели матерей и сверстниц одного стада.

Массовую долю жира (МДЖ) в молоке определяли согласно ГОСТу Р ИСО 2446, массовую долю белка (МДБ) — ГОСТу 23327.

Все первотелки стада происходили от гомо- и гетерозиготных по EAB-локусу быков-производителей, по формам генов которого велся контроль генетической изменчивости в стаде. Какого-либо приоритета в отборе и подборе гомо- и гетерозиготных быков-производителей не осуществляли [7, 8]. Прогноз показателей по высшей лактации проводился по 198 коровам-сверстницам после второго отела, на 100 дней лактации, уровня раздоя в стаде от III к V лактации.

Сравнение уровней изменчивости признаков молочной продуктивности проводили по величинам среднеквадратических отклонений ($\pm\sigma$) в селекционных группах. Статистический анализ предусматривал расчет среднего значения признака ($\bar{X}$) и его стандартной ошибки (S_x), выполнен при помощи пакета программы Versia. Значимость различий была установлена на уровне $p < 0,05$, $P \leq 0,01$ и $P \leq 0,001$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Выполнение параметров программ селекции по отбору маток быков-производителей из племенных предприятий привело к формированию структуры поголовья с показателями, указанными в таблице 1 и на рисунках 1, 2.

Распространение получили основные линии быков В. Айдиала 1013415 и Р. Соверинга 1989989 и две вспомогательные с долей поголовья в стаде 11,3%, которые были сформированы от отдаленных по родству быков-производителей. Их привлечение в стадо вызывалось необходимостью из-за ограниченности состава поголовья ветвей линий голштинской породы и выведения быков, чаще в кроссах тех же основных линий конкретного хозяйства.

Это свидетельствует о проблемах, ранее не свойственных поголовью голштинской породы Центрального региона РФ [9–11].

По всем линиям коров-первотелок стада достигнут прогресс удоя и массовой доли белка (МДБ) в молоке, что соответствовало действующему вектору tandemной селекции. Показатели матерей отцов матерей (МОМ) и матерей отцов (МО) превосходили среднестатистические аналоги по коровам предшествующих генераций за лучшие по продуктивности лактации. Частичное использование быков-производителей отечественной селекции повлияло на уровень данных МО (рис. 2). В предшествующих трех поколениях относительный рост удою коров составлял 8,9–15,4% ($P < 0,001$), а МДБ — 1,3–3,2% ($P < 0,01–0,001$).

Таблица 1. Молочная продуктивность и другие показатели коров-первотелок и их матерей по линиям

Table 1. Milk production and other indicators first-calf heifers and their mothers along the lines

Показатели	Основные линии		Вспомогательные линии	
	В. Айдиала 1013415	Р. Соверинга 198998	М. Чифтейна 95679	П. Говернера 882933
Поголовье дочерей, гол.	426	263	41	47
Удой матерей за 305 дней I лактации, кг	7050 ± 122,5	6861 ± 118,1	7469 ± 124,6	7636 ± 118,2
МДЖ в молоке матерей, %	4,09 ± 0,014	4,08 ± 0,013	4,05 ± 0,016	4,05 ± 0,011
МДБ в молоке матерей, %	3,18 ± 0,007	3,18 ± 0,007	3,14 ± 0,009	3,20 ± 0,005
Живая масса в 6 мес., кг	175 ± 10,6	171 ± 11,6	172 ± 11,1	177 ± 8,4
Возраст 1-го осеменения, мес.	17,9 ± 1,72	18,6 ± 2,04	19,0 ± 2,03	17,3 ± 1,65
Живая масса при 1-м осеменении, кг	404 ± 23,5	408 ± 22,5	416 ± 23,4	403 ± 19,7
Удой первотелок за 305 дней лактации, кг	8142 ± 108,7	8288 ± 103,1	8367 ± 89,8	7930 ± 94,8
МДЖ в молоке дочерей, %	3,91 ± 0,017	3,95 ± 0,015	3,95 ± 0,011	3,87 ± 0,020
МДБ в молоке дочерей, %	3,27 ± 0,010	3,27 ± 0,069	3,23 ± 0,007	3,31 ± 0,010
Сервис-период после 1-го отела, дн.	126 ± 53,9	126 ± 54,9	139 ± 52,4	120 ± 61,9
Живая масса в I лактацию, кг	563 ± 8,2	564 ± 7,0	564 ± 7,8	567 ± 5,6
Разница «дочь — мать»				
по удою, кг	+1092***	+1427***	+898***	+294*
по МДЖ, %	-0,18***	-0,13***	-0,10***	-0,18***
по МДБ, %	+0,09***	+0,11***	+0,09**	+0,11***

Примечание: * — $P \leq 0,05$; ** — $P \leq 0,01$; *** — $P \leq 0,001$.

Живая масса молодняка в шесть месяцев жизни, при первом плодотворном осеменении и после первого отела свидетельствовала о достаточном развитии и акклиматизации животных некоторых генотипов в условиях летнего лагерного содержания и использования пастбищ.

Значительных различий между поголовьем основных линий по признакам молочности нет. Вместе с тем отнительно матерей средние величины прибавок раз-

нятся. Наивысшими они оказались по дочерям линии быка Р. Соверинга 198998: на +1427 кг — молока, на +0,11% — МДБ. Это явилось результатом направленного индивидуального подбора с задачей уравнивания показателей у дочерей на новом уровне, так как требования по отбору быков-производителей между представителями линий не отличались.

Одновременно планомерно решалась одна из стратегических задач — создание фенотипической однородности в многочисленном стаде коров ($n = 2850$), и она неуклонно контролировалась и решалась.

В системе разведения и при подборе быков-производителей к маткам отдельных линий стада различий также не проводили. Сформированный аллелофонд, паспорт стада [12, 13] с равнозначными закономерностями реагировал показателями потомков на его изменение, в том числе на интродукцию новых форм генов-аллелей с быками-производителями. При этом основными рычагами управления у селекционеров являлись: генеалогическая структура стада; «вес» признака, величину которого определяли коллегиально в зависимости от целесообразности его совершенствования на этапах работы со стадом; беспрепятственная возможность более интенсивного использования конкретного быка-производителя.

Акцентируем внимание на двух факторах, связанных с подбором по видам родства, гомо- и гетерозиготных по ЕАВ-локусу быков-производителей, использованных и относящихся к линии Р. Соверинга 198998 (табл. 2).

В одной из основных линий не обнаружены достоверные различия по живой массе и признакам молочности среди дочерей, выведенных с использованием быков гомо- и гетерозиготных генотипов контролируемых локусов. Но по одному из главных (МДБ в молоке) дочери гомозиготных отцов имели преимущество на 0,07%

Рис. 1. Динамика уровня удоев за 305 дней по высшей лактации в родословных коров-первотелок (дочерей) (удой дочерей выведен по прогнозу)

Fig. 1. Dynamics of the level of milk yield for 305 days according to the highest lactation in the pedigrees of first-calf heifers (daughters) (the milk yield of daughters is derived according to the forecast)

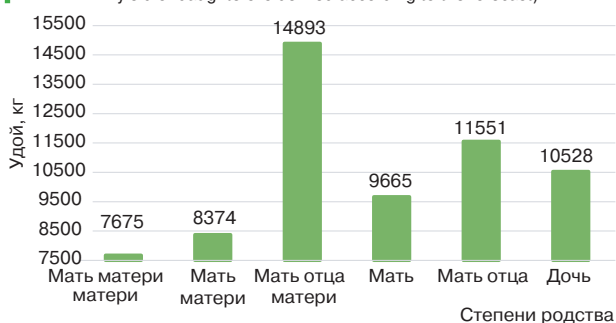
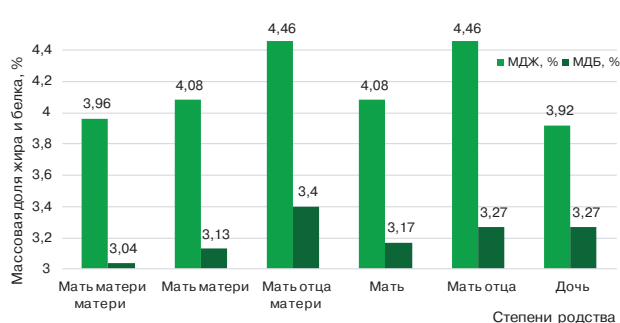


Рис. 2. Динамика массовой доли жира и массовая доля белка в молоке у предков коров-первотелок, %

Fig. 2. Dynamics of the mass fraction of fat and mass fraction of protein in milk in the ancestors of first-calf heifers, %



($P < 0,001$) и на 0,04% ($P < 0,01$) в сравнении с дочерями, выведенными при кроссе линий.

Показано весьма внушительное превосходство во всех группах дочерей над матерями по удою и МДБ: по группе гетерозиготных отцов — на 1740 кг ($P < 0,001$), при внутрилинейных подборках — на 1670 кг ($P < 0,001$) молока. Примечательно, что величины среднеквадратических отклонений по удою оказались выше в группе дочерей гомозиготных отцов (1492 кг) против гетерозиготных (1217 кг), то есть на 19%. Тот же вектор величины изменчивости наблюдался при кроссе линий против внутрилинейного подбора: 1058 кг 967, то есть на 8,6% молока.

Таким образом, использование гетерозиготных быков-производителей, равно как и внутрилинейный подбор по линии быка Р. Соверинга 198998, более консолидировал группы потомков по этому признаку [14, 15].

Аналогичная характеристика групп дочерей в стаде была дана и по другим линиям. Величины живой массы при первом осеменении соответствовали значениям показателей их возраста по периодам выращивания, но оказывались равными после первого отела.

Селекция признаков с участием матерей отцов, несущих в генотипах доминантные аллели, продолжалась, их гетерозиготные сыновья при внутрилинейных подборках с аналогичными матками (согласно паспортам стад) распространяли близкий и по частотам уже существующий спектр аллелей.

Доминантные аллели в группах гомозиготных отцов увеличивают индивидуальную гетерозиготность, особенно в сочетаниях с неродственными матками при кроссах [16, 17]. Этим достигалось относительное выравнивание количественных признаков дочерей, ассоциированных с генетическими маркерами. Так, у различающихся матерей по группам в удое за 305 дней первой лактации на 366 кг ($P < 0,05$) и 356 кг ($P < 0,05$) молока, а по МДЖ — на 0,02% и 0,03%, то есть произошло уравнивание показателей в дочернем поколении.

В зависимости от «веса» признака по Программе селекции приоритетными могли бы оказаться, например, признаки, сгруппированные и «отвечающие» за репродуктивные качества либо экстерьер, качество молока и др. [14, 18]. Их совершенствование при тандемной селекции может продолжаться не одно поколение. Поэтому мониторинг показателей у дочерей и всеобъемлющая характеристика племенных качеств быков-производителей в масштабах популяции весьма значимы.

Таблица 2. Молочная продуктивность дочерей-первотелок, выведенных от гомо- и гетерозиготных быков-производителей при кроссах и внутрилинейных подборках и их матерей

Table 2. Milk productivity of first-calf daughters bred from homo- and heterozygous sires in crosses and intraline selections and their mothers

Показатели	Выведены от отцов		Выведены от подборов	
	гетерозиготных	гомозиготных	кросс	внутрилинейный подбор
Поголовье дочерей, гол.	120	136	176	78
Удой матерей за 305 дней I лактации, кг	6664 ± 102,9	7030* ± 130,4	6976 ± 129,6	6620* ± 89,7
МДЖ в молоке матерей, %	4,09 ± 0,014	4,07 ± 0,013	4,07 ± 0,013	4,10 ± 0,014
МДБ в молоке матерей, %	3,15 ± 0,009	3,17 ± 0,006	3,16 ± 0,007	3,16 ± 0,008
Живая масса в 6 мес., кг	173 ± 12,2	170 ± 11,2	170 ± 11,9	173 ± 10,6
Возраст 1-го осеменения, мес.	18,8 ± 1,98	18,5 ± 2,06	18,7 ± 2,09	18,4 ± 1,89
Живая масса при 1-м осеменении, кг	411 ± 23,3	406 ± 21,8	408 ± 23,3	407 ± 20,7
Удой дочерей за 305 дней I лактации, кг	8374 ± 91,6	8213 ± 113,8	8288 ± 105,9	8290 ± 96,7
Среднеквадратическое отклонение (σ) по удою, кг	1217	1492	1058	967
МДЖ в молоке дочерей, %	3,95 ± 0,016	3,95 ± 0,015	3,95 ± 0,015	3,95 ± 0,015
Среднеквадратическое отклонение (σ) по МДЖ, %	0,219	0,203	0,213	0,200
МДБ в молоке дочерей, %	3,24 ± 0,009	3,31*** ± 0,009	3,28** ± 0,010	3,27 ± 0,009
Среднеквадратическое отклонение (σ) по МДБ, %	0,119	0,118	0,123	0,120
Живая масса в I лактацию, кг	566 ± 6,54	563 ± 7,59	564 ± 6,6	564 ± 8,0
Среднеквадратическое отклонение (σ) по живой массе, кг	12,6	11,7	11,2	14,3
Сервис-период после 1-го отела, дней	120 ± 50,0	132 ± 57,5	131 ± 57,3	116 ± 48,3
Разница «дочь — мать»				
по удою, кг	+1740***	+1183***	+1321***	+1670***
по МДЖ, %	-0,14***	-0,12***	-0,12***	-0,15***
по МДБ, %	+0,06***	+0,14***	+0,12***	+0,11***

Примечание: * — $P \leq 0,05$; ** — $P \leq 0,01$; *** — $P \leq 0,001$.

Проведенный анализ свидетельствует о том, что на темп совершенствования признаков в стаде влияют гомо- и гетерозиготные по контролируемым генетическим маркерам быки-производители. Он может различаться в силу их препотентности и уровней проявления признаков селекции отдельных родительских форм [19, 20].

Выводы / Conclusion

1) Сравнение дочерей-первотелок голштинской породы племенного стада основных линий не выявило значительных различий между ними по показателям

живой массы и молочной продуктивности. За три поколения средний удой коров по высшим лактациям увеличился с 7675 до 10 528 кг молока, а МДБ в молоке — на 0,23%.

2) Средняя прибавка по удою «дочь — мать» линии быка Р. Соверинга 198998 по первой лактации составила +1427 кг ($P < 0,001$) молока, по МДБ — +0,11% ($P < 0,001$); в линии В. Айдиала 1013415 — +1092 кг ($P < 0,001$) и 0,09% ($P < 0,001$) при снижении уровня МДЖ в молоке, соответственно, по линиям на 0,13% ($P < 0,001$) и 0,18% ($P < 0,001$).

3) Использование гомо- и гетерозиготных быков-производителей в кроссах и внутрилинейных подборах привело к разности «дочери — матери» по удою и МДБ: с участием гетерозиготных увеличивалась до 1740 кг ($P < 0,001$) и 0,06% ($P < 0,001$) — в кроссах; при внутрилинейном подборе всех быков — на +1670 кг ($P < 0,001$) молока и 0,11% ($P < 0,001$) — МДБ. Уровень изменчивости признаков молочности у дочерей гомозиготных быков в кроссах линий увеличивался до 19,0%, а при внутрилинейных подборах — на 8,6%.

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.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования проведены в соответствии с государственным заданием. Тема АААА-А-18-118021590129-9

FUNDING

The research was carried out in accordance with the state task. Subject АААА-А-18-118021590129-9

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kharlap S.Yu., Rebezov M.B., Gritsenko S.A., Safronov S.L., Bobyleva I.V., Zhuravel V.V. Dynamics of reproductive qualities of cows depending on the productive longevity. *Agrarian science*. 2022; 1(7-8): 93–97 <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-93-97>
2. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2020 г.). М.: ФГБНУ ВНИИ-Плем. 2021; 266.
3. Жаров И.Н. и др. Элитная генетика АО «Московское» по племенной работе. 4-е издание, переработанное и дополненное. М.: АО «Московское» по племенной работе. 2021; 144.
4. Сакса Е.И. Эффективность использования быков, оцененных разными методами при совершенствовании высокопродуктивных стад. *Молочное и мясное скотоводство*. 2018; 1: 5–9.
5. Чернушенко В.К. Гуркович К.А. Анализ иммуногенетического сходства в линиях животных сычевской и швицкой пород в связи с продуктивностью. *Генетические исследования в селекции животных. Бюллетень научных работ ВИЖ*. Дубровицы, 1982; 65: 52–54.
6. Попов Н.А., Некрасов А.А., Федотова Е.Г., Иванов В.А., Сидорова В.Ю. Методические указания по оценке реализации признаков роста, развития и молочной продуктивности у потомков быков-производителей голштинской породы. *Дубровицы: ООО «МУП Инфосервис»*. 2019; 80.
7. Попов Н.А., Марзанова Л.К., Сидорова В.Ю. Методические рекомендации. Оптимизация подбора в стадах молочного крупного рогатого скота. Дубровицы: *ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии*. 2008; 48.
8. Прудов А.И., Аджибеков К.К., Мицура А.М. Создание нового высокопродуктивного черно-пестрого скота в Среднем Поволжье. *Зоотехния*. 1988; 11: 16–18.
9. Татуева О.В., Кольцов Д.Н. Влияние инбридинга на продолжительность продуктивного использования коров голштинской породы. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2022; 6: 81–88.
10. Родина Н.Д., Симоненкова А. П., Демина Е.Н., Сергеева Е.Ю. Скрещивание черно-пестрой породы коров как способ улучшения технологических характеристик молока-сырья. *Ползуновский вестник*. 2022; 1: 47–54. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2022.01.006>
10. Шушпанова К.А., Татаркина Н.И. Продуктивность коров голштинской породы. *Вестник Курганской ГСХА*. 2020; 2: 44–47.
12. Сангаева А.В., Скларская Т.В. Молочная продуктивность и воспроизводительные качества коров разного возраста. *Сельскохозяйственные науки : ветеринария и зоотехния*. 2019; 57: 71–79. <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2019-14071>
13. Гончарова Л.Н. Молочная продуктивность и воспроизводительная способность голштинизированных коров черно-пестрой породы в зависимости от линейного происхождения. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017; 4(150): 91–95.

REFERENCES

1. Kharlap S.Yu., Rebezov M.B., Gritsenko S.A., Safronov S.L., Bobyleva I.V., Zhuravel V.V. Dynamics of reproductive qualities of cows depending on the productive longevity. *Agrarian science*. 2022; 1(7-8): 93–97 <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-93-97>
2. Yearbook on breeding work in dairy cattle breeding in the farms of the Russian Federation. 2020). М.: *Tribal Affairs VNI*. 2021; 266 (In Russian).
3. Zharov I.N. et al. Elite genetics of JSC «Moskovskoe» for breeding work. 4th edition, revised and supplemented. М.: JSC «Moskovskoe» on breeding work. 2021; 144.
4. Saksa E.I. Efficiency of using bulls evaluated by various methods in improving highly productive herds. *Dairy and beef cattle breeding*. 2018; 1: 5–9 (In Russian).
5. Chernushenko V.K. Gurkovich K.A. Analysis of immunogenetic similarity in animal lines of Sychevskaya and Shvitskaya breeds in connection with productivity. Genetic research in animal breeding. *Bulletin of scientific works of VIZ*. Dubrovitsy, 1982; 65: 52–54 (In Russian).
6. Popov N.A., Nekrasov A.A., Fedotova E.G., Ivanov V.A., Sidorova V.Yu. Methodological guidelines for assessing the implementation of signs of growth, development and milk productivity in the descendants of bulls-producers of the Holstein breed. *Dubrovitsy: LLC «CBM Infoservice»*. 2019; 80 (In Russian).
7. Popov N.A., Marzanova L.K., Sidorova V.Yu. Methodological recommendations. Optimization of selection in herds of dairy cattle. *Dubrovitsy: Wildebeest of the Russian Agricultural Academy*. 2008; 48 (In Russian).
8. Prudov A.I., Adzhibekov K.K., Mitsura A.M. Creation of new highly productive black-and-white cattle in the Middle Volga region. *Zootchnics*. 1988; 11: 16–18 (In Russian).
9. Tatueva O.V., Koltsov D.N. Influence of inbreeding on the duration of the productive use of Holstein cows. *Bulletin of Russian agricultural science*. 2022; 6: 81–88 (In Russian).
10. Rodina N.D., Simonenkova A. P., Demina E.N., Sergeeva E.Y. Crossing of a black-and-white breed of cows as a way to improve the technological characteristics of raw milk. *Polzunovsky Bulletin*. 2022; 1: 47–54. (In Russian). <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2022.01.006>
11. Shushpanova K.A., Tatarkina N.I. Productivity of Holstein cows. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 2020; 2: 44–47 (In Russian).
12. Sangaeve A.V., Sklyarskaya T.V. Milk productivity and reproductive qualities of cows of different ages. *Agricultural sciences : veterinary and animal science*. 2019; 57: 71–79 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2019-14071>
13. Goncharova L.N. Milk productivity and reproductive capacity of Holstein cows of black-and-white breed depending on linear origin. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2017; 4(150): 91–95 (In Russian).

14. Гарковенко А.В. Кошаев А.Г. Мониторинг аллельного разнообразия по основным генам наследуемых заболеваний и маркеров продуктивности голштинизированного. *Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2016 г. М., 2017; 169–170.*

15. Свяженкина М.А. Влияние голштинизации на селекционно-генетические показатели крупного рогатого скота черно-пестрой породы. *Агро-ЭкоИнфо.* 2018; 4(34): 38.

16. Охалкин С.К. Значение показателя уровня гетерозиготности в проявлении некоторых хозяйственно полезных признаков коров. *Доклады ВАСХНИЛ.* 1988; 1: 30–31.

17. Самусенко Л.Д. Генеалогическая принадлежность коров как фактор увеличения продуктивного долголетия. *Биология в сельском хозяйстве.* 2015; 2: 43–46.

18. Юмагузин И.Ф., Аминова А.Л., Седых Т.А. Продуктивное долголетие и пожизненная продуктивность дочерей голштинских быков-производителей с разными вариантами генотипа К-казеина. *Аграрная наука.* 2022; 1: 60–63. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-60-63>

19. Карымсаков Т.Н., Баймуханов Д.А. Системный подход к оценке быков-производителей по качеству потомства с использованием информационных технологий. *Аграрная наука.* 2020; 7-8: 39–43. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-39-43>

20. Trakovická A., Moravčíková N., Kasarda R. Genetic polymorphisms of leptin and leptin receptor genes in relation with production and reproduction traits in cattle. *Acta Biochim Pol.* 2013; 60(4): 783–787.

14. Gorkovenko A.V. Koshchaev A.G. Monitoring of allelic diversity by the main genes of inherited diseases and markers of holstein productivity. *Scientific support of the agro-industrial complex. Collection of articles based on the materials of the 72nd scientific and practical conference of teachers on the results of research for 2016.* Moscow, 2017; 169–170 (In Russian).

15. Svyazhenina M.A. The influence of Holstein on the breeding and genetic indicators of black-and-white cattle. *AgroEcolInfo.* 2018; 4(34): 38 (In Russian).

16. Okhapkin S.K. The value of the indicator of the level of heterozygosity in the manifestation of some economically useful signs of cows. *Reports of VASHNIL.* 1988; 1: 30–31 (In Russian).

17. Samusenko L.D. Genealogical affiliation of cows as a factor of increasing productive longevity. *Biology in agriculture.* 2015; 2: 43–46 (In Russian).

18. Yumaguzin I.F., Aminova A.L., Sedykh T.A. Productive longevity and lifelong productivity of daughters of Holstein bulls with different variants of the κ -casein genotype. *Agrarian science.* 2022; 1: 60–63 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-60-63>

19. Karymsakov T.N., Baimukanov D.A. Systematic approach to evaluation of sires progeny using information technology. *Agrarian science.* 2020;(7-8):39-43. (In Russian)/ <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-39-43>

20. Trakovická A., Moravčíková N., Kasarda R. Genetic polymorphisms of leptin genes and leptin receptors in connection with production and reproductive traits in cattle. *Acta Biochim Pol.* 2013; 60(4): 783–787.

ОБ АВТОРЕ:

Николай Александрович Попов,
доктор биологических наук, профессор,
Федеральный исследовательский центр животноводства –
ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Москов-
ская обл., 142132, Российская Федерация
E-mail: genetic-pna@yandex.ru

ABOUT THE AUTHOR:

Nikolai Alexandrovich Popov,
Doctor of Biological Sciences, Professor,
Federal Research Center for Animal Husbandry named after
Academy Member L.K. Ernst, 60, Dubrovitsy, Moscow region,
142132, Russian Federation
E-mail: genetic-pna@yandex.ru



Би масса

топливо и энергия

Конгресс & экспо

12-13 апреля 2023

Отель «Холидей Инн Лесная»

Москва

Темы конгресса:

- Состояние отрасли: развитие технологий и рынка биотоплив
- Производство пищевого и технического спирта: тонкости технологии, реконструкция заводов, новые виды сырья
- Топливный биоэтанол, бутанол и другие транспортные биотоплива
- Пиролиз и газификация: бионефть и сингаз.
- Биодизель, биокеросин и растительные масла как топливо
- Твердые биотоплива: пеллеты, брикеты, щепа
- Другие вопросы биотопливной отрасли

+7 (495) 585-5167

info@biotoplivo.ru

www.biotoplivo.com

УДК 633.11:633-1/-2

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81

С.В. Резвякова¹, ✉
В.Н. Титов²,
С.Ю. Данилов^{1,2},
О.А. Конеева¹,
В.А. Зайцев²

¹ Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орел, Российская Федерация

² АО «Щелково Агрохим», Орел, Российская Федерация

✉ ore@betaren.ru

Поступила в редакцию:
05.12.2022

Одобрена после рецензирования:
30.12.2022

Принята к публикации:
31.01.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81

Svetlana V. Rezvyakova¹, ✉
Viktor N. Titov²,
Sergey Y. Danilov^{1,2},
Oksana A. Koneeva¹,
Vladimir A. Zaitsev²

¹ N.V. Parakhin Orel State Agrarian University, Orel, Russian Federation

² JSC "Shchelkovo Agrokhim", Orel, Russian Federation

✉ ore@betaren.ru

Received by the editorial office:
05.12.2022

Accepted in revised:
30.12.2022

Accepted for publication:
31.01.2023

Урожайность и качество зерна новых сортов озимой пшеницы в условиях Орловской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Озимая пшеница является одной из основных зерновых продовольственных культур. Внедрение новых высокопродуктивных сортов и интенсивной «технологии высоких урожаев» направлено на получение качественного зерна не ниже 3-го класса, которое отличается высокими хлебопекарными качествами.

Методы. Производственный опыт проводился в 2019–2021 гг. в Орловском районе Орловской области. Съемку опытного поля проводили с помощью платформы для точного земледелия OneSoil. Измерения индекса содержания хлорофилла — с помощью прибора N-тестер Yara. Учеты и наблюдения — по Методике государственного испытания сельскохозяйственных культур (1985). Пробы озимой пшеницы для исследования отбирали по ГОСТу 12036-85. Количество клейковины определяли по ГОСТу Р 54478-2011. Массу 1000 семян — по ГОСТу 10842-89, массовую долю белка — по ГОСТу 10846-91. Влажность зерна — по ГОСТу 13586.5-93. Статистическую обработку выполнили по Б.А. Доспехову (1985) с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel.

Результаты. Установлено, что измерение индекса содержания хлорофилла в период вегетации позволяет контролировать содержание нитратного азота в растении и своевременно проводить подкормки азотными удобрениями научно обоснованными нормами. Доказано, что новые сорта озимой пшеницы Аист и Леонида при возделывании по «интенсивной технологии высоких урожаев» обеспечивают урожайность зерна высокого качества более 10 т/га. По содержанию клейковины зерно обоих сортов относится к 3-му классу, по содержанию белка — к 2-му классу, что свидетельствует о его высоких хлебопекарных качествах.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорта, технология возделывания, урожайность, качество зерна.

Для цитирования: Резвякова С.В., Титов В.Н., Данилов С.Ю., Конеева О.А., Зайцев В.А. Урожайность и качество зерна новых сортов озимой пшеницы в условиях Орловской области. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 76–81. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81>

© Резвякова С.В., Титов В.Н., Данилов С.Ю., Конеева О.А., Зайцев В.А.

Grain yield and quality of new winter wheat varieties in the Orel region

ABSTRACT

Relevance. Winter wheat is one of the main food crops. The introduction of new high-yield varieties and intensive 'high-yield technology' aims to produce high-quality grain of grade 3 or higher, which has high baking qualities.

Methods. The production experiment was conducted out in 2019–2021 in Oryol district of Oryol region. The experimental field was surveyed using the OneSoil precision farming platform. The chlorophyll index was measured using a Yara N-tester. The counts and observations were made according to the Methodology for State Crop Testing (1985). Samples of winter wheat were taken in accordance with GOST 12036-85. Gluten content was determined according to GOST R 54478-2011, weight of 1000 seeds — according to GOST 10842-89, mass fraction of protein — according to GOST 10846-91. Grain moisture content — according to GOST 13586.5-93. Statistical processing was performed according to B.A. Dospikhov (1985) using Microsoft Office Excel computer program.

Results. It was found that measuring the chlorophyll index during the growing season allows you to monitor the nitrate nitrogen content in the plant and timely nitrogen fertiliser application at scientifically justified rates. The new winter wheat varieties Stork and Leonida, when cultivated using 'intensive high yield technology', have been shown to provide high quality grain yields of more than 10 t/ha. In terms of gluten content, the grains of both varieties belong to the third class and in terms of protein content to the second class, which indicates their high baking qualities.

Key words: winter wheat, varieties, cultivation technology, yield, grain quality.

For citation: Rezvyakova S.V., Titov V.N., Danilov S.Y., Koneeva O.A., Zaitsev V.A. Grain yield and quality of new winter wheat varieties in the Orel region. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 76–81. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81> (In Russian).

© Rezvyakova S.V., Titov V.N., Danilov S.Y., Koneeva O.A., Zaitsev V.A.

Введение / Introduction

Озимая пшеница является одной из основных зерновых колосовых культур в мире и России. По данным ФГБУ «Центр оценки качества зерна» Россельхознадзор в 2021 году валовой сбор зерна пшеницы в нашей стране составил 76 млн т. Мягкой пшеницы собрано 47,2 млн т или 62% от валового сбора. Однако по качеству зерно 3-го класса составило всего 46,8% от общего сбора мягкой пшеницы [1]. Повысить хлебопекарные качества зерна можно за счет интенсификации технологии возделывания, что предполагает проведение комплекса мероприятий от подготовки почвы и семян к посеву, припосевного внесения минеральных удобрений до управления вегетацией по фенологическим фазам [2–5]. Внедрение в производство новых сортов интенсивного типа с генетическим потенциалом продуктивности более 10 т/га требует значительных капиталовложений на обеспечение оптимального водного и пищевого режимов, защиту от вредных факторов, таких как вредители, болезни, сорные растения, зимне-весенние морозы и оттепели, летние жара и засуха [6–9].

Известно, что азотные удобрения позволяют повысить не только урожайность, но и качество зерна [10–12]. В научной литературе высказывается мнение, что увеличение урожайности зачастую приводит к ухудшению качества зерна [13]. Это связано с возделыванием новых сортов интенсивного типа по традиционным технологиям [14–16]. Определить своевременность подкормок и оценить потребность растений в азоте помогают современные цифровые технологии [17–19]. Содержание хлорофилла коррелирует с обеспеченностью растений азотом. В связи с этим разработаны инновационные методы, основанные на определении вегетационных индексов, что позволяет управлять состоянием посевов и получать запланированную урожайность [20–23].

Целью исследований является возделывание новых сортов озимой пшеницы интенсивного типа Аист и Леонида по «технологии высоких урожаев» с получением не менее 10 т/га зерна высокого качества.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Производственный опыт проводился в 2019–2021 гг. на земельном участке площадью 51,4 га, который расположен в Орловском районе Орловской области. Экс-

позиция — склон юго-восточный, крутизна 1,14°. Высота над уровнем моря — 232 метра. Характер рельефа и продуктивность опытного участка представлены на рисунке 1.

Почвы участка — серые лесные. Механический состав — средний суглинок. Кислотность 4,6–5,0, содержание гумуса — 4–6%, P_2O_5 — 2,6 мг/100 г почвы, K_2O — 5,3 мг/100 г почвы. Предшественник — яровой ячмень. Убран зерноуборочным комбайном с измельчителем соломы. Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы составляет 230–250 мм. Подготовка почвы проведена дисковым LEMKEN в два следа с интервалом 10 дней на глубину 11–12 см и 6–8 см соответственно.

За вегетационные периоды сумма осадков составила 212–230 мм (92–96% от среднегодовых значений), сумма активных температур — 1991–1999 °С.

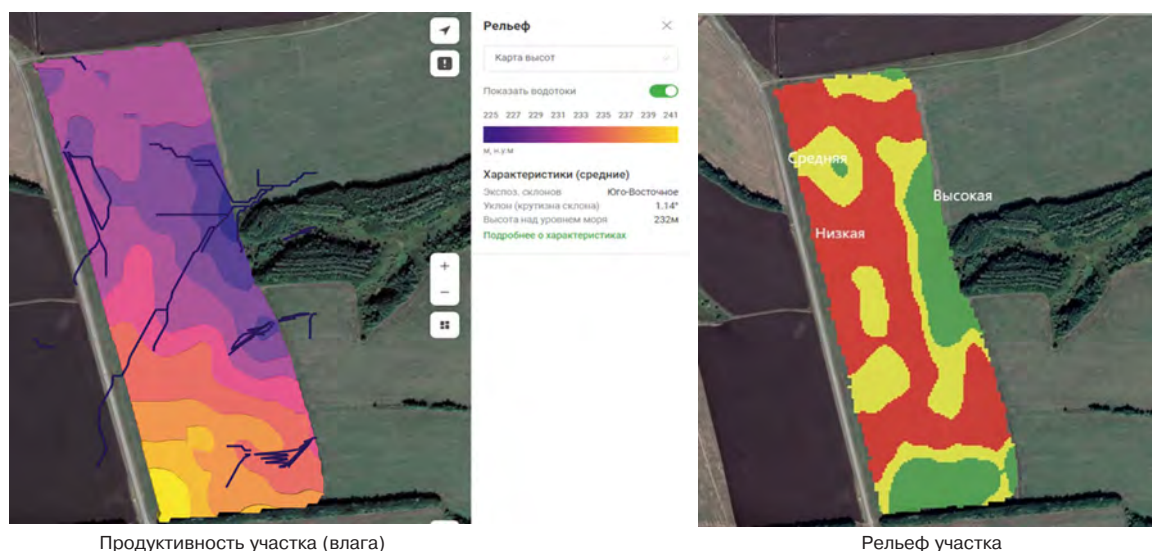
Объектами исследований послужили два новых сорта озимой мягкой пшеницы — Аист и Леонида. Сорт Аист отличается высокой стабильной урожайностью в сочетании с устойчивостью к полеганию, поражению болезнями и высоким содержанием клейковины. Среднепоздний, с продолжительностью вегетационного периода 295–307 суток. Максимальная урожайность в Госсортоиспытании в 2017 г. составила 105,4 ц/га (Курская обл.) и 91,2 ц/га (Орловская обл.).

Сорт Леонида — среднеспелый, вегетационный период 290–300 суток. Сорт интенсивного типа, отличается высокой пластичностью, стабильной урожайностью в сочетании с зимостойкостью, засухоустойчивостью, устойчивостью к полеганию и осыпанию зерна при перестое. Максимальная урожайность в Государственном испытании в 2016 г. — 107 ц/га (Курская обл., Щигровский ГСУ).

Сев проводили в конце II-й декады сентября сеялкой VADERSTAD Spirit 9000 S с шириной захвата 9 м, нормой высева 5,1 млн шт./га на глубину 4–5 см, междурядья — 12,5 см.

Балансовым методом рассчитывали потребность минеральных удобрений на запланированную урожайность. На получение 100 ц/га зерна озимой пшеницы вносили: N — 276,0 кг/га д.в., P_2O_5 — 104,5 кг/га д.в., K_2O — 135,0 кг/га д.в. в виде сложных удобрений АРАВИВА NPK(S) 5:15:30(5) ООО «ФосАгро-Орёл». По 450 кг/га вносили разбрасывателем минеральных удобрений AMAZONEZA-M 1500 перед посевом под предпосевную культивацию. Аммиачную селитру NITRIVAN 34,4 вно-

Рис. 1. Характеристика рельефа и продуктивность опытного участка
Fig. 1. Characteristics of the topography and productivity of the experimental plot



сили весной в I декаде апреля по мерзлоталой почве ранним утром. В конце II декады мая в виде подкормки вносили еще по 150 кг/га аммиачной селитры. По вегетации в начале мая опрыскивателем вносили жидкое фосфорное удобрение Araliqua ЖКУ (11:37) из расчета 100 кг/га д.в.

Проводили подкормку карбамидом в II декаду июня в фазу выхода в трубку. Вносили 100 кг/га с помощью разбрасывателя удобрений AMAZONEZA-M 1500. Убирали урожай зерноуборочным комбайном АКРОС 585 с рабочей скоростью 1,3 км/ч.

Съемку опытного поля проводили с помощью платформы для точного земледелия OneSoil, которая помогает эффективно управлять посевами. Измерения индекса содержания хлорофилла — с помощью прибора N-тестер производства Yara (Норвегия). Учеты и наблюдения — по Методике государственного испытания сельскохозяйственных культур (1985). Пробы озимой пшеницы для исследования отбирали по ГОСТ 12036-85. Количество клейковины определяли по ГОСТ Р 54478-2011. Массу 1000 семян — по ГОСТ 10842-89, массовую долю белка — по ГОСТ 10846-91. Влажность зерна — по ГОСТ 13586.5-2015. Статистическую обработку выполнили по Б.А. Доспехову (1985) с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel.

Результаты и обсуждения / Results and discussion

Наблюдения показали, что в осенний период развитие обоих сортов озимой пшеницы проходило одинаково (табл. 1). Фенологические фазы сортов озимой пшеницы на примере вегетационного сезона 2020/21 г. представлены в таблице 1.

Несмотря на поздний срок сева, кущение озимой пшеницы началось с осени, так как длительное время была теплая и влажная погода. Вследствие того, что озимая пшеница была размещена по яровому ячменю, с осени посевы были сильно засорены всходами ячменя. Наблюдалось неравномерное кущение из-за неравномерного распределения соломы после уборки. Общий вид опытного поля озимой пшеницы на основе оценки вегетационного индекса NDVI перед уходом в зиму представлен на рисунке 2.

Нормализованный вегетационный индекс (Normalized difference vegetation index, NDVI) — это числовой показате-

ль качества и количества растительности на участке поля, и рассчитывается по спутниковым снимкам и зависит от того, как растения отражают и поглощают световые волны разной длины. Красный и коричневатый цвет соответствует значению вегетационного индекса 0,15–0,18, т.е. растения погибли или отмечены очень слабые всходы (рис. 2). Желтый цвет соответствует значению 0,25 и обозначает, что растения вошли в зимовку на ранней фенологической фазе, до кущения. Зеленоватый оттенок свидетельствует, что растения в хорошем состоянии, ушли на зимовку в фазе кущения, на поздней стадии развития. Значение NDVI составило 0,38–0,44.

Весенняя вегетация озимой пшеницы возобновилась 8 апреля 2021 г. Состояние озимых было удовлетворительное (рис. 3). Количество стеблей — от 498 до 512 шт./м². Начиная с фазы выхода в трубку, выявлено опережающее развитие на 2–4 дня по сорту Леонида по сравнению с сортом Аист.

В начале фазы выхода в трубку (30–32) 20.05.2021 г. перед подкормкой аммиачной селитрой были произведены с помощью N-тестера Yara измерения индекса содержания хлорофилла, величина которого коррелирует с содержанием нитратного азота в растении. Индекс хлорофилла составил по сорту Аист — 601, Леонида — 613, что позволяет получить урожайность 6,5 т/га (рис. 4).

Измерения индекса хлорофилла через девять дней после подкормки аммиачной селитрой в дозе 150 кг/га показали увеличение индекса хлорофилла. Так, на сорте Аист значение данного показателя составило 687 единиц, Леонида — 725 единиц, что по прогнозу позволяет получить урожайность озимой пшеницы до 10,0 т/га [14]. Общее состояние посевов озимой пшеницы сорта Леонида показано на рисунках 5.

После подкормки 8 июня карбамидом через три дня индекс хлорофилла на сорте Аист составил 669 единиц, сорте Леонида — 706 единиц.

В конце I декады июня высота растений обоих сортов варьировала от 75 до 90 см, количество продуктивных стеблей сорта Аист составило 1066 шт./м², сорта Леонида — 1110 шт./м². Индекс кущения сорта Аист отмечен на уровне 2,13, Леонида — 2,21.

Урожайность озимой пшеницы была высокой и составила по сорту Аист 10,34 т/га, по сорту Леонида — 10,05 т/га (табл. 2).

Таблица 1. Даты наступления фенологических фаз озимой пшеницы
Table 1. Dates of winter wheat phenological phases

Фенологическая фаза роста	Сорт	
	Аист	Леонида
Всходы	28.09.2020	28.09.2020
Кущение	28.11.2020	28.11.2020
Весеннее возобновление вегетации	08.04.2021	08.04.2021
Весеннее кущение	10.04.2021	10.04.2021
Выход в трубку	23.05.2021	21.05.2021
Колошение	16.06.2021	12.06.2021
Цветение	23.06.2021	19.06.2021
Молочная спелость	03.07.2021	01.07.2021
Восковая спелость	13.07.2021	10.07.2021
Полная спелость	26.07.2021	23.07.2021

Рис. 2. Общий вид опытного поля озимой пшеницы на основе оценки вегетационного индекса NDVI перед уходом в зиму (аэрофотосъемка)

Fig. 2. General view of a test field of winter wheat based on NDVI vegetation index estimation before going into winter (aerial photography)



Рис. 3. Состояние посевов сорта озимой пшеницы Аист в I декаде апреля 2021 г. Фото автора

Fig. 3. Crop condition of winter wheat variety Stork in the first decade of April 2021. Photo by the author



Рис. 4. Измерение показателей индекса хлорофилла с помощью N-тестера Yara: а — сорт Аист; б — сорт Леонида. 20.06.2021. Фото автора

Fig. 4. Measurement of chlorophyll index with the Yara N-tester: а — Aist variety; б — Leonida variety. 20.06.2021. Photo by the author

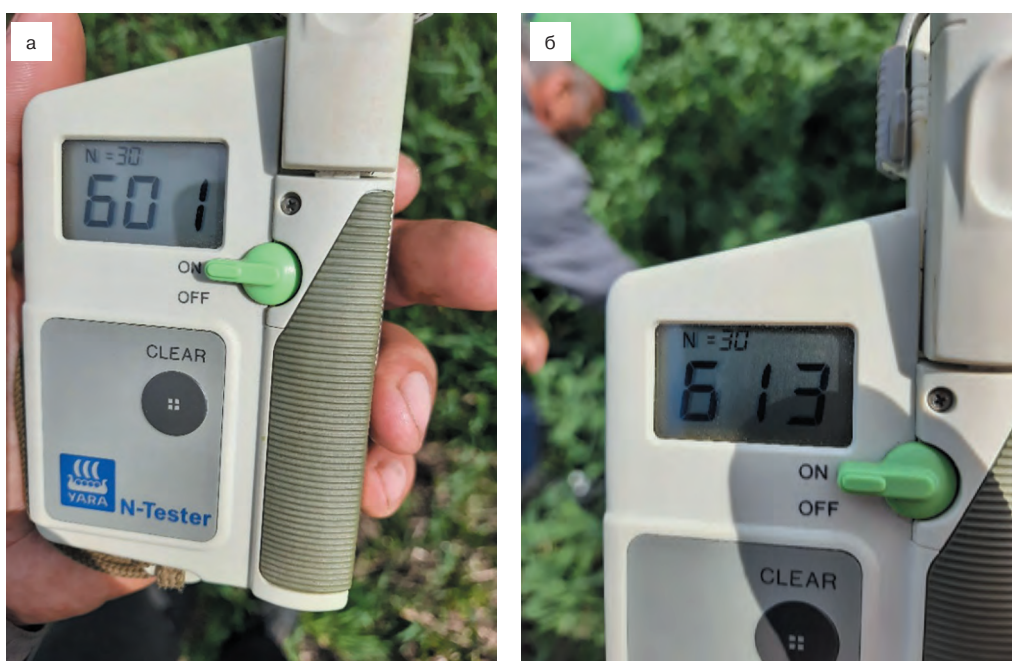


Рис. 5. Общее состояние посевов озимой пшеницы сорта Леонида: а — густота посева; б — высота посева. 29.05.2021. Фото автора

Fig. 5. General crop condition of winter wheat variety Leonida: а — the density of sowing; б — the height of sowing. 29.05.2021. Photo by the author

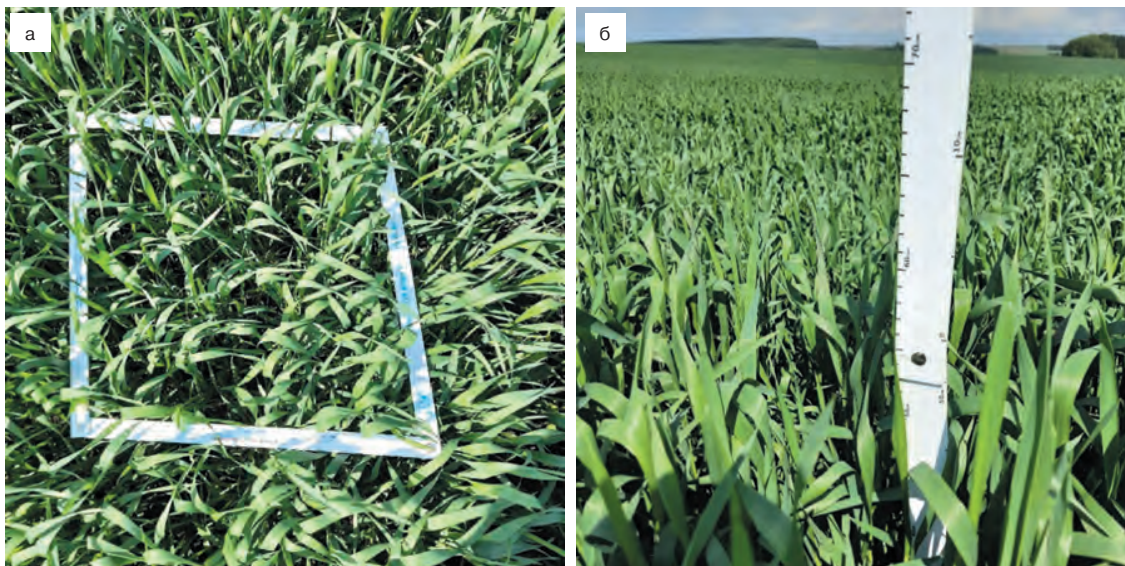


Таблица 2. Показатели урожайности и качества зерна озимой пшеницы (среднее за 2019–2021 гг., влажность 14%)

Table 2. Indicators of yield and quality of winter wheat grain (average for 2019–2021, moisture content 14%)

Показатель	Сорт		НСР ₀₅
	Аист	Леонида	
Урожайность, ц/га	103,4	100,5	2,12
Натура, г/л	838,9	802,4	16,4
Белок, %	13,0	13,1	$F\phi < F_T$
Клейковина, %	23,9	24,0	$F\phi < F_T$
Масса 1000 зерен	44,5	44,7	$F\phi < F_T$

При одинаковой технологии возделывания культуры урожайность сорта Аист была выше на 2,9 ц/га по сравнению с сортом Леонида. Кроме того, натура зерна сорта Аист также была выше на 36,5 г/л. По содержанию

белка, клейковины и массе 1000 зерен изучаемые сорта показали равнозначный результат, т.к. $F_\phi < F_T$. Это означает, что подтверждается нулевая гипотеза о случайном характере различий групповых средних, т.е. нет существенных различий между изучаемыми сортами по содержанию белка, клейковины и массе 1000 зерен.

Выводы / Conclusion

1. Установлено, что измерение индекса содержания хлорофилла по фенофазам озимой пшеницы сортов Аист и Леонида позволяет контролировать содержание нитратного азота в растениях и научно обоснованно проводить подкормки расчетными дозами азотных удобрений.

2. Доказано, что новые сорта озимой пшеницы Аист и Леонида при возделывании по «интенсивной технологии высоких урожаев» обеспечивают урожайность зерна высокого качества более 10 т/га. По содержанию клейковины зерно обоих сортов относится к 3-му классу, по содержанию белка — ко 2-му классу, что свидетельствует о его высоких хлебопекарных качествах.

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. Оценка качества кормового зерна, кормов и кормовых добавок ФГБУ «Центр оценки качества зерна». РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР. Обучающая презентация. 2021. (электронный ресурс) <https://meatindustry.ru/upload/iblock> (дата обращения 03.01.2022)
2. Дрепа Е.Б., Попова Е.Л., Матвеев А.Г., Чаплыгин И.М. Влияние различных элементов технологии возделывания на урожайность озимой пшеницы. *Вестник АПК Ставрополья*. 2012; 2(6): 11–12.
3. Пигорев И.Я., Тарасов А.А., Тарасов С.А. Влияние биопрепаратов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Центральном Черноземье. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2016; 9: 94–99.
4. Железова С.В., Акимов Т.А., Белошапкина О.О., Березовский Е.В. Влияние разных технологий возделывания озимой пшеницы на урожайность и фитосанитарное состояние посевов (на примере полевого опыта Центра точного земледелия РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева). *Агрохимия*. 2017; 4: 65–75.
5. Бедарева О.М., Мурачёва Л.С., Троян Т.Н., Горшинина Г.В. Влияние оптимальных доз биогенных элементов на процессы роста, развития, продуктивности озимой пшеницы на дерново-подзолистых почвах в условиях Калининградской области. *Известия КГТУ*. 2019; 52:123–132.
6. Кудашкин М.И. Эффективность минеральных удобрений, хелатов, микроэлементов и средств защиты растений при выращивании озимой пшеницы. *Агрохимия*. 2011; 5: 26–34.
7. Сацюк И.В., Кулинкович С.Н., Трушко В.Ю., Ардашникова А.Э. Урожайность сортообразцов озимой пшеницы в зависимости от уровня интенсификации технологии возделывания. *Земледелие и селекция в Беларуси*. 2015;51: 123–128.
8. Конончук В.В., Штырхун В.Д., Тимошенко С.М., Соболев С.В., Назарова Т.О. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от элементов технологии возделывания при разных погодных условиях в Центральном Нечерноземье. *Достижения науки и техники АПК*. 2016; 30(9): 73–77.
9. Резвякова С.В., Еремин Л.П., Таракин А.В., Догадина М.А., Конеева О.А. Биологизированная технология возделывания озимой пшеницы. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 3(43): 94–99.
10. Воропаева А.А., Менькина Е.А. Влияние минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья. *Новости науки в АПК*. 2019; 3(12): 348–352.

REFERENCES

1. Quality Assessment of feed grain, fodder and feed additives FGBU "Center for Quality Assessment of Grain". ROSSSELKHOZNADZOR. Teaching presentation. 2021. (electronic resource) <https://meatindustry.ru/upload/iblock> (accessed 03.01.2022).
2. Drepa E.B., Popova E.L., Matveev A.G., Chaplygin I.M. Effect of different elements of cultivation technology on winter wheat yield. *Bulletin of the Agroindustrial Complex of Stavropol Territory*. 2012; 2(6): 11–12. (In Russian).
3. Pigorev I.Y., Tarasov A.A., Tarasov S.A. Effect of biological preparations on the yield and quality of winter wheat grain in the Central Black Earth region // *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2016; 9: 94–99. (In Russian).
4. Zhelezova S.V., Akimov T.A., Beloshapkina O.O., Berезovsky E.V. Effect of different winter wheat cultivation technologies on yield and phytosanitary condition of crops (on the example of field experience of Precision Farming Center of K.A. Timiryazev Russian Academy of Agriculture). *Agrochemistry*. 2017; 4: 65–75. (In Russian).
5. Bedareva O.M., Muracheva L.S., Troyan T.N., Gorshinina G.V. Effect of optimal doses of biogenic elements on the growth, development, productivity of winter wheat on sod-podzolic soils in the Kaliningrad region. *Proceedings of the Kaliningrad State Technical University*. 2019; 52:123–132. (In Russian).
6. Kudashkin M.I. Effectiveness of mineral fertilizers, micronutrient chelates and plant protection agents in growing winter wheat. *Agrochemistry*. 2011; 5: 26–34. (In Russian).
7. Satsyuk I.V., Kulinkovich S.N., Trushko V.Y., Ardashnikova A.E. Yield of winter wheat varieties depending on the level of intensification of cultivation technology. *Farming and breeding in Belarus*. 2015;51: 123–128. (In Russian).
8. Kononchuk V.V., Shtyrkhunov V.D., Timoshenko S.M., Sobolev S.V., Nazarova T.O. Yield and grain quality of winter wheat depending on the elements of cultivation technology under different weather conditions in the Central Black Earth Region. *Achievements of Science and Technology of Agricultural Complex*. 2016; 30(9): 73–77. (In Russian).
9. Rezvyakova S.V., Eremin L.P., Tarakin A.V., Dogadina M.A., Koneeva O.A. Biologized cultivation technology of winter wheat. *Grain legumes and cereals*. 2022; 3(43): 94–99. (In Russian).
10. Voropaeva A.A., Menkina E.A. Effect of mineral fertilizers on winter wheat yield depending on the technology of cultivation in the zone of unstable moisture in the Central Caucasus. *Science News in the Agricultural Complex*. 2019; 3(12): 348–352. (In Russian).

11. Энговатова И.В., Шестакова Е.О., Сторчак И.Г., Ерошенко Ф.В. Влияние элементов агротехнологии на азотное питание озимой пшеницы. *Аграрный научный журнал*. 2020; 12: 55-58.
12. Малышева Е.В., Долгополова Н.В., Нагорных А.В. Влияние различных видов удобрений на биохимические показатели зерна. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; 6: 35-40.
13. Balyan H.S., Gupta P.K., Kumar S., Dhariwal R., Jaiswal V., Tyagi S., Agarwal P., Gahlaut V., Kumari S. Genetic improvement of grain protein and other health-related constituents of wheat grain. *Plant Breeding*. 2013. available at <http://wileyonlinelibrary.com>. <https://doi.org/10.1111/pbr.12047>.
14. Березовский Е.В., Прокофьев Н.А., Телышев А.Н. Дифференцированное внесение азотных удобрений на основе данных дистанционного зондирования земли с беспилотных летательных аппаратов. *Сахар*. 2017; 10: 22-24.
15. Коношина С.Н., Коношин И.В., Прудникова Е.Г. Использование технологий точного земледелия при возделывании озимой пшеницы в условиях Орловской области. *Вестник аграрной науки*. 2022; 2(95):26-30.
16. Денисов П.В., Иванов А.Б., Мишулов Н.П., Петухов Д.А., Подъяблонский П.А., Трошко К.А. Прогнозирование урожайности озимой пшеницы с использованием технологий дистанционного зондирования Земли. *Управление рисками в АПК*. 2021;1(39): 37-45.
17. Тугуз Р.К., Панеш А.Х. Использование веб-сервисов геоинформационных систем при возделывании озимой пшеницы. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2017; 11(1): 118-123.
18. Гулянов Ю.А. Мониторинг фитометрических параметров с использованием инновационных методов сканирования посевов. *Таврический вестник аграрной науки*. 2019; 3(19): 64-76.
19. Вилунов С.Д., Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Старикова Ж.В., Мальцев А.А. Применение вегетационных индексов в селекции озимой мягкой пшеницы. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 3(43): 73-83.
20. Ерошенко Ф.В., Сторчак И.Г., Шестакова Е.О. Связь вегетационного индекса NDVI с содержанием хлорофилла в растениях озимой пшеницы. *Аграрный вестник Урала*. 2018; 171: 10-16, DOI: 10.25930/1se7-wj26.
21. Сторчак И.Г., Шестакова Е.О., Ерошенко Ф.В. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность и NDVI посевов озимой пшеницы. *Новости науки в АПК*. 2018; 2-2(11): 396-399.
22. Шестакова Е.О., Оганян Л.Р., Чернова И.В., Бильдиева Е.А. Влияние сорта, предшественника, уровня минерального питания, сроков и норм посева на относительное содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы. *Новости науки в АПК*. 2019; 487-490.
23. Павловская Н.Е., Родимцев С.А., Бородин Д.Б., Вершинин С.В., Гагарина И.Н. Оценка состояния посевов озимой пшеницы и ярового ячменя по среднему значению NDVI на основе космоснимков. *Вестник аграрной науки*. 2020; 6(87): 25-32.
11. Engovatova I.V., Shestakova E.O., Storchak I.G., Eroshenko F.V. Influence of agrotechnological elements on nitrogen nutrition of winter wheat. *Agrarian Scientific Journal*. 2020; 12: 55-58. (In Russian).
12. Malysheva E.V., Dolgoplova N.V., Nagornyykh A.V. Influence of different types of fertilizers on the biochemical parameters of grain. *Bulletin of Kursk State Agricultural Academy*. 2021; 6: 35-40. (In Russian).
13. Balyan H.S., Gupta P.K., Kumar S., Dhariwal R., Jaiswal V., Tyagi S., Agarwal P., Gahlaut V., Kumari S. Genetic improvement of grain protein and other health-related constituents of wheat grain. *Plant Breeding*. 2013. available at <http://wileyonlinelibrary.com>. <https://doi.org/10.1111/pbr.12047>.
14. Berezovsky E.V., Prokofyev N.A., Telyshev A.N. Differential application of nitrogen fertilizers based on remote sensing data from drones. *Sugar*. 2017; 10: 22-24. (In Russian).
15. Konoshina S.N., Konoshin I.V., Prudnikova E.G. The use of precision farming technology in the cultivation of winter wheat in the Orel region. *Bulletin of Agrarian Science*. 2022; 2(95):26-30. (In Russian).
16. Denisov P.V., Ivanov A.B., Mishurov N.P., Petukhov D.A., Pod'yablonsky P.A., Troshko K.A. Winter wheat yield forecasting using remote sensing technologies. *Risk Management in Agroindustrial Complex*. 2021;1(39): 37-45. (In Russian).
17. Tuguz R.K., Panesh A.H. The use of web services of geoinformation systems in the cultivation of winter wheat. *International Journal of Applied and Fundamental Research* 2017; 11(1): 118-123. (In Russian).
18. Gulyanov Yu.A. Monitoring of phytometric parameters using innovative methods of crop scanning. *Tavrichesky Vestnik of Agrarian Science*. 2019; 3(19): 64-76. (In Russian).
19. Vilyunov S.D., Zotikov V.I., Sidorenko V.S., StarikovaZh.V., Maltsev A.A. Application of vegetation indices in selection of winter soft wheat. *Grain legumes and cereals*. 2022; 3(43): 73-83. (In Russian).
20. Eroshenko F.V., Storchak I.G., Shestakova E.O. Relationship of vegetative index NDVI with chlorophyll content in winter wheat plants. *Agrary vestnik of the Urals*. 2018; 171: 10-16, DOI: 10.25930/1se7-wj26. (In Russian).
21. Storchak I.G., Shestakova E.O., Eroshenko F.V. Influence of cultivation technology elements on yield and NDVI of winter wheat crops. *Science News in Agricultural Complex*. 2018; 2-2(11): 396-399. (In Russian).
22. Shestakova E.O., Ohanyan L.R., Chernova I.V., Bildieva E.A. Effect of variety, predecessor, mineral nutrition level, timing and seeding rates on the relative chlorophyll content in winter wheat plants. *Science News in Agricultural Complex*. 2019; 487-490. (In Russian).
23. Pavlovskaya N.E., Rodimtsev S.A., Borodin D.B., Vershinin S.V., Gagarina I.N. Assessment of winter wheat and spring barley crops by mean value of NDVI based on satellite images. *Bulletin of Agrarian Science*. 2020; 6(87): 25-32. (In Russian).

ОБ АВТОРАХ:

Светлана Викторовна Резвякова, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина 69, Орел, 302019, Российская Федерация. iana8545@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-7681-4516>

Виктор Николаевич Титов, кандидат сельскохозяйственных наук, АО «Щёлково Агрохим», ул. Северная 5, Орел, 302009, Российская Федерация. E-mail: orel@betaren.ru

Сергей Юрьевич Данилов, аспирант, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина 69, Орел, 302019, Российская Федерация. АО «Щёлково Агрохим», ул. Северная 5, Орел, 302009, Российская Федерация. E-mail: danicergej@yandex.ru

Оксана Андреевна Конеева, аспирант, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина 69, Орел, 302019, Российская Федерация. E-mail: koneeva-1995@mail.ru

Владимир Анатольевич Зайцев, ведущий научный консультант АО «Щёлково Агрохим», ул. Северная 5, Орел, 302009, Российская Федерация. E-mail: orel@betaren.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Svetlana Viktorovna Rezvyakova, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, N.V. Parakhin Orel State Agrarian University, 69 General Rodina str, Orel, 3020193, Russian Federation. iana8545@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-7681-4516>

Viktor Nikolaevich Titov, Candidate of Agricultural Sciences, "Shchelkovo Agrokhim", 5 Severnaya str, Orel, 302009, Russian Federation. E-mail: orel@betaren.ru

Sergey Yurievich Danilov, student, N.V. Parakhin Orel State Agrarian University, 69 General Rodina str, Orel, 3020193, Russian Federation. JSC "Shchelkovo Agrokhim" 5 Severnaya str, Orel, 302009, Russian Federation. E-mail: danicergej@yandex.ru

Oksana Andreevna Koneeva, student, N.V. Parakhin Orel State Agrarian University, 69 General Rodina str, Orel, 3020193, Russian Federation. E-mail: koneeva-1995@mail.ru

Vladimir Anatolievich Zaitsev, Leading Scientific Consultant, JSC "Shchelkovo Agrokhim" 5 Severnaya str, Orel, 302009, Russian Federation. E-mail: orel@betaren.ru

УДК 633.162.631

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-82-86

О. В. Левакова

Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, с. Подвьязь, Рязанская область, Российская Федерация

✉ levakova.olga@bk.ru

Поступила в редакцию:
25.10.2022

Одобрена после рецензирования:
30.12.2022

Принята к публикации:
31.01.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-82-86

Olga V. Levakova

Institute of Seed Production and Agrotechnologies – branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Podvyezze village, Ryazan region, Russian Federation

✉ levakova.olga@bk.ru

Received by the editorial office:
25.10.2022

Accepted in revised:
30.12.2022

Accepted for publication:
31.01.2023

Сортовые особенности формирования продуктивности ячменя сорта Рафаэль при разной норме высева

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Новые, созданные в последнее время современные сорта зерновых культур, в том числе и ячменя, требуют разработки и уточнения сортовой технологии возделывания. Поскольку на территории РФ присутствуют существенные различия погодных условий, почвенной характеристики, характера рельефа, то особенно важна разработка технологии для конкретной агроклиматической зоны.

Методы. Объектом исследований является новый сорт ярового ячменя Рафаэль, включенный в Государственный реестр по Центральному и Волго-Вятскому регионам в 2022 г. Для решения поставленных задач на опытное поле были заложены опыты с нормами высева с интервалом 0,5 млн всхожих зерен на 1,0 га (3,0–5,0 млн). Исследования проводились полевыми и лабораторными методами с использованием соответствующих методик.

Результаты. Установлена четкая сильная отрицательная тенденция снижения полевой всхожести с увеличением нормы высева семян ($r = -0,973$), влияющая и на урожайность сорта ($r = -0,607$). Выявлено, что вариант с нормой высева 3,0 млн всх. зерен на 1,0 га сформировал максимальный коэффициент кущения, имел наивысшую продуктивность одного растения, длину колоса и число зерен в колосе по сравнению с другими вариантами опыта, но имел самую низкую урожайность в опыте — 5,52 т/га. Урожайность данного сорта во многом определяли масса 1000 зерен ($r = +0,785$) и количество растений перед уборкой ($r = +0,329$). В ходе исследований установлено, что на продуктивность сорта Рафаэль в условиях Нечерноземья на темно-серой лесной почве среднего уровня плодородия при севе в оптимальные сроки значительно влияют норма высева семян и генотип сорта. Наивысший показатель урожайности за годы исследований, являющийся главным критерием оценки опыта, был достигнут (при норме высева от 4,0 до 4,5 млн всх. зерен на 1,0 га) 6,28–6,57 т/га.

Ключевые слова: яровой ячмень, Рязанская область, новый сорт, норма высева, структура продуктивности, урожайность.

Для цитирования: Левакова О.В. Сортовые особенности формирования продуктивности ячменя сорта Рафаэль при разной норме высева. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 82–86. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-82-86>

© Левакова О.В.

Varietal features of the formation of the productivity of Rafael barley at different seeding rates

ABSTRACT

Relevance. New modern varieties of grain crops created recently, including barley, require the development and refinement of varietal cultivation technology. Since there are significant differences in weather conditions, soil characteristics, and the nature of the relief on the territory of the Russian Federation, the development of technology for a specific agro-climatic zone is especially important.

Methods. The object of research is a new variety of spring barley Raphael, included in the State Register for the Central and Volga-Vyatka regions in 2022. To solve the tasks set, experiments with seeding rates with an interval of 0.5 million were laid on the experimental field. germinating grains per hectare (3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0 and 5.5 million). The studies were carried out by field and laboratory methods using appropriate techniques.

Results. A clear strong negative trend has been established, a decrease in field germination with an increase in the seeding rate ($r = -0.973$), which also affects the yield of the variety ($r = -0.607$). It was revealed that the variant with a seeding rate of 3.0 million vsx. grains per 1.0 ha formed the maximum tillering coefficient, had the highest productivity of one plant, the length of the ear and the number of grains per ear compared to other variants of the experiment, but had the lowest yield in the experiment — 5.52 t/ha. The yield of this variety was largely determined by the mass of 1000 grains ($r = +0.785$) and the number of plants before harvesting ($r = +0.329$). In the course of research, it was found that the productivity of the Raphael variety in Non-Chernozem conditions on dark gray forest soil of an average level of fertility when sowing at optimal times is significantly affected by the seeding rate and the genotype of the variety. The highest yield index over the years of research, which is the main criterion for evaluating the experience, was achieved with a seeding rate of 4.0 to 4.5 million vsx. grains per 1.0 ha — 6.28–6.57 t/ha.

Key words: spring barley, Ryazan region, new variety, seeding rate, productivity structure, yield.

For citation: Levakova O.V. Varietal features of the formation of the productivity of Rafael barley at different seeding rates. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 82–86. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-82-86> (In Russian).

© Levakova O.V.

Введение / Introduction

Огромная территория Российской Федерации характеризуется большим разнообразием природных и климатических условий, где ежегодно регистрируются новые сорта ячменя ярового. Так, в 2022 году на рассмотрение Экспертной комиссии было вынесено 13 российских и 4 иностранных сорта ячменя. Многими исследованиями ученых выявлено, что высокая требовательность современных сортов к условиям возделывания с учетом их происхождения, биологии развития, индивидуальной отзывчивости на различные агроприемы требует разработки сортовых технологий возделывания [1–4].

Современные сорта ячменя ярового не являются исключением. Одной из таких сортовых технологий является норма высева. Норма высева не является величиной постоянной, ее уточняют в зависимости от ряда непрерывно меняющихся факторов и устанавливают для каждой зоны и даже подзоны. Экологические различия по районам связаны с почвенными особенностями, температурным режимом, количеством и распределением осадков и так далее. Каждый сорт обладает комплексом требований, которые предъявляют к условиям произрастания. Становится понятным, что нет и не может быть сортов с одинаковой нормой высева для всех районов и зон [5, 6].

Норма высева определяет такой показатель структуры урожая, как густота стояния растений, что особенно важно в зоне с засушливым климатом. Между элементами структуры урожая ячменя ярового существует взаимосвязь: недостаточное формирование одного из элементов может компенсироваться более значительным развитием другого [7]. Исследованиями доказано, что для создания оптимальной площади питания растений необходимо учитывать плодородие почвы. Чем лучше условия для произрастания, тем меньше должна быть норма высева зерновых культур [8, 9].

Цель исследований — выявить сортовые особенности формирования урожайности нового сорта ячменя ярового Рафаэль в условиях Нечерноземья на темно-серых лесных почвах среднего уровня плодородия с различной нормой высева.

Материалы и методы исследования/ Materials and methods

В Институте семеноводства и агротехнологий — Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ

2020–2022 гг. были проведены полевые исследования. Объект исследований — новый сорт ячменя ярового Рафаэль, включенный в Государственный реестр по Центральному и Волго-Вятскому регионам в 2022 г.

Посев рядовой, ширина междурядий 15 см. Полевые опыты проводились по следующей схеме:

1-й вариант — норма высева 3,0 млн всхожих семян на 1,0 га;

2-й вариант — норма высева 3,5 млн всхожих семян на 1,0 га;

3-й вариант — норма высева 4,0 млн всхожих семян на 1,0 га;

4-й вариант — норма высева 4,5 млн всхожих семян на 1,0 га;

5-й вариант — норма высева 5,0 млн всхожих семян на 1,0 га.

Почвенный покров на опытном участке представлен темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвой с содержанием органического вещества 5,60%, pH солевой вытяжки — 4,88 ед., P_2O_5 (по Кирсанову) — 378 мг/кг почвы, K_2O — 275,0 мг/кг почвы. Предшественник — чистый пар.

Закладку опыта проводили в оптимальные сроки сева культуры для нечерноземной полосы Центрального региона по предшественнику пар. Учетная площадь делянки — 10 м². Учеты и наблюдения проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [10]. Статистическая обработка экспериментальных данных методами вариационного (C_v , %) и корреляционного (r) анализа, а также наименьшая существенная разница в опыте ($HCP_{0,5}$) проводились по Методике полевого опыта [11] с использованием компьютерных программ Microsoft Office Excel и Diana.

В фазу «кущение» проводили обработку баковой смесью гербицидов (Балерина, СЭ — 0,4 л/га + Магnum, ВДГ — 7 г/га) с добавлением инсектицида Борея, СК — 0,1 л/га. Элементы структуры урожая определяли со снопового материала с учетных площадок, взятых с площади 0,25 м² в четырех повторениях. Уборку делянок проводили в фазу полной спелости культуры комбайном «Сампо 130», урожайные данные приводили к стандартной 14%-ной влажности. Качественные показатели зерна исследуемых сортов (содержание крахмала и белка) определяли методом инфракрасной спектроскопии на анализаторе цельного зерна Infratec 1241.

По метеорологическим данным ИСА-филиал ВИМ рассчитаны показатели средней дневной температуры

Таблица 1. Условия вегетации ячменя ярового Рафаэль, 2020–2022 гг.

Table 1. Growing conditions of spring barley Raphael, 2020–2022

Год	Параметры	Май				Июнь				Июль			
		Декады			Средне- месяч- ная	Декады			Средне- месяч- ная	Декады			Средне- месяч- ная
		I	II	III		I	II	III		I	II	III	
2020	осадки, мм	27,7	8,1	21,3	57,1	71,0	11,7	30,2	112,9	17,9	31,2	6,4	55,5
	температура, °C	14,7	11,9	15,5	14,0	18,9	23,1	20,6	20,9	24,6	21,3	21,7	22,5
2021	осадки, мм	26,9	6,6	9,0	42,5	62,5	6,6	3,2	72,3	9,7	-	31,4	41,1
	температура, °C	12,8	21,2	17,4	17,1	18,1	22,5	28,9	23,2	25,0	29,6	23,2	25,9
2022	осадки, мм	19,6	16,4	13,6	49,6	17,1	15,6	8,0	40,7	-	8,7	7,3	16,0
	температура, °C	12,3	12,4	15,4	13,4	20,7	20,9	22,5	21,4	25,4	22,1	24,4	23,4
Среднепогодная	осадки, мм	11	12	14	37	16	17	19	52	20	22	22	64
	температура, °C	10,7	12,8	14,6	12,7	15,8	16,6	17,4	16,6	18,3	18,9	19,3	18,8

воздуха и суммы осадков по важным месяцам вегетации ячменя ярового Рафаэль (табл. 1).

Из всех периодов наблюдений наиболее контрастный был 2020 год, когда растения ячменя развивались в условиях обильных осадков, с резкими колебаниями среднесуточных температур. Неблагоприятно повлияли выпавшие в I декаде июня (ГТК = 3,9) осадки, которые спровоцировали раннее прикорневое полегание растений ячменя еще до наступления фазы колошения.

ГТК вегетационного периода — 1,34.

2021 и 2022 годы отличались засушливыми условиями вегетационных периодов ячменя с ГТК 0,63 и 0,53 соответственно.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Как известно, в посевах с различной густотой стояния растений создаются разные световые, температурные и прочие условия, так или иначе влияющие на качество их дальнейшей жизнедеятельности.

За годы исследований средняя полевая всхожесть ячменя ярового Рафаэль изменялась от 73,2% (5,0 млн на 1,0 га) до 85,6% (3,0 млн на 1,0 га) (табл. 2).

Прослеживается четкая отрицательная тенденция снижения полевой всхожести с увеличением нормы высева семян ($r = -0,973$), в свою очередь, влияющая и на урожайность ячменя ярового Рафаэль ($r = -0,607$). Перед уборкой проводили подсчет сохранившихся растений в зависимости от норм высева семян и определяли процент их сохранности. Анализ выживаемости показал, что количество растений на единице площади к моменту уборки снижается незначительно по вариантам опыта. Самоизреживание было минимальным (92,4%) с самой низкой нормой высева семян — 3,0 млн на 1,0 га. Второе место по сохранности (82,6%) имела норма 4,5 млн на 1,0 га. Корреляционный анализ выявил среднюю отрицательную взаимосвязь между нормой высева и сохранностью растений к уборке ($r = -0,523$).

Наблюдения за прохождением фенологических фаз сорта Рафаэль не выявили разницы прохождения межфазных периодов от норм высева, но имела тесную связь с погодными условиями ($r = +0,741$).

Связь между структурными элементами и урожайностью усложняется неустойчивостью метеорологических

условий в течение вегетационного периода и по годам. В зависимости от условий вегетации продуктивность и урожайность определяет в основном то один, то другой признак [12].

Количество растений перед уборкой колебалось от 219 шт./м² (3,5 млн на 1,0 га) до 281 шт./м² (5,0 млн на 1,0 га). В разрезе лет данный показатель имел достоверную сильную связь с урожайностью в засушливые годы (2021 г. — $r = +0,769$, 2022 г. — $r = +0,910$) и аналогично с нормой высева (2021 г. — $r = +0,836$, 2022 г. — $r = +0,805$). В среднем по годам положительная тенденция данного показателя на урожайность сорта составила $r = +0,329$, а с нормой высева — $r = +0,888$.

Густота продуктивного стеблестоя по вариантам опыта во все годы исследований изменялась в средней степени ($Cv = 11,1-20,8\%$). Наибольшее варьирование числа продуктивных стеблей на 1 м² из вариантов опыта (в зависимости от сложившихся условий вегетации) имела норма высева 3,0 млн на 1,0 га — от 820 шт./м² (2022 г.) до 1208 шт./м² (2020 г.), наименьшее — норма 4,5 млн на 1,0 га от 836 шт./м² (2022 г.) до 1020 шт./м² (2020 г.). В среднем по годам данный признак имел среднюю отрицательную связь с урожайностью ($r = -0,470$), но сильно проявился в 2021 г. ($r = +0,866$), что можно объяснить благоприятными метеорологическими условиями первой половины июня 2021 г., приходящуюся на фазу кущения сорта Рафаэль. В этот период отмечена дождливая и умеренно прохладная погода — выпало 62,5 мм осадков, а среднесуточная температура воздуха составила 18,1 °С. Негативно продуктивный стеблестой сказался на урожайности в 2020 г. ($r = -0,493$), так как в I декаде июня отмечалась прохладная погода с интенсивным увлажнением (осадков в этот момент выпало 71 мм, что в 4,5 раза больше среднесезонных значений), что спровоцировало раннее полегание растений.

Показатель продуктивной кустистости по всем вариантам опыта имел довольно высокие значения. Наибольшая продуктивная кустистость отмечена на вариантах с нормами 3,0 и 3,5 млн на 1,0 га — 4,1 и 3,8 соответственно. Но данный признак отрицательно сказался на урожайности сорта ($r = -0,675$). Увеличение нормы высева носит отрицательный характер — $r = -0,692$. Аналогичную тенденцию носит и продуктивность одного растения.

Таблица 2. Полевая всхожесть, сохранность растений к уборке и индивидуальная продуктивность ячменя ярового Рафаэль в зависимости от нормы высева, среднее, 2020–2022 гг.

Table 2. Field germination, plant safety for harvesting and individual productivity of spring Raphael barley depending on the seeding rate, average, 2020–2022

Норма высева, млн на 1,0 га	Полевая всхожесть, %	Сохранность растений перед уборкой, %	Количество		Продуктивная кустистость, шт.	Продуктивность растения, г	Высота, см
			растений перед уборкой, шт./м ²	продуктивных стеблей, шт./м ²			
3,0	85,6	92,4	236	979	4,1	3,85	72
3,5	83,2	75,7	219	829	3,8	3,43	69
4,0	77,7	79,5	255	901	3,5	3,16	68
4,5	73,7	82,6	269	912	3,4	2,81	66
5,0	73,2	78,2	281	1030	3,7	2,82	67
r с урожайностью	-0,607	-0,431	+0,329	-0,470	-0,944	-0,675	-0,947
r с нормой высева	-0,973	-0,523	+0,888	+0,379	-0,692	-0,964	-0,656

Увеличение густоты посева сказалось на высоте растений ячменя — с увеличением нормы высева высота снижается ($r = -0,947$). Снижение высоты растений при меньшей норме высева происходит за счет увеличения общей кустистости и наличия в растениях общего числа дополнительных стеблей ($r = +0,912$).

Вариант с нормой высева 3,0 млн на 1,0 га сформировал максимальный коэффициент кущения, имел наивысшую продуктивность одного растения, длину колоса и число зерен в колосе по сравнению с другими вариантами. Таким образом, более благоприятные условия для развития каждого растения в отдельности создаются при малых нормах высева семян. Такая зависимость является результатом увеличения площади питания, при которой улучшаются условия водного и пищевого режимов и других факторов жизнедеятельности растений. Но в среднем за три года исследований наибольшая урожайность зерна ячменя ярового Рафаэль отмечена при нормах высева от 4,0 до 4,5 млн всхожести зерен на 1,0 га — 6,28–6,57 т/га соответственно (рис. 1).

Анализ данных таблицы 3 показывает, что существенную роль в урожайность внес показатель массы 1000 зерен ($r = +0,785$). Таким образом, увеличение продуктивной кустистости повлияло на снижение массы 1000 зерен ($r = -0,702$).

Загущенные посевы культур подвержены болезням, которые приводят к снижению качества и урожайности зерна. Наибольшую опасность для ячменя представляют гельминтоспориозные пятнистости ячменя, в первую очередь сетчатая (возбудитель *Perenophora teres Drechs*) и темно-бурая (возбудитель *Bipolaris sorokiniana Shoem*), а также мучнистая роса (*Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *hordei* Marchal). Влияние норм высева распространялось не только на растения ячменя, но и на поражение их болезнями. Это можно видеть по показателям развития болезней на разных вариантах опыта (табл. 4). Согласно полученным данным, изменение норм высева оказывало сильное влияние на рост и развитие растений ячменя ярового, которое проявилось в повышении вегетативной массы растений, густоты и высоты продуктивного стеблестоя, за счет чего изменялись микроклиматические условия

Рис. 1. Урожайность сорта Рафаэль в зависимости от норм высева, 2020–2022 гг.

Fig. 1. The yield of the Raphael variety depending on the seeding rates, 2020–2022

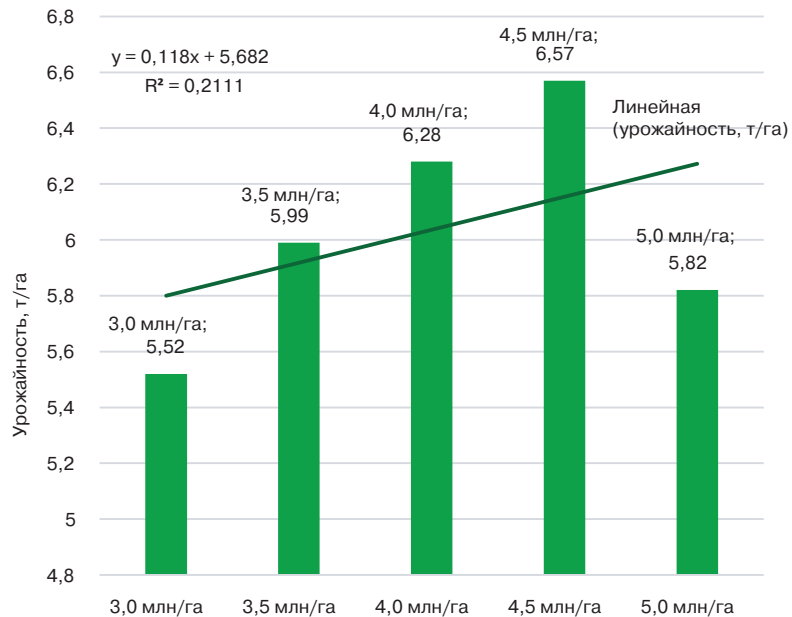


Таблица 3. Влияние норм высева ячменя ярового Рафаэль на элементы продуктивности и урожайность, среднее, 2020–2022 гг.

Table 3. The influence of the sowing rates of spring barley of the Rafael variety on the elements of productivity and yield, average 2020–2022

Норма высева, млн на 1,0 га	Урожайность, т/га					Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Св, %	Среднее			
3,0	5,10	5,70	5,75	6,5	5,52	7,4	21,0	40,7
3,5	5,23	6,35	6,40	11,0	5,99	7,3	20,8	40,0
4,0	5,30	6,95	6,60	13,8	6,28	7,2	20,4	42,9
4,5	5,90	6,55	7,25	10,3	6,57	7,0	19,7	43,0
5,0	5,08	6,11	6,27	11,1	5,82	7,1	20,4	39,8
НСР _{0,5}	0,67	0,44	0,52	x	x	x	x	x
Коррелируемые с урожайностью признаки, г					x	-0,751	-0,897	+0,785
Коррелируемые с нормой высева признаки, г					+0,459	-0,900	-0,730	+0,121

Таблица 4. Влияние норм высева сорта ячменя Рафаэль на устойчивость к полеганию, развитию болезней и качественные показатели зерна, среднее, 2020–2022 гг.

Table 4. The influence of the sowing rates of the Raphael barley variety on the resistance to lodging, the development of diseases, and the quality indicators of grain, average, 2020–2022

Норма высева, млн на 1,0 га	Устойчивость к полеганию, балл	Болезни, балл			Белок, %	Крахмал, %
		Мучнистая роса	Темно-бурая пятнистость	Сетчатая пятнистость		
3,0	7,5	8,0	7,0	7,0	14,7	52,4
3,5	7,4	8,0	7,0	7,0	14,3	52,2
4,0	7,3	8,0	6,7	7,0	13,5	52,6
4,5	7,3	8,0	6,8	6,8	13,7	52,2
5,0	7,3	7,5	6,5	6,6	13,7	52,3

посева. Увеличение нормы высева способствовало незначительному усилению развития большинства листовых болезней и снижению устойчивости к полеганию (табл. 4).

Снижение нормы высева семян до 3,0–3,5 млн на 1,0 га способствовало накоплению сухого вещества в зернах ячменя, что обусловило самые высокие показатели содержания белка — 14,7–14,3%.

Выводы / Conclusion

На продуктивность ячменя ярового Рафаэль в условиях Нечерноземья на темно-серой лесной почве среднего уровня плодородия при севе в оптимальные сроки значительно влияет норма высева семян.

Установлено, что вариант с нормой высева 3,0 млн зерен на 1,0 га сформировал максимальный коэффициент кущения, имел наивысшую продуктивность одного

растения, длину колоса и число зерен в колосе по сравнению с другими вариантами опыта. Несмотря на это, данный вариант имел самую низкую урожайность в опыте — 5,52 т/га.

Урожайность данного сорта во многом определяли масса 1000 зерен ($r = +0,785$) и количество растений перед уборкой ($r = +0,329$). Остальные исследуемые показатели структуры продуктивности сорта, такие как полевая всхожесть, сохранность растений к уборке, продуктивный стеблестой, продуктивная кустистость, длина колоса, число зерен в колосе, высота растений, носили отрицательный вектор по влиянию на урожайность сорта ($r = -0,431$ – $-0,963$). Наивысший показатель урожайности за годы исследований, являющийся главным критерием оценки данного опыта, был достигнут при норме высева от 4,0 до 4,5 млн всхожести зерен на 1,0 га — 6,28–6,57 т/га.

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. Блохин В.И., Сержанов И.М., Ланочкина М.А., Ганиева И.С., Каримов Х.З. Отзывчивость сорта ячменя ярового Камашевский на норму высева. *Достижения науки и техники АПК*. 2019; 5: 39–41. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10509>
2. Сурин Н.А., Герасимов С.А., Бобровский А.В., Крючков А.А. Разработка элементов сортовой агротехники зерновых культур в Красноярском крае. *Земледелие*. 2021; 7: 22–25. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-7-22-25>
3. Якушев В.П., Михайленко И.М., Драгавцев В.А. Агротехнологические и селекционные резервы повышения урожая зерновых культур в России. *Сельскохозяйственная биология*. 2015; 50(5): 550–560. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2015.5.550rus5>
4. Hossain A., Skalicky M., Brestic M., Maitra S., Ashraful Alam M., Abu Syed M., Hossain J., Sarkar S., Saha S., Bhadra P., Shankar T., Bhatt R., Chaki A.K., EL Sabagh A., Islam T. Consequences and Mitigation Strategies of Abiotic Stresses in Wheat (*Triticum aestivum* L.) under the Changing Climate. *Agronomy*. 2021; 11(2): 241. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020241>
5. Левакова О.В. Отзывчивость нового сорта ячменя ярового Знатный на норму высева в условиях Рязанской области. *Аграрная наука*. 2021; 3: 70–73. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-70-73>
6. Якушев В.П., Канаш Е.В., Русаков Д.В. и др. Корреляционные зависимости между вегетационными индексами, урожаем зерна и оптическими характеристиками листьев пшеницы при разном содержании в почве азота и густоте посева. *Сельскохозяйственная биология*. 2022; 1(57): 98–112. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.1.98rus>
7. Левакова О.В. Вариативность элементов структуры урожая ячменя ярового в зависимости от гидротермических условий вегетации. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022; 23(3): 327–333. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333>
8. Monia Niero, Cathrine H. Ingvordsen, Pirjo Peltonen-Sainio et al. Eco-efficient production of spring barley in a changed climate: A Life Cycle Assessment including primary data from future climate scenarios. *Agricultural Systems*. 2015; 136: 46–60.
9. Dunan C.M., Moore F.D., Westra P. A plant process-economic model for wild oats management decisions in irrigated barley. *Agricultural Systems*. 1994; 45(4): 355–368.
10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. М.: ООО «Группа Компаний Море». 2019; 384.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. Москва: Книга по требованию. 2013; 349.
12. Левакова О.В. Вариативность элементов структуры урожая ячменя ярового в зависимости от гидротермических условий вегетации. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022; 23(3): 327–333. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333>

ОБ АВТОРАХ:

Ольга Викторовна Левакова, кандидат сельскохозяйственных наук, Институт семеноводства и агротехнологий — филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, 1. ул. Парковая, с. Подвыазье, Рязанская область, 390502, Российская Федерация
E-mail: levakova.olga@bk.ru

REFERENCES

1. Blokhin V.I., Serzhanov I.M., Lanochkina M.A., Ganieva I.S., Karimov Kh.Z. Responsiveness of the spring barley variety Kamashovsky to the seeding rate. *Chievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2019; 5: 39–41 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10509>
2. Surin N.A., Gerasimov S.A., Bobrovsky A.V., Kryuchkov A.A. Development of elements of varietal agrotechnics of grain crops in the Krasnoyarsk Territory. *Agriculture*. 2021; 7: 22–25 (In Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-7-22-25>
3. Yakushev V.P., Mikhailenko I.M., Dragavtsev V.A. Agrotechnological and breeding reserves for increasing grain yields in Russia. *Agricultural biology*. 2015; 50(5): 550–560 (In Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2015.5.550rus5>
4. Hossain A., Skalicky M., Brestic M., Maitra S., Ashraful Alam M., Abu Syed M., Hossain J., Sarkar S., Saha S., Bhadra P., Shankar T., Bhatt R., Chaki A.K., EL Sabagh A., Islam T. Consequences and Mitigation Strategies of Abiotic Stresses in Wheat (*Triticum aestivum* L.) under the Changing Climate. *Agronomy*. 2021; 11(2): 241. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020241>
5. Levakova O.V. Responsiveness of a new variety of spring barley Noble to the seeding rate in the conditions of the Ryazan region. *Agrarian science*. 2021; 3: 70–73 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-70-73>
6. Yakushev V.P., Kanash E.V., Rusakov D.V. et al. Correlations between vegetation indices, grain yield and optical characteristics of wheat leaves with different nitrogen content in the soil and sowing density. *Agricultural biology*. 2022; 1(57): 98–112 (In Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.1.98rus>
7. Levakova O.V. Variability of the elements of the structure of the spring barley crop depending on the hydrothermal conditions of vegetation. *Agrarian science of the Euro-North-East*. 2022; 23(3): 327–333 (In Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333>
8. Monia Niero, Cathrine H. Ingvordsen, Pirjo Peltonen-Sainio et al. Eco-efficient production of spring barley in a changed climate: A Life Cycle Assessment including primary data from future climate scenarios. *Agricultural Systems*. 2015; 136: 46–60.
9. Dunan C.M., Moore F.D., Westra P. A plant process-economic model for wild oats management decisions in irrigated barley. *Agricultural Systems*. 1994; 45(4): 355–368.
10. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Iss. 1. Moscow: OOO «Group of Companies Sea». 2019; 384 (In Russian).
11. Dospekhov B.A. Methodology of field experience. Moscow: Book on demand. 2013; 349 (In Russian).
12. Levakova O.V. Variability of the elements of the structure of the spring barley crop depending on the hydrothermal conditions of vegetation. *Agrarian science of the Euro-North-East*. 2022; 23(3): 327–333 (In Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333>

ABOUT THE AUTHORS:

Olga Viktorovna Levakova, Candidate of Agricultural Sciences, Institute of Seed Production and Agrotechnologies — Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 1 Parkovaya str. Podvyazye village, Ryazan region, 390502, Russian Federation
E-mail: levakova.olga@bk.ru

УДК 502.55:502.36

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-87-92

Н.Н. Жаркова

Омский государственный аграрный
университет им. П.А. Столыпина, Омск,
Российская Федерация

✉ nn.zharkova@omgau.org

Поступила в редакцию:
22.08.2022

Одобрена после рецензирования:
30.12.2022

Принята к публикации:
31.01.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-87-92

Natalya N. Zharkova

Omsk State Agrarian University named after
P.A. Stolypin, Omsk, Russian Federation

✉ nn.zharkova@omgau.org

Received by the editorial office:
22.08.2022

Accepted in revised:
30.12.2022

Accepted for publication:
31.01.2023

Влияние микроудобрений на содержание микроэлементов в почве при выращивании лекарственных растений

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В настоящее время остаются неизученными вопросы минерального питания лекарственных растений эссенциальными элементами, а недостаток в почвах определенных микроэлементов является недооцененным агроэкологическим фактором. Это обуславливает необходимость изучения влияния различных доз цинковых и медных удобрений на содержание подвижных форм цинка и меди в лугово-черноземной почве при возделывании тысячелистника и пижмы обыкновенной в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Методы. Объектами исследований служили лугово-черноземная почва, *Achillea millefolium* L., *Tanacetum vulgare* L. Предшественник — чистый пар. Полевой опыт проводился в течение 2012–2015 гг. на опытном поле Омского ГАУ. Микроудобрения в опытах вносили однократно в год посадки лекарственных растений. Цинковые удобрения ($(\text{CH}_3\text{COOH})_2\text{Zn}$) вносили в дозах 20, 40, 60, 80 кг д. в. / га, медные ($(\text{CH}_3\text{COOH})_2\text{Cu}$) — в дозах 2,4, 4,9, 7,2, 9,7 кг д. в. / га на фоне макроудобрений ($\text{N}_{135}\text{P}_{45}\text{K}_{45}$). Отбор и анализ почвенных образцов осуществляли ежегодно в фазу отрастания.

Результаты. При проведении исследований установлено, что цинковые и медные удобрения на оптимальном макроэлементном фоне при низком содержании цинка ($< 2,0$ мг/кг) и меди в почве ($< 1,5$ мг/кг) обеспечивали повышение содержания подвижных форм цинка и меди, соответственно, на 108,3% и 54,5% (тысячелистник обыкновенный) и 672,7% и 61,5% (пижма обыкновенная) при внесении их в почву в ацетатной форме. Оптимальные уровни содержания подвижных форм цинка и меди в почве составили для тысячелистника обыкновенного, соответственно, 2,5 мг/кг и 0,17 мг/кг, пижмы обыкновенной 8,5 мг/кг и 0,21 мг/кг.

Ключевые слова: микроудобрения, лугово-черноземная почва, цинк, медь, лекарственные культуры, тысячелистник обыкновенный, пижма обыкновенная, южная лесостепь Западной Сибири.

Для цитирования: Жаркова Н.Н. Влияние микроудобрений на содержание микроэлементов в почве при выращивании лекарственных растений. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 87–92. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-87-92>

© Жаркова Н.Н.

Effect of microfertilizers on the content of trace elements in soil during cultivation of medicinal plants

ABSTRACT

Relevance. At present, the issues of mineral nutrition of medicinal plants with essential elements remain unstudied, and the lack of certain microelements in soils is an underestimated agroecological factor. This necessitates the study of the effect of different doses of zinc and copper fertilizers on the content of mobile forms of zinc and copper in the meadow-chernozem soil when cultivating *Achillea millefolium* L. and *Tanacetum vulgare* L. in the southern forest-steppe conditions of Western Siberia.

Methods. The research objects were meadow-chernozem soil, *Achillea millefolium* L., *Tanacetum vulgare* L. The field experiment was conducted during 2012–2015 on the experimental field of the Omsk State Agrarian University. Microfertilizers in the experiments were applied once in the year of planting medicinal plants. Zinc fertilizers ($(\text{CH}_3\text{COOH})_2\text{Zn}$) were applied in doses of 20, 40, 60, 80 kg/ha, copper ($(\text{CH}_3\text{COOH})_2\text{Cu}$) in doses of 2.4, 4.9, 7.2, 9.7 kg/ha against macrofertilizer ($\text{N}_{135}\text{P}_{45}\text{K}_{45}$). Soil samples were collected and analyzed annually in the growing phase.

Results. The research revealed that zinc and copper fertilizers on optimal macroelement background at low zinc ($< 2,0$ mg/kg) and copper content in soil ($< 1,5$ mg/kg) provided increase of zinc and copper mobile forms content in soil by 108,3% and 54,5% (*Achillea millefolium* L.) and 672,7% and 61,5% (*Tanacetum vulgare* L.), respectively, when applied in soil in acetate form. Optimal levels of the content of mobile forms of zinc and copper in the soil were 2.5 mg/kg and 0.17 mg/kg for *Achillea millefolium* L. respectively, 8.5 mg/kg and 0.21 mg/kg for *Tanacetum vulgare* L.

Key words: microfertilizers, meadow-chernozem soil, zinc, copper, medicinal crops, *Achillea millefolium* L., *Tanacetum vulgare* L., southern forest-steppe of Western Siberia.

For citation: Zharkova N.N. Effect of microfertilizers on the content of trace elements in soil during cultivation of medicinal plants. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 87–92. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-87-92> (In Russian).

© Zharkova N.N.

Введение / Introduction

В последнее время в России и за рубежом наблюдается увеличение потребности в качественном лекарственном сырье, так как долгие годы лекарственное растениеводство находилось в кризисном состоянии. Подсчитано, что потребности в лекарственном сырье покрываются за счет внутреннего рынка страны лишь на 1% [1]. В связи с этим в 2016 г. решением президиума Совета при Президенте РФ была утверждена дорожная карта «Хелснет» Национальной технологической инициативы.

В рамках направления «Превентивная медицина» дорожной карты предусматривается создание к 2035 г. около 300 тыс. фермерских хозяйств, занимающихся выращиванием, первичной переработкой и хранением лекарственного сырья [2], поэтому наряду с восстановлением хозяйственных структур, занимающихся выращиванием лекарственных растений, необходимо изучение агрохимических приемов их возделывания, приспособленных к зональным условиям региона, с целью повышения урожайности и качества. К числу таких регионов относится и Западная Сибирь, которая по почвенно-климатическим условиям и результатам опытных исследований пригодна для возделывания многолетних лекарственных растений [3, 4].

Многочисленными исследованиями последних лет установлено, что одним из главных факторов нарушения функционирования агроэкосистем является несбалансированное питание растений. Многие российские [5–11] и зарубежные [12–14] авторы отмечают дефицит содержания микроэлементов на различных типах почв и целесообразность внесения микроудобрений.

Установлено, что в Российской Федерации потребность почв в медных удобрениях достигает 50–60%, в цинковых — около 90% [15]. Подобная ситуация отмечается и на черноземных почвах Омской области, где содержание подвижного цинка находится на низком уровне (98,9% обследованных площадей), подвижной меди — на низком и среднем уровне (47,1% и 50,0% обследованной площади соответственно) [16].

Проведение химического анализа почвы позволяет оценить содержание в почве элементов минерального питания и выполнить прогноз эффективности применения микроудобрений. Для разработки почвенной диагностики необходимо знать содержание макро- и микроэлементов в почве, а также потребность растений в них в различные периоды их роста и развития для получения высоких урожаев.

В настоящее время остаются неизученными вопросы минерального питания лекарственных растений цинком и медью для условий юга Западной Сибири, а недостаток в почвах микроэлементов является недооцененным агроэкологическим фактором. Это обуславливает необходимость изучения закономерностей действия и последствия микроэлементов в системе «удобрение — почва» в зональных условиях юга Западной Сибири.

Цель исследований — изучить влияние внесения различных доз цинк- и медьсодержащих удобрений

на химический состав лугово-черноземной почвы при возделывании тысячелистника и пижмы обыкновенной.

Материал и методы исследования / Materials and method

Объектами изучения явились лекарственные растения — лугово-черноземная почва и лекарственные растения семейства сложноцветных (тысячелистник обыкновенный *Achillea millefolium* L. и пижма обыкновенная *Tanacetum vulgare* L.).

Многолетние полевые опыты с тысячелистником и пижмой обыкновенной проводили на территории опытного поля Омского ГАУ (2012–2015 гг.). Почва опытного участка — лугово-черноземная маломощная малогумусовая тяжелосуглинистая. Агрохимическая характеристика почвы (слой 0–30 см) в период закладки полевых опытов (2012 г.) представлена в таблице 1. Подвижные формы микроэлементов определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии согласно ГОСТ Р 50686-94 и ГОСТ Р 50684-94; фосфора и калия согласно ГОСТ 26204-91.

Закладка полевых опытов проводилась по общепринятым методикам, разработанным и утвержденным РАСХН для лекарственных культур [17, 18]. Опыт закладывали в четырехкратной повторности. Учетная площадь делянки — 10 м². Предшественник — чистый пар.

Посадку лекарственных растений осуществляли рассадой в мае. Схема посадки растений — 50 × 10 см. Макро- и микроудобрения вносили однократно в год посадки лекарственных растений в следующих формах: ацетат меди (CH₃COO)₂Cu — 32%, аммиачная селитра N — 34,4%, двойной суперфосфат P₂O₅ — 37%, хлористый калий K — 60%.

Удобрения вносили вручную в рядки. Отбор и анализ почвенных образцов осуществляли ежегодно в фазу отрастания. Почвенные образцы отбирали почвенным буром на глубину 0–30 см по вариантам опыта методом конверта.

Таблица 1. Агрохимическая характеристика лугово-черноземной почвы опытного поля

Table 1. Agrochemical characteristics of meadow-chernozem soil of the experimental field

Элементы питания	Содержание, мг/кг
N-NO ₃ (водная вытяжка)	7,0
P ₂ O ₅ (метод Ф.В. Чирикова)	216
K ₂ O (метод Ф.В. Чирикова)	419
Cu (атомно-адсорбционный метод*)	0,10
Zn (атомно-адсорбционный метод*)	0,65
Примечание: * — в ацетатно-аммонийном буферном растворе с pH = 4,8.	

Таблица 2. Схема опыта

Table 2. Experiment scheme

Вид удобрения	Доза, кг д. в./га (доля ПДК-элемента)				
Без удобрений (контроль)	-	-	-	-	-
Фон (НРК)	N ₁₃₅ P ₄₅ K ₄₅	-	-	-	-
Цинковые удобрения	N ₁₃₅ P ₄₅ K ₄₅	Zn ₂₀ (0,25 ПДК)	Zn ₄₀ (0,50 ПДК)	Zn ₆₀ (0,75 ПДК)	Zn ₈₀ (1,0 ПДК)
Медные удобрения	N ₁₃₅ P ₄₅ K ₄₅	Cu _{2,4} (0,25 ПДК)	Cu _{4,9} (0,50 ПДК)	Cu _{7,2} (0,75 ПДК)	Cu _{9,7} (1,0 ПДК)

Таблица 3. Содержание подвижных форм цинка и меди в лугово-черноземной почве под лекарственными растениями в фазу отрастания, средние данные за 2012–2015 гг. ($M \pm SEM$, $n = 40$)

Table 3. Content of mobile forms of zinc and copper in meadow-chnozem soil under medicinal plants in the growing phase, average data for 2012–2015 ($M \pm SEM$, $n = 40$)

Вариант		Тысячелистник обыкновенный		Пижма обыкновенная	
		Цинк, мг/кг	Медь, мг/кг	Цинк, мг/кг	Медь, мг/кг
Контроль		1,1 ± 0,07	0,09 ± 0,004	1,0 ± 0,34	0,10 ± 0,007
N ₁₃₅ P ₄₅ K ₄₅ (фон)		1,2 ± 0,06	0,11 ± 0,001	1,1 ± 0,33	0,13 ± 0,005
Фон	Zn ₂₀	1,3 ± 0,04	0,11 ± 0,001	1,7 ± 0,26**	0,15 ± 0,002*
	Zn ₄₀	1,9 ± 0,02**	0,12 ± 0,0003	6,2 ± 0,24**	0,17 ± 0,0001**
	Zn ₆₀	2,5 ± 0,09**	0,14 ± 0,002**	8,5 ± 0,50**	0,20 ± 0,003**
	Zn ₈₀	2,8 ± 0,12**	0,10 ± 0,003	9,7 ± 0,63**	0,17 ± 0,0001**
	Cu _{2,4}	1,2 ± 0,06	0,12 ± 0,0003	2,0 ± 0,23**	0,17 ± 0,0001**
	Cu _{4,9}	1,4 ± 0,03	0,13 ± 0,001*	2,2 ± 0,21**	0,18 ± 0,001**
	Cu _{7,2}	1,6 ± 0,01**	0,14 ± 0,002**	3,8 ± 0,03**	0,21 ± 0,004**
	Cu _{9,7}	2,0 ± 0,03**	0,17 ± 0,005**	4,2 ± 0,02**	0,23 ± 0,006**
ПДК		23	3	23	3

Примечание: * — достоверно относительно контроля на уровне значимости $p \leq 0,05$; ** — достоверно относительно фона на уровне значимости $p \leq 0,05$.

Таблица 4. Взаимосвязь между дозами микроудобрений и содержанием подвижных форм цинка и меди в почве под лекарственными растениями

Table 4. Relationship between doses of microfertilizers and content of mobile forms of zinc and copper in soil under medicinal plants

Год жизни культуры	Уравнение регрессии		Коэффициент интенсивности действия b , мг/кг	Коэффициент корреляции (r)
Тысячелистник обыкновенный				
1-й (2012 г.)	$Y_{Zn1} = 0,01 Zn + 0,97$	(1)	0,01	$r = 0,95$
	$Y_{Cu1} = 0,003 Cu + 0,10$	(2)	0,003	$r = 0,97$
2-й (2013 г.)	$Y_{Zn2} = 0,03 Zn + 0,96$	(3)	0,03	$r = 0,88$
	$Y_{Cu2} = 0,006 Cu + 0,11$	(4)	0,006	$r = 0,96$
3-й (2014 г.)	$Y_{Zn3} = 0,04 Zn + 0,71$	(5)	0,04	$r = 0,94$
	$Y_{Cu3} = 0,006 Cu + 0,12$	(6)	0,006	$r = 0,98$
4-й (2015 г.)	$Y_{Zn4} = 0,02 Zn + 1,74$	(7)	0,02	$r = 0,99$
	$Y_{Cu4} = 0,004 Cu + 0,10$	(8)	0,004	$r = 0,95$
Средние данные (2012–2015 гг.)	$Y_{Zn} = 0,02 Zn + 1,05$	(9)	0,02	$r = 0,96$
	$Y_{Cu} = 0,006 Cu + 0,11$	(10)	0,006	$r = 0,96$
	$Y_{Cu} = 0,001 Zn + 0,11$	(11)	0,001	$r = 0,91$
	$Y_{Zn} = 0,08 Cu + 1,08$	(12)	0,08	$r = 0,95$
Пижма обыкновенная				
1-й (2012 г.)	$Y_{Zn1} = 0,001 Zn + 0,71$	(13)	0,001	$r = 0,99$
	$Y_{Cu1} = 0,006 Cu + 0,10$	(14)	0,006	$r = 0,99$
2-й (2013 г.)	$Y_{Zn2} = 0,07 Zn + 0,32$	(15)	0,07	$r = 0,90$
	$Y_{Cu2} = 0,012 Cu + 0,13$	(16)	0,012	$r = 0,97$
3-й (2014 г.)	$Y_{Zn3} = 0,14 Zn + 0,24$	(17)	0,14	$r = 0,95$
	$Y_{Cu3} = 0,015 Cu + 0,19$	(18)	0,015	$r = 0,97$
4-й (2015 г.)	$Y_{Zn4} = 0,32 Zn + 0,17$	(19)	0,32	$r = 0,96$
	$Y_{Cu4} = 0,006 Cu + 0,13$	(20)	0,006	$r = 0,87$
Средние данные (2012–2015 гг.)	$Y_{Zn} = 0,13 Zn + 0,37$	(21)	0,13	$r = 0,97$
	$Y_{Cu} = 0,01 Cu + 0,14$	(22)	0,01	$r = 0,99$
	$Y_{Cu} = 0,001 Zn + 0,13$	(23)	0,001	$r = 0,99$
	$Y_{Zn} = 0,34 Cu + 1,03$	(24)	0,34	$r = 0,95$

Микроудобрения вносили в дозах предельно допустимых концентраций (ПДК): 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 (табл. 2). В расчете учитывали содержание микроэлементов до посадки и ПДК Zn и Cu в почве (23 мг/кг и 3 мг/кг) (СанПИН 1.2.3685-21).

На основании ранее проведенных исследований с многолетними культурами [19] расчет фона ($N_{135}P_{45}K_{45}$) проводили с учетом потребности растений в удобрениях в основное внесение.

Статистическая обработка экспериментальных данных методами вариационного (C_v , %) и корреляционного анализа (r), а также наименьшая существенная разница в опыте ($HCP_{0,5}$) проводились по Методике полевого опыта [17] с использованием компьютерных программ Microsoft Office Excel и Diana.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты многолетних исследований содержания подвижных форм микроэлементов в почве в полевых опытах с лекарственными растениями представлены в таблице 3.

В среднем за годы исследований при внесении расчетных доз цинковых удобрений в пределах оптимальной дозы (60 кг д. в. Zn/га, исходя из урожайных данных) содержание подвижного цинка в почве под растениями тысячелистника обыкновенного в фазу отрастания повышалось с 1,3 мг/кг до 2,5 мг/кг, подвижной меди — с 0,11 мг/кг до 0,14 мг/кг почвы.

В опыте с пижмой обыкновенной в вариантах с внесением цинковых удобрений в пределах оптимальной дозы 60 кг д. в. / га (по урожайным данным) содержание Zn было заметно выше и изменялось от 1,7 мг/кг до 8,5 мг/кг, Cu — от 0,15 мг/кг до 0,20 мг/кг.

Содержание подвижных форм микроэлементов в почве увеличивалось прямо пропорционально вносимым дозам медных удобрений. Так, в опыте с тысячелистником обыкновенным дозы Cu от 2,4 кг до 9,7 кг д. в. / га в среднем за 2012–2015 гг. повышали содержание Cu с 0,12 мг/кг до 0,17 мг/кг, Zn — с 1,2 мг/кг до 2,0 мг/кг.

В исследованиях с пижмой обыкновенной медные удобрения в дозах 2,4–7,2 кг д. в. / га повышали концентрацию Cu в почве на 30,8–61,5%, Zn — на 81,8–245,5% по сравнению с фоном. Содержание подвижных

форм цинка и меди в почве под лекарственными растениями не превышало установленной ПДК для этих элементов (табл. 3).

Математическая обработка полученных многолетних данных 2012–2015 гг. в опытах с многолетними лекарственными растениями позволила получить уравнения зависимости содержания подвижного Zn (Y_{Zn}) и Cu (Y_{Cu}) в слое почвы 0–30 см от доз вносимых ацетатных форм цинковых и медных удобрений по годам проводимых исследований (табл. 4, уравнения 1–24).

В 2012 году при внесении каждого килограмма цинковых удобрений под тысячелистник обыкновенный в дозах 20, 40, 60 кг д. в. / га на фоне NPK коэффициент интенсивности действия цинковых удобрений b на содержание Zn в слое почвы 0–30 см составил 0,01 мг/кг (табл. 4, уравнение 1).

Для повышения содержания подвижного Zn на 1 мг/кг почвы требуется внести 100 кг Zn-удобрений ($r = 0,95$). Каждый килограмм Cu-удобрений, внесенных до оптимальных доз (9,7 кг д. в. / га), повышал содержание подвижной Cu в почве на 0,003 мг/кг, $r = 0,97$ (табл. 4, уравнение 2).

В последующие годы (2013–2015 гг.) коэффициенты интенсивности последствия Zn-удобрений b на содержание Zn в почве составили: 2013 г. — 0,03 мг/кг ($r = 0,88$, уравнение 3), 2014-й — 0,04 мг/кг ($r = 0,94$, уравнение 5), 2015-й — 0,02 мг/кг ($r = 0,99$, уравнение 7).

Отсюда можно сделать вывод, что для повышения содержания Zn на 1 мг/кг почвы в среднем за годы последствия требуется внести 33,3 кг Zn-удобрений, что указывает на повышение коэффициента b интенсивности действия внесенных доз удобрений на лугово-черноземную почву в годы последствия.

Коэффициент интенсивности последствия Cu-удобрений b составил в 2013–2014 гг. 0,006 (табл. 4, уравнения 4, 6), в 2015-м — 0,004 мг/кг (табл. 4, уравнение 8). Таким образом, из уравнений 1–8 следует, что влияние Zn- и Cu-удобрений на химический состав почвы зависит от года жизни культуры.

В среднем за годы исследований в опыте с тысячелистником обыкновенным разовое внесение каждого килограмма Zn-удобрений повышает содержание в почве (в пределах оптимальной дозы) Zn на 0,02 мг/кг, Cu — на 0,001 мг/кг (табл. 4, уравнения 9, 11), внесение Cu-удобрений увеличивает содержание Cu на 0,006 мг/кг, Zn — на 0,08 мг/кг почвы (табл. 4, уравнения 10, 12).

Установлено, что коэффициенты интенсивности действия микроудобрений (b) на химический состав почвы при возделывании тысячелистника в течение первых трех лет жизни культуры (как по Zn, так и по Cu) увеличивались соответственно: 0,01 мг/кг → 0,03 мг/кг → 0,04 мг/кг и 0,003 г/кг → 0,006 мг/кг → 0,006 мг/кг, что связано с растворимостью микроэлементов в годы последствия.

По годам проводимых исследований коэффициенты интенсивности действия Zn-удобрений bZn закономерно повышаются: 0,001 мг/кг → 0,07 мг/кг → 0,14 мг/кг → 0,32 мг/кг (уравнения 13, 15, 17, 19). В среднем за 2012–2015 гг. 1 кг Zn/га равен 0,13 мг/кг, то есть для повышения подвижного Zn в почве на 1 мг/кг необходимо внести 7,7 кг Zn-удобрений (табл. 4, уравнение 21).

В годы действия и последствия внесенных Cu-удобрений в лугово-черноземную почву коэффициенты интенсивности действия b_{Cu} каждого килограмма Cu характеризовались низкими величинами. Так, в 2012 г. b_{Cu} был равен 0,006 мг/кг, в последующие годы (2013–2015 гг.) варьировал в пределах 0,006–

0,015 мг/кг (табл. 4, уравнения 14, 16, 18, 20). Исходя из этих нормативов, в среднем за годы исследований 1 мг подвижной Cu на 1 кг почвы эквивалентен 100 кг Cu-удобрений (табл. 4, уравнение 23).

Согласно уравнениям 21, 22, оптимальный уровень содержания подвижных форм Zn и Cu в лугово-черноземной почве соответствует оптимальному прогнозу питания: Zn — 8,2 мг/кг, Cu — 0,21 мг/кг (фактически в почве: Zn — 8,5 мг/кг, Cu — 0,20 мг/кг).

Поступившие в почву макро- и микроудобрения способны влиять на мобильность и ряда других элементов [20–23], поэтому на основе экспериментальных данных (табл. 3) были получены не только прямые, но и обратные связи между Zn и Cu.

Было выявлено, что Cu-удобрения в большей степени повышали содержание подвижного Zn в почве в сравнении с Zn-удобрениями. Коэффициент интенсивности действия b 1 кг внесенной Cu на содержание Zn в почве в среднем за годы исследований в зависимости от культуры составлял 0,08 мг/кг (тысячелистник — табл. 4, уравнение 12), 0,34 мг/кг (пижма — табл. 4, уравнение 24).

Zn-удобрения в меньшей степени повышали содержание Cu в почве — 0,001 мг/кг (тысячелистник, пижма — табл. 4, уравнение 11; табл. 4, уравнение 23).

Из вышесказанного следует, что Cu-удобрения повышают содержание не только Cu в почве, но и Zn. Это позволяет сделать вывод о наличии синергизма между Cu и Zn, тем самым снизить антропогенную нагрузку на почву и растения при внесении микроудобрений.

Исследования, проведенные в 2012–2015 гг., дали возможность получить математические уравнения 1–24), отображающие зависимость содержания Zn и Cu в почве от доз применяемых микроудобрений. Эти уравнения позволяют связать накопление микроэлементов в почве с дозами применяемых микроудобрений.

Выявленные в ходе исследований коэффициенты интенсивности действия единицы поступившего в почву микроэлемента b (мг/кг) позволяют произвести ориентировочный прогноз накопления Zn и Cu в лугово-черноземной почве при внесении микроудобрений, используя формулу 1:

$$C_{\text{опт}} = D \cdot b + C_n, \quad (1)$$

где C_n и $C_{\text{опт}}$ — содержание микроэлемента в почве до C_n и после $C_{\text{опт}}$ применения удобрений, мг/кг почвы; D — оптимальная доза внесения микроэлемента, кг/га; b — коэффициент интенсивности действия, мг/кг почвы.

Подставив в формулу 25 лучшие дозы Zn (60 кг д. в. / га) и Cu (9,7, 7,2 кг д. в. / га) для конкретных лекарственных культур, получим оптимальные уровни содержания микроэлементов в системе «почва — растение» (табл. 5).

Для диагностирования микроэлементного питания многолетних лекарственных культур и в дальнейшем расчета доз применяемых микроудобрений наибольший интерес представляют уравнения 1, 2 (табл. 4) и 13, 14 (табл. 5).

Полученные на основе данных уравнений нормативные количественные характеристики (b_{Zn} — 0,01 мг/кг, 0,001 мг/кг, b_{Cu} — 0,003 мг/кг, 0,006 мг/кг) и установленные оптимальные параметры ($C_{\text{опт}}$) Zn и Cu в слое почвы 0–30 см (табл. 6) дают возможность рассчитать дозы удобрений (D) для создания оптимальных уровней элементов питания в почве для конкретных лекарственных культур по формуле 2:

$$D = (C_{\text{опт}} - C_{\phi}) / b, \text{ кг д. в. / га}, \quad (2)$$

Таблица 5. Оптимальные уровни содержания микроэлементов в лугово-черноземной почве для изучаемых лекарственных растений

Table 5. Optimal levels of trace elements in meadow-chnozem soil for the studied medicinal plants

Год жизни растений	Оптимальная доза, кг д. в. / га	Коэффициент интенсивности действия b	Cn, мг/кг	Прогнозирование Сопт, мг/кг	Фактическое содержание микроэлементов, мг/кг	Ошибка, %
Тысячелистник обыкновенный						
1-й год (2012 г.)	Zn ₆₀	0,01	1,01	1,61	1,6	-
	Cu _{9,7}	0,003	0,10	0,13	0,13	-
2-й год (2013 г.)	Zn ₆₀	0,03	1,25	3,1	2,8	10,7
	Cu _{9,7}	0,006	0,11	0,17	0,17	-
3-й год (2014 г.)	Zn ₆₀	0,04	0,99	3,4	3,1	9,7
	Cu _{9,7}	0,006	0,12	0,18	0,18	-
4-й год (2015 г.)	Zn ₆₀	0,02	1,70	2,9	2,7	7,4
	Cu _{9,7}	0,004	0,11	0,15	0,15	-
В среднем за 2012–2015 гг.	Zn ₆₀	0,02	1,24	2,4	2,5	-4,0
	Cu _{9,7}	0,005	0,11	0,16	0,17	-5,9
Пижма обыкновенная						
1-й год (2012 г.)	Zn ₆₀	0,001	0,71	0,77	0,79	-2,5
	Cu _{7,2}	0,006	0,10	0,14	0,14	-
2-й год (2013 г.)	Zn ₆₀	0,06	0,87	4,5	5,0	-10,0
	Cu _{7,2}	0,012	0,12	0,21	0,21	-
3-й год (2014 г.)	Zn ₆₀	0,14	0,99	9,4	8,8	6,8
	Cu _{7,2}	0,015	0,18	0,29	0,29	-
4-й год (2015 г.)	Zn ₆₀	0,32	1,66	20,9	19,2	8,9
	Cu _{7,2}	0,006	0,13	0,17	0,18	-5,6
В среднем за 2012–2015 гг.	Zn ₆₀	0,13	1,06	8,9	8,5	4,7
	Cu _{7,2}	0,01	0,13	0,20	0,21	-4,8

где C_{ϕ} — фактическое содержание Zn и Cu в почве, мг/кг; b — коэффициент интенсивности действия удобрения на создание элемента питания в почве.

Подставив в формулу 2 оптимальные уровни содержания Zn и Cu в почве, коэффициенты интенсивности

действия микроудобрений b на химический состав почвы, формулы расчета оптимальных доз Zn- и Cu-удобрений для лекарственных растений будут иметь вид:

$$D_{Zn} = (1,61_{опт} - 1,01_{\phi}) / 0,01 = 60 \text{ кг д. в. / га} \quad (3)$$

$$D_{Cu} = (0,13_{опт} - 0,10_{\phi}) / 0,003 = 10 \text{ кг д. в. / га} \quad (4)$$

$$D_{Zn} = (0,77_{опт} - 0,71_{\phi}) / 0,001 = 60 \text{ кг д. в. / га} \quad (5)$$

$$D_{Cu} = (0,14_{опт} - 0,10_{\phi}) / 0,006 = 6,7 \text{ кг д. в. / га} \quad (6)$$

Таким образом, установленные количественные характеристики между химическим составом почвы и внесенными дозами микроэлементов в почву имеют большое значение при разработке системы применения удобрений под конкретную культуру.

Выводы / Conclusions

На основании проведенных исследований и выявленных математических зависимостей установлены коэффициенты интенсивности действия единицы Zn и Cu, внесенных в составе удобрения в почву, на ее химический состав (содержание подвижных Zn и Cu): b_{Zn} и b_{Cu} — 0,01 и 0,003 (тысячелистник) и 0,001 и 0,006 (пижма). Определены оптимальные уровни содержания подвижных форм Zn и Cu в лугово-черноземной почве для: тысячелистника обыкновенного — 2,5 мг/кг и 0,17 мг/кг, пижмы обыкновенной —

8,5 мг/кг и 0,21 мг/кг соответственно.

Установленные оптимальные уровни содержания микроэлементов в почве, коэффициенты интенсивности действия Zn и Cu позволяют проводить расчеты доз микроудобрений в основное внесение.

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

- Черкашина Е.В., Шурухина А.Н. Развитие и совершенствование эфиромасличной и лекарственной отрасли. *Известия Дагестанского ГАУ*. 2020; 3(7): 59–65.
- Козко А.А., Цицилин А.Н. Перспективы и проблемы возрождения лекарственного растениеводства в России. *Биология растений и садоводство: теория, инновации*. 2018; 146: 18–25.
- Загумеников В.Б., Дмитрук С.Е., Загуменикова Т.Н. [и др.] Возделывание лекарственных растений в условиях Западной Сибири и Центрального Казахстана. Томск: ЗАО «Издательство научно-технической литературы». 2001; 196.
- Аникина А.Ю., Басалаева И.В., Бушковская Л.М. [и др.]. Лекарственные и эфиромасличные культуры: особенности возделывания на территории Российской Федерации. Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений». 2021; 256.
- Аристархов А.Н., Виноградов В.В., Яковлева Т.А. Эффективность разных форм и доз цинковых удобрений при внесении под яровую и озимую пшеницу *Triticum aestivum* L. в Нечерноземье. *Проблемы агрохимии и экологии*. 2019; 4: 39–42. DOI 10.26178/AE.2019.17.13.004

REFERENCES

- Cherkashina E.V., Shurukhina A.N. Development and improvement of the ethereal and medicinal industry. *Proceedings of Dagestan State Agrarian University*. 2020; 3(7): 59–65 (In Russian).
- Kozko A.A., Tsitsilin A.N. Prospects and problems of revival of medicinal plant growing in Russia. *Plant biology and horticulture: theory, innovations*. 2018; 146: 18–25 (In Russian).
- Zagumennikov V.B., Dmitruk S.E., Zagumennikova T.N. [et al.] Cultivation of medicinal plants in the conditions of Western Siberia and Central Kazakhstan. Tomsk: ZAO Publishers of Scientific and Technical Literature. 2001; 196 (In Russian).
- Anikina A.Y., Basalaeva I.V., Bushkovskaya L.M. [et al.] Medicinal and essential oil-bearing crops: peculiarities of cultivation in the Russian Federation. Moscow: Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants». 2021; 256 (In Russian).
- Aristarkhov A.N., Vinogradov V.V., Yakovleva T.A. Effectiveness of different forms and doses of zinc fertilizers when applied to spring and winter wheat *Triticum aestivum* L. in Non-Chernozem region. *Problems of agrochemistry and ecology*. 2019; 4: 39–42 (In Russian). DOI 10.26178/AE.2019.17.13.004

6. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. Москва: Мир. 1989; 439.
7. Жаркова Н.Н., Сухоцкая В.В., Ермохин Ю.И. Содержание некоторых биологически активных веществ и химических элементов в лекарственном сырье *Echinacea purpurea* (L.) Moench под влиянием эссенциального микроэлемента Cu. *Сельскохозяйственная биология*. 2020; 55(3): 588–596. DOI 10.15389/agrobiology.2020.3.588rus
8. Пейве Я.В. Агрохимия и биохимия микроэлементов. Москва: Наука. 1980; 430.
9. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Ковалев С.С., Осипов М.А. Влияние микроудобрений на продуктивность агроценоза ячменя озимого при его размещении на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья. Энтузиасты аграрной науки. *Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 310-летию Йогану Готтшальку Вальериусу и 90-летию академика Ефимова Виктора Никифоровича*. Краснодар. 2019; 156–165.
10. Дериглазова Г.М., Митрохина О.А., Боева Н.Н. Значение некорневой обработки отдельными микроэлементами и комплексными удобрениями посевов зерновых культур. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2011; 3: 45–47.
11. Митрохина О.А. Оценка содержания и баланса основных микроэлементов в пахотных почвах ЦЧР. *Агрохимический вестник*. 2020; 5: 58–64. DOI 10.24411/1029-2551-2020-10070
12. Monreal C.M., DeRosa M., Mallubhotla S.C. et al. Nanotechnologies for increasing the crop use efficiency of fertilizer-micronutrients. *Biol. Fertil. Soils* 2016; 52(3): 423–437. <https://doi.org/10.1007/s00374-015-1073-5>
13. Oliver M.A., Gregory P.J. Soil, food security and human health: a review *Eur. J. Soil Sci.* 2015; 66: 257–276. <https://doi.org/10.1111/ejss.12216>
14. Voortman R., Bindraban P.S. Beyond N and P: Toward a Land Resource Ecology Perspective and Impactful Fertilizer Interventions in Sub-Saharan Africa. *VFRC Report 2015/1. Virtual Fertilizer Research Center*. Washington D.C. 2015; 49.
15. Аристархов А.Н., Кирпичников Н.А., Виноградов В.В. Эффективность применения цинковых удобрений под озимую пшеницу. *Плодородие*. 2019; 2(107): 7–11. DOI 10.25680/S19948603.2019.107.02
16. Красницкий В.М. Эколого-агрохимическая оценка плодородия почв и эффективности применения удобрений в Западной Сибири: дисс. ... д-ра с.-х. наук. Омск. 2002; 52.
17. Брыкин А.И. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами Москва: Минмедпром. 1981; 60.
18. Майсурадзе Н.И. Методика исследований при интродукции лекарственных растений. Обзорная информация. Москва: ЦБНТИ Медпром. 1984; 32.
19. Тищенко Н.Н. Диагностика минерального питания, эффективности удобрений, величины и качества урожая тысячелистника обыкновенного *Achillea millefolium* L. на лугово-черноземной почве Западной Сибири: автореферат диссертации кандидат сельскохозяйственных наук. Омск. 2010; 16.
20. Ермаков В.В. Современные тенденции развития биогеохимии в условиях техногенеза биосферы. Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах. *Сборник материалов II Международной школы-семинара для молодых исследователей «Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах», посвященной памяти профессора В.Б. Ильина. Тюмень*. 2020; 9–27.
21. Ермохин Ю.И., Красницкий В.М. Введение йода в систему «почва — растение — идентификация ответной реакции растений» по изменению содержания макро- и микроэлементов. Современные достижения в экологии, почвоведении и земледелии. *Сборник материалов Междуна. науч.-практ. конф. Кокшетау*. 2019; 544–554.
22. Ермохин Ю.И., Синдирева А.В. О взаимосвязях в питании растений и применении удобрений. Плодородие почв и оценка продуктивности земледелия. *Материалы научно-производственной конференции с международным участием*. Тюмень. 2018; 118–132.
23. Жаркова Н.Н., Сухоцкая В.В., Ермохин Ю.И. Оценка элементного химического состава лекарственного сырья *Achillea millefolium* L. и *Echinacea purpurea* L. при внесении в почву цинка и меди. *Земледелие*. 2021; 1: 19–22. DOI 10.24411/0044-3913-2021-10105
6. Kabata-Pendias A., Pendias H. Micronutrients in soils and plants. Moscow: Mir. 1989; 439 (In Russian).
7. Zharkova N.N., Sukhotskaya V.V., Ermokhin Y.I. The content of some biologically active substances and chemical elements in medicinal raw materials *Echinacea purpurea* (L.) Moench under the influence of the essential trace element Cu. *Agricultural Biology*. 2020; 55(3): 588–596 (In Russian). DOI 10.15389/agrobiology.2020.3.588rus
8. Peyve Y.V. Agrochemistry and biochemistry of microelements. Moscow: Nauka. 1980; 430 (In Russian).
9. Sheudzen A.Kh., Bondareva T.N., Kovalev S.S., Osipov M.A. Effect of microfertilizers on the productivity of winter barley agroecosystem in its placement on leached chernozem of the Western Caucasus. *Enthusiasts of Agrarian Science. Collection of articles on the materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 310th anniversary of Johan Gottschalk Wallerius and the 90th anniversary of Academician Efimov Viktor Nikiforovich*. Krasnodar. 2019; 156–165 (In Russian).
10. Deriglazova G.M., Mitrokhina O.A., Boeva N.N. The significance of foliar treatment with separate microelements and complex fertilizers of grain crops. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2011; 3: 45–47 (In Russian).
11. Mitrokhina O.A. Evaluation of the content and balance of major trace elements in arable soils of the Central Chernobyl Region. *Agrochemical Bulletin*. 2020; 5: 58–64 (In Russian). DOI 10.24411/1029-2551-2020-10070
12. Monreal C.M., DeRosa M., Mallubhotla S.C. et al. Nanotechnologies for increasing the crop use efficiency of fertilizer-micronutrients. *Biol. Fertil. Soils* 2016; 52(3): 423–437. <https://doi.org/10.1007/s00374-015-1073-5>
13. Oliver M.A., Gregory P.J. Soil, food security and human health: a review *Eur. J. Soil Sci.* 2015; 66: 257–276. <https://doi.org/10.1111/ejss.12216>
14. Voortman R., Bindraban P.S. Beyond N and P: Toward a Land Resource Ecology Perspective and Impactful Fertilizer Interventions in Sub-Saharan Africa. *VFRC Report 2015/1. Virtual Fertilizer Research Center*. Washington D.C. 2015; 49.
15. Aristarkhov A.N., Kirpichnikov N.A., Vinogradov V.V. Effectiveness of zinc fertilizers for winter wheat. *Fertility*. 2019; 2(107): 7–11 (In Russian). DOI 10.25680/S19948603.2019.107.02
16. Krasnitsky V.M. Ecological and agrochemical assessment of soil fertility and the effectiveness of fertilizers in Western Siberia: diss. ... Doctor of Agricultural Sciences. Omsk. 2002; 52 (In Russian).
17. Brykin A.I. Conducting field experiments with medicinal crops Moscow: Minmedprom. 1981; 60 (In Russian).
18. Maisuradze N.I. Research methods in the introduction of medicinal plants. Review information. Moscow: Central Bureau of Scientific and Technical Information Medprom. 1984; 32 (In Russian).
19. Tishchenko N.N. Diagnostics of mineral nutrition, the effectiveness of fertilizers, the size and quality of the yield of yarrow *Achillea millefolium* L. on the meadow-chernozem soil of Western Siberia: dissertation abstract candidate of agricultural sciences. Omsk. 2010; 16 (In Russian).
20. Ermakov V.V. Modern trends in the development of biogeochemistry in the conditions of technogenesis of the biosphere. Biogeochemistry of chemical elements and compounds in natural environments. *Collection of materials of the II International School-seminar for young researchers «Biogeochemistry of chemical elements and compounds in natural environments», dedicated to the memory of Professor V.B. Ilyin. Tyumen*. 2020; 9–27.
21. Ermokhin Y.I., Krasnitsky V.M. Introduction of iodine into the «soil — plant — identification of plant response» system for changes in the content of macro- and microelements. Modern achievements in ecology, soil science and agriculture. *Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference*. Kokshetau. 2019; 544–554. (In Russian).
22. Ermokhin Y.I., Sindireva A.V. On the relationship in plant nutrition and fertilizer application. Soil fertility and assessment of agricultural productivity. *Materials of the scientific and production conference with international participation*. Tyumen. 2018; 118–132 (In Russian).
23. Zharkova N.N., Sukhotskaya V.V., Ermokhin Y.I. Assessment of the elemental chemical composition of medicinal raw materials *Achillea millefolium* L. and *Echinacea purpurea* L. when applying zinc and copper in the soil. *Farming*. 2021; 1: 19–22 (In Russian). DOI 10.24411/0044-3913-2021-10105

ОБ АВТОРАХ:

Наталья Николаевна Жаркова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Институтская пл., 1, г. Омск, 644008, Российская Федерация
E-mail: nn.zharkova@omgau.org
<https://orcid.org/0000-0003-2970-328X>

ABOUT THE AUTHORS:

Natalya Nikolaevna Zharkova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 1, Institutskaya sq., Omsk, 644008, Russian Federation
E-mail: nn.zharkova@omgau.org
<https://orcid.org/0000-0003-2970-328X>

СОЯ: ПОГРУЖЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ

Когда сельхозпроизводители начинают возделывать сою, у них возникает огромное количество вопросов – от подбора сорта до расчета себестоимости полученной продукции. Какой сорт использовать, как погода отражается на сроках сева, как повлиять на будущий урожай еще на этапе планирования и какой продукт для защиты семян сои выбрать? На эти и многие другие вопросы эксперты компании «Сингента» отвечают в этой статье.

В 2022 году в России площадь посевов сои составила почти 3,4 млн га, что на 350 тыс. га больше, чем в 2021 году. Еще пять лет назад площадей было меньше практически в два раза. Во многих регионах продолжают строить объекты по переработке и хранению масличных культур — это связано с тем, что продолжающийся рост отрасли животноводства нуждается в доступных кормах. Именно поэтому производство соевого шрота и комбикормов остается востребованным. Ситуация с ценами на корма постоянно отслеживается, ведь при недостатке соевого белка цена данного вида корма будет расти, что, в свою очередь, приведет к росту цен на мясо. Аналитики прогнозируют, что в скором времени производители столкнутся со снижением объема валового сбора и качества урожая — мы подойдем к планке, преодолеть которую смогут лишь те агропроизводители, которые будут не только использовать оптимальную технологию возделывания и минеральные удобрения, но и правильно подбирать сорта, нормы высева, сроки посева и системы защиты семян. Во многом все эти параметры зависят от технологии возделывания, на фоне повышенного интереса к сое и продуктам ее производства в ключевых регионах страны прослеживается общая тенденция к интенсификации.

СОРТА СОИ

На что стоит обратить внимание при подборе сорта сои? В первую очередь, на его технические особенности и только во вторую — на название и поставщика.

К основным показателям сорта относятся:

- срок созревания;
- детерминантность;
- потенциал урожая;
- содержание белка и масла;
- районированность;
- устойчивость к стрессам;
- высота прикрепления нижнего боба и др.

Необходимо учитывать прежде всего срок созревания и детерминантность сорта.

По типу роста различают следующие сорта сои:

- детерминантные — сорта, прекращающие рост в фазу цветения;
- полудетерминантные — сорта, продолжающие рост в течение двух недель после фазы цветения;
- индетерминантные — сорта, растущие до фазы налива зерна.

Чаще всего ультраранние, ранние и среднеранние сорта относятся к детерминантной группе, средние — к полудетерминантной и среднепоздней, а поздние — к индетерминантной.

РЕШЕНИЕ «СИНГЕНТЫ» ПРИ РАСТЯНУТЫХ СРОКАХ СЕВА

Эксперты компании «Сингента» рекомендуют: чем раньше начинается посев сои, тем более позднеспелые и индетерминантные сорта необходимо высевать.

Посев в ранние сроки приводит к большему поражению семян и проростков болезнями. Наиболее вредоносен для молодых растений сои фузариоз. Для контроля патогенов компания «Сингента» рекомендует КРУЙЗЕР® Макс-технология — входящий в состав этого комбиака фунгицидный компонент за счет трех действующих веществ эффективно контролирует инфекции.

КРУЙЗЕР® Макс-технология — это технология защиты семян сои, при которой активный рост растений культуры сохраняется даже в холодных условиях. В ее состав входят три действующих вещества с разным механизмом действия. Фунгицидная часть технологии — препарат МАКСИМ® Адванс, инсектицидная — препарат КРУЙЗЕР® 600, который не только быстрее других начинает сдерживать вредителей, но и оказывает на молодые растения положительный физиологический эффект (Vigor™ Effect — эффект «жизненной силы»). Технология КРУЙЗЕР® Макс абсолютно безопасна для бактерий и может применяться вместе с инокулянтom последнего поколения АТУВА®.



Вариант хозяйства (слева) и обработка технологией КРУЙЗЕР® Макс (справа)

Если сев удастся начать только в первой декаде мая, когда среднесуточные температуры достигают +12 °С, эксперты компании рекомендуют использовать среднеспелые индетерминантные и полудетерминантные сорта сои, чтобы они успели остановиться в росте к концу лета и сформировали полноценный урожай в сентябре. Если сроки сева затянулись до двадцатых чисел мая, следует остановить выбор на среднеранних полудетерминантных или детерминантных сортах.

ЭФФЕКТ ОТ СНИЖЕНИЯ НОРМЫ ВЫСЕВА

Растениям сои необходима оптимальная площадь питания, минимум 3 см между семенами в ряду. Для этого специалисты компании «Сингента» рекомендуют увеличивать количество растений на гектар от позднеспелых сортов (высевать их от 300 тыс. шт.) к раннеспелым (до 600 тыс. шт.).

Чтобы сохранить оптимальную густоту стояния растений сои, необходимо исключить их повреждение вредителями. Разработанный «Сингентой» комбиак КРУЙЗЕР® Макс-технология, в который входит продукт для контроля вредителей всходов КРУЙЗЕР® 600 на осно-

Норма высева в зависимости от ширины междурядья и группы спелости

Сорт сои	Тыс. растений / га											
	Широкорядный сев						Узкорядный сев					
	300	350	400	450	500	600	300	350	400	450	500	600
Ультранормальный												
Ранний												
Средне-ранний												
Средний												
Средне-поздний												
Поздний												

ве тиаметоксама, придет на помощь и в этом вопросе. Он быстро накапливается в растении, поэтому раньше других инсектицидов начинает контроль почвенных и надземных вредителей, а за счет эффекта «жизненной силы» обеспечивает дружные равномерные всходы даже в холодных условиях.

ФИТОЭКСПЕРТИЗА В ПОМОЩЬ

Дополнительный элемент, способствующий получению запланированного урожая сои высокого качества, — ФЭС Про (фитозащита семян). Она позволяет выявить наличие инфекции, а также определить уровень травмированности семян, сделать вывод о пригодности семенного материала к посеву и помочь подобрать фунгицид для контроля болезней.

В биологической лаборатории Института защиты семян компании «Сингента» в Воронежской области ежедневно проводят фитозащиту семян зерновых, сои, гороха и других культур. На основе полученных данных эксперты «Сингенты» помогают аграриям грамотно подобрать продукт для эффективной защиты семян.

БЕРЕЖНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН СОИ

Травмируемость семени — это нарушение целостности его поверхности. Основные травмы семенной материал получает при механическом воздействии (уборка, транспортировка и др.) или в процессе обработки пестицидами и инокулянтами. Если макротравмы (сколы, половинки зерна) видны невооруженным глазом, то микротравмы семян не всегда можно определить визуально. Для их выявления специалисты Института защиты семян окрашивают семена и выявляют их поврежденные участки.

Мобильный комплекс для обработки семян — это промышленное оборудование, которое гарантирует



точность нанесения на семена продуктов для защиты и инокулянта и контроль качества обработки. Сервис предоставляется только при обработке семян продуктами производства компании «Сингента», в том числе по технологии КРУИЗЕР® Макс, и инокулянта АТУВА®.

УРОЖАЙ — ЛУЧШЕЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВО

В сельскохозяйственном сезоне 2022 года в России около 500 тыс. га сои (седьмая часть всей площади полей, на которых возделывается данная культура в стране) защищены КРУИЗЕР® Макс-технологией. Применение данной технологии для защиты посевов позволило получить ровные всходы и способствовало лучшему развитию растений по сравнению с другими полями сои. Также отмечена отличная работа препарата против ростковой мухи.

Эффективность применения КРУИЗЕР® Макс-технологии показала средняя урожайность с обработанных полей: в Белгородской области — 27,4 ц/га, Тамбовской — 25,5 ц/га, Воронежской — 28,1 ц/га, Ростовской — 21,7 ц/га, в Краснодарском крае — 23,1 ц/га.

Стоимость обработки КРУИЗЕР® Макс-технологией тонны семян составляет 14 999 руб., конкурентной системы защиты ((25 г/л пираклостробина + 225 г/л тиофанат-метила + 250 г/л фипронила) 1,5 л/т + (350 г/л тиаметоксама) 0,5 л/т) — 13 956 руб. Разница в стоимости на гектар при норме высева 100 кг составила 104 руб.

Результаты комплексного сравнения двух систем защиты семян показывают, что КРУИЗЕР® Макс-технология не только покрывает разницу в затратах, но и во всех случаях позволяет аграриям получить значительную прибыль от применения препаратов «Сингенты». Ряд хозяйств ЦФО, опробовавшие КРУИЗЕР® Макс-технология в сезоне 2021 года, в 2022 году применили ее уже на всей площади посевов сои.

Итоговая урожайность в сезоне 2022 года

Регион	Продукт	Норма применения, л/т	Урожайность, ц/га	Количество сохраненного урожая, ц/га	Стоимость сохраненного урожая при цене 30 руб./кг, руб.
Воронежская область	КРУИЗЕР® Макс-технология	1,0 + 0,5	29,4	+2,4	+7 200,00
	(25 г/л пираклостробина + 225 г/л тиофанат-метила + 250 г/л фипронила) 1,5 л/т + (350 г/л тиаметоксама) 0,5 л/т	1,5 + 0,5	27,0	—	—
Липецкая область	КРУИЗЕР® Макс-технология	1,0 + 0,5	25,1	+1,2	+3 600,00
	(25 г/л пираклостробина + 225 г/л тиофанат-метила + 250 г/л фипронила) 1,5 л/т + (350 г/л тиаметоксама) 0,5 л/т	1,5 + 0,5	23,9	—	—
Краснодарский край	КРУИЗЕР® Макс-технология	1,0 + 0,5	24,0	+1,5	+4 500,00
	(25 г/л пираклостробина + 225 г/л тиофанат-метила + 250 г/л фипронила) 1,5 л/т + (350 г/л тиаметоксама) 0,5 л/т	1,5 + 0,5	22,5	—	—

УДК 636.086.741

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-95-99

Т.Г. Причко,
Ю.Ф. Якуба, ✉
М.В. Карпушина

Северо-Кавказский федеральный научный
центр садоводства, виноградарства,
виноделия, Краснодар, Российская
Федерация

✉ uriteodor@yandex.ru

Поступила в редакцию:
06.10.2022

Одобрена после рецензирования:
30.12.2022

Принята к публикации:
31.01.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-95-99

Tatyana G. Prichko,
Uriy F. Yakuba, ✉
Marina V. Karpushina

North Caucasian Federal Scientific Center
for Horticulture, Viticulture, Winemaking,
Krasnodar, Russian Federation

✉ uriteodor@yandex.ru

Received by the editorial office:
10.10.2022

Accepted in revised:
30.12.2022

Accepted for publication:
31.01.2023

Изучение возможности использования данных по содержанию стабильных изотопов магния для прогноза региона производства яблок

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Достоверные критерии, позволяющие установить регион происхождения плодовой продукции, привлекают постоянное внимание исследователей в различных странах. Уже известен ряд подходов, направленных на решение данной проблемы, получены определенные успехи по интерпретации экспериментальных данных для плодов по содержанию стабильных изотопов водорода, углерода, кислорода, азота, серы. Не исключено, что информация о фракционировании стабильных изотопов магния позволит получить не менее важную и надежную информацию для достижения тех же целей.

Методы. Для выполнения работы использовали масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой, стандартные образцы стабильных изотопов магния российского производства. Общую концентрацию катионов магния определяли атомной абсорбцией в пламени и на системе капиллярного электрофореза.

Результаты. В ходе исследований установлено массовое и процентное соотношение трех стабильных изотопов (^{24}Mg , ^{25}Mg , ^{26}Mg) в изучаемых образцах яблок, выращенных в разных почвенно-климатических зонах. Полученные данные отражают относительную распространенность изотопов данного элемента, выраженную в отношении малораспространенного изотопа к наиболее распространенному. Определено отклонение изотопного состава Mg опытных образцов от условного стандарта, получены существенные отклонения по магнитному изотопу ^{25}Mg и немагнитному ^{26}Mg . Получены исходные данные по фракционированию стабильных изотопов магния в сырье, произрастающем в разных регионах, с целью возможного последующего использования в качестве индикаторов в биохимических и физиологических исследованиях. Предположено сочетание полученной информации по изотопам Mg с учетом содержания изотопов других металлов, что позволит с большей надежностью уточнять регион произрастания сырья.

Ключевые слова: яблоко, изотоп, магний, фракционирование, сорт, анализ.

Для цитирования: Причко Т.Г., Якуба Ю.Ф., Карпушина М.В. Изучение возможности использования данных по содержанию стабильных изотопов магния для прогноза региона производства яблок. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 95–99. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-95-99>

© Причко Т.Г., Якуба Ю.Ф., Карпушина М.В.

Study of the possibility of using data on the content of stable isotopes of magnesium to predict the region of apple production

ABSTRACT

Relevance. Reliable criteria for determining the region of origin of fruit products attract the constant attention of researchers in various countries. A number of approaches aimed at solving this problem are already known, and some progress has been made in interpreting experimental data for fruits on the content of stable isotopes of hydrogen, carbon, oxygen, nitrogen, and sulfur. It is possible that information about the fractionation of stable isotopes of magnesium will allow us to obtain equally important and reliable information to achieve the same goals.

Methods. A mass spectrometer with inductively coupled plasma, standard samples of stable isotopes of magnesium produced in Russia were used to perform the work. The total concentration of magnesium cations was determined by atomic absorption in the flame and on the capillary electrophoresis system.

Results. During the research, the mass and percentage ratio of three stable isotopes (^{24}Mg , ^{25}Mg , ^{26}Mg) in the studied samples of apples grown in different soil and climatic zones was established. The data obtained reflect the relative prevalence of isotopes of this element, expressed in the ratio of the least common isotope to the most common. The deviation of the isotopic composition of Mg prototypes from the conventional standard was determined, significant deviations were obtained for the magnetic isotope ^{25}Mg and non-magnetic ^{26}Mg . The initial data on the fractionation of stable isotopes of magnesium in raw materials growing in different regions were obtained, with the aim of possible subsequent use as indicators in biochemical and physiological studies. A combination of the obtained information on Mg isotopes is assumed, taking into account the content of isotopes of other metals, which will make it possible to specify the region of growth of raw materials with greater reliability.

Key words: apple, isotope, magnesium, fractionation, variety, analysis.

For citation: Prichko T.G., Yakuba U.F., Karpushina M.V. Study of the possibility of using data on the content of stable isotopes of magnesium to predict the region of apple production. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 95–99. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-95-99> (In Russian).

© Prichko T.G., Yakuba U.F., Karpushina M.V.

Введение / Introduction

В аграрном секторе экономики достаточно остро стоит вопрос о месте происхождения того или иного вида свежей или переработанной плодово-ягодной продукции. Поиск достоверных критериев идентификации происхождения органической продукции привлекает постоянное внимание исследователей [1]. Обычные исследования элементного состава не позволяют решить этот вопрос. Гораздо лучший результат может быть получен при исследовании соотношений стабильных изотопов распространенных в растительном мире химических элементов. Известно значительное количество систем и подходов, направленных на решение данной проблемы [2, 3]. Следует отметить, что наибольшие успехи получены по интерпретации данных по содержанию изотопов водорода, углерода, кислорода, азота, серы [4, 5]. Информации о естественном содержании стабильных изотопов магния и их фракционировании в плодах недостаточно.

Искусственное фракционирование стабильных изотопов химических элементов — технически сложный и дорогой процесс, а в живых системах он реализуется довольно легко. Следует отметить, что фракционированию подвергаются практически все элементы, имеющие изотопы.

Определение естественного содержания стабильных изотопов не так давно стало эффективным методом, с помощью которого можно изучать превращения элементов в биологических и экологических исследованиях, а также исследовать механизмы химических реакций [6].

Согласно исследованиям авторов [7, 8], распределение стабильных изотопов легких химических элементов в различных биологических и абиотических системах существенно различается, поэтому изотопное отношение может быть достаточно достоверным критерием для распознавания биогенных и абиогенных соединений. Анализ изотопного состава исследуемых объектов позволяет в большинстве случаев решить вопрос подлинности продуктов, особенно если это касается продуктов органического питания или с защищенным обозначением происхождения.

Одним из методов выявления фальсификации географического происхождения пищевых продуктов является количественное определение стабильных изотопов $^2\text{H}/^1\text{H}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ и некоторых других элементов [9].

В растительных объектах изотопы серы изучены мало, в то же время для отдельных сортов сельскохозяйственных культур и регионов выращивания уже известно, что информация по ^{34}S позволяет достоверно дифференцировать органическую продукцию от выращенной в традиционной интенсивной системе земледелия. Также изотоп серы может выступать в качестве дополняющего показателя в тех случаях, когда информации по изотопам азота недостаточно для оценки продукции органического происхождения [10, 11].

Содержание стабильных изотопов магния в растительных объектах практически не изучено, хотя обнаружение ядерно-магнитного изотопного эффекта с участием катионов магнитного изотопа ^{25}Mg доказывает, что этому элементу уделено недостаточное внимание [12].

Магний (^{24}Mg , 78,992%; ^{25}Mg , 10,003%; ^{26}Mg , 11,005%) — один из важнейших элементов питания растительного мира, хлорофилл участвует в активации множества ферментов, выполняя важную роль в био-

геохимических циклах. Изучение фракционирования стабильных изотопов магния может позволить получить дополнительную информацию об этих циклах [12].

Открытие ион-радикальных механизмов двух ферментативных реакций, имеющих жизнеобеспечивающее значение в биологии, — это синтез аденозинтрифосфата (АТФ), главного энергоносителя в живых организмах, и репликация ДНК полимеразой — процесс, катализируемый ионами металлов, имеющий прямое отношение к химии генов и генетики. Доказано, что фермент с магнитным ядром ^{25}Mg производит в два-три раза больше АТФ, чем фермент с немагнитным ядром ^{24}Mg , что указывало на изотопный эффект [12].

Изучено влияние различных изотопов Mg на клетки *Escherichia coli* и показано, что клетки, выращенные на ^{25}Mg , существенно быстрее адаптируются к новой среде, чем клетки, выращенные на немагнитных изотопах Mg [13].

Исследования млекопитающих показали, что 50% поступающего с пищей ^{26}Mg попадает в кости, 30% — в мышцы, 20% — в другие мягкие ткани. Предпочтение растений тяжелым изотопам магния предполагает, что может существовать разница в биодоступности магния сельскохозяйственных и природных почв из-за периодического удаления тяжелых изотопов магния с урожаем [14].

Зависимость фракционирования изотопов Mg от pH может наблюдаться в любом клеточном организме, который следует аналогичным путям поглощения Mg и метаболическим путям, что служит для выявления круговорота Mg в экосистемах [14]. Поэтому актуальны вопросы, касающиеся изучению стабильных изотопов Mg и их потенциала в качестве индикаторов в биохимических и физиологических исследованиях.

Для обозначения изотопного состава химического элемента [E] принято использовать величину δ , представляющую собой отклонение от условного стандарта, в тысячных долях — ‰ промилле:

$$\delta E = \frac{R_1 - R_2}{R_2} 100\%, \quad (1)$$

где E — химический элемент, R_1 — молярное соотношение тяжелых изотопов и легких в исследуемом объекте, R_2 — молярное соотношение тяжелых изотопов и легких в стандарте, ‰ — промилле.

Из формулы следует, что если в образце (R_1) отношение изотопов меньше, чем в стандарте (то есть образец содержит меньше тяжелых изотопов), то вариация изотопного состава δ имеет отрицательное значение и, наоборот, при R_1 большем, чем в стандарте, — положительное. Общепринятый стандартный образец (R_2) при изотопном анализе магния — соотношение между ^{26}Mg и ^{24}Mg , равное 0,13969 [15].

Цель исследований — получить исходные данные о фракционировании изотопов магния в яблоках (в зависимости от региона) с возможностью создания базы данных, позволяющей судить о происхождении продукта.

Материал и методы исследования / Materials and method

Для установления изотопного состава магния были взяты яблоки разной степени зрелости, произрастающие в условиях Краснодарского и Ставропольского краев, Липецкой области. Изотопный состав яблок определяли с помощью масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой Thermo-Finnigan MAT (США),

использовали стандартные образцы стабильных изотопов магния производства ФГУП «Комбинат Электрохимприбор».

Для оценки общей концентрации катионов магния применяли атомную абсорбцию в пламени на приборе «Квант АФА» (РФ) и систему капиллярного электрофореза «Капель-105М» (РФ), оборудованную источником питания положительной полярности и ультрафиолетовым детектором [16]. Эксперименты выполнены на научном оборудовании ЦКП «Эколого-аналитический центр коллективного пользования» Кубанского государственного университета и Центра коллективного пользования ФГБНУ СКФНЦСВВ (г. Краснодар, Россия).

Статистический анализ полученных результатов осуществляли с применением стандартных программ Microsoft Excel XP (США) с вычислением коэффициента достоверности по Стьюденту ($P \leq 0,05$).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

При изучении минерального состава плодов яблони была сформирована база данных по уровню накопления катионов калия, кальция, магния, фосфора и азота в плодах в зависимости от фазы развития плода: «фаза лещина», «грецкий орех», «40 суток до созревания», «20 суток до созревания». По результатам наших исследований и литературным данным, концентрация минеральных веществ в плодах в начале их развития высокая, и по мере роста плодов, а также увеличения их массы она постоянно снижается [17].

Так, в яблоках сорта Прикубанское (ОПХ «Центральное», г. Краснодар) при размере плода 4–5 мм (размер — плод «орех лещина») получено следующее содержание макроэлементов: калий — 3160–3300 мг/кг, кальций — 305–320 мг/кг, магний — 137–145 мг/кг. За 40 дней до уборки содержание калия составляло 1956–2020 мг/кг, кальция — 131–145 мг/кг, магния — 75–85 мг/кг. В съемной зрелости уровни содержания минеральных веществ составляли: калия — 1000–1120 мг/кг, кальция — 80–100 мг/кг, магния — 50–60 мг/кг соответственно.

При определении суммарного содержания Mg в яблоках разной степени зрелости и из разных регионов прослеживается зависимость количественного содержания молярного Mg, соответствующее сте-

Таблица 1. Концентрация (мг/кг) и процентное соотношение изотопов магния в плодах яблони, 2021 г., $P = 0,98$

Table 1. Concentration (mg/kg) and percentage of magnesium isotopes in apple fruits, 2021, $P = 0,98$

Проба	Концентрация и процентное соотношение изотопов						
	²⁴ Mg, мг/кг	²⁴ Mg, %	²⁵ Mg, мг/кг	²⁵ Mg, %	²⁶ Mg, мг/кг	²⁶ Mg, %	Сумма изотопов Mg, мг/кг
ООО «Южные земли», Абинский р-н, Краснодарский край							
Гала	74,6	77,4	8,7	9,1	13,0	13,5	96,4
Голден Делишес	75,7	77,0	9,1	9,2	13,4	13,6	98,2
Ред Делишес	93,2	76,4	11,6	9,5	17,1	14,0	122
Павловский район, Краснодарский край							
Джером	153	78,5	17	8,7	25	12,8	195
Флорина	156	78,4	17	8,5	26	13,0	199
Пинк Леди	178	78,8	19	8,4	29	12,8	226
ОПХ «Центральное», г. Краснодар							
Орфей	165	78,2	18	8,5	28	13,2	211
Марго	167	78,4	18	8,4	28	13,1	213
Липецкая область							
Хани красный	124	78,5	13	8,2	21	13,3	158
Лигол	151	78,2	17	8,8	25	13,0	193
Ред Чиф	160	78,4	17	8,3	27	13,2	204
Шпаковский район, Ставропольский край							
Фуджи	154	78,5	16	8,2	26	13,3	196
Голден Делишес	115	78,7	12	8,2	19	13,0	146

Таблица 2. Изотопный состав образцов, отклонения от стандарта и химическое фракционирование

Table 2. Isotopic composition of samples, deviations from the standard and chemical fractionation

Проба	Изотопное соотношение, мг/кг					Химическое фракционирование
	²⁶ Mg	²⁵ Mg	²⁴ Mg	²⁶ Mg/ ²⁴ Mg	Робр – Рст x1000	Роб – Рст x 1000 Рст
ООО «Южные земли», Абинский р-н, Краснодарский край						
Гала	13,01	8,75	74,62	0,17435	34,66	248,00
Голден Делишес	13,42	9,10	75,72	0,17723	37,54	268,75
Ред Делишес	17,07	11,62	93,17	0,18321	43,52	311,56
Павловский район, Краснодарский край						
Джером	25,0	17,0	153,0	0,16339	23,70	169,72
Флорина	26,0	17,8	156,0	0,16666	26,97	193,1
Пинк Леди	29,0	19,8	178,0	0,16292	23,23	166,30
ОПХ «Центральное», г. Краснодар						
Орфей	28,0	18,0	165,0	0,16969	30,00	214,8
Марго	28,0	18,0	167,0	0,16766	27,97	200,26
Липецкая область						
Гала	21	13	124	0,16935	29,66	212,36
Лигол	25	17	151	0,16556	25,87	185,21
Ред Чиф	27	17	160	0,16875	29,06	208,03
Шпаковский район, Ставропольский край						
Фуджи	26	16	154	0,16883	29,14	208,61
Голден Делишес	19	12	115	0,16522	25,52	182,74

пени зрелости плодов, где по мере увеличения массы плодов его содержание уменьшается.

Согласно литературным данным, природный Mg представлен тремя стабильными изотопами — ^{24}Mg , ^{25}Mg и ^{26}Mg с молярной концентрацией для каждого 78,6%, 10,1% и 11,3%. В литературе также имеется и другая информация о фракционировании трех стабильных изотопов магния: ^{24}Mg — 78,992%, ^{25}Mg — 10,003%, ^{26}Mg — 11,005%. По другим источникам, ^{24}Mg — 78,7%, ^{25}Mg — 10,13%, ^{26}Mg — 11,17% [18], а также ^{24}Mg — 78,99%, ^{25}Mg — 10,00%, ^{26}Mg — 11,01% [19]. Магнитные изотопы создают внутренние магнитные поля, что сказывается на живых системах [18].

Исходя из значений общепринятых стандартных образцов при изотопном анализе некоторых химических элементов, Комиссией по изотопному содержанию и атомному весу (IUPAC) для магния R_2 -стандарт принят 0,13969.

Учитывая тот факт, что содержание Mg в почве весьма велико и для принципиально разных регионов возделывания содержание и соотношения массовых концентраций изотопов могут различаться, то может быть обоснован критерий для оценки происхождения яблок с определенной территории.

При определении молярного соотношения изотопов получили следующие данные: ^{24}Mg — от 74,6 до 178,0 мг/кг, ^{25}Mg — от 8,75 до 19,0 мг/кг, ^{26}Mg — от 13,0 до 29,0 мг/кг. Это связано с фазой развития, массой яблок, сортовыми особенностями и местом произрастания.

При расчете процентного соотношения изотопов в наших образцах обозначено процентное содержание изотопов, связанное с видом изотопа при наибольшем процентном содержании легкого изотопа ^{24}Mg , пределы варьирования которого от 77,4 до 78,8%. Фракционирование ^{25}Mg в яблоках — от 8,2 до 9,5% от общего содержания, а ^{26}Mg — от 12,7 до 13,6%.

Непосредственно массовая концентрация и расчет процентного содержания магния указывают на то, что в исследуемых образцах самое низкое содержание магнитного изотопа ^{25}Mg (от 8,2 до 9,5%), как в сравнении между изотопами ^{24}Mg и ^{26}Mg в данных образцах, так и в сравнении с процентным соотношением магния в изотопной подписи стандартного образца (табл. 1).

Учитывая, что полученные данные по процентному соотношению изотопов в образцах близки к соотношению изотопов в природе, то далее был проанализирован изотопный состав каждого образца.

Учитывая, что под изотопным составом понимают относительную распространенность изотопов данного элемента, выражаемую обычно как отношение тяжелого изотопа к наиболее легкому ($^{26}\text{Mg}/^{24}\text{Mg}$), был рассчитан изотопный состав по каждому образцу.

Для обозначения изотопного состава принято использовать величину δ , представляющую собой отклонение от условного международного стандарта, поэтому был рассчитан изотопный состав образцов, выраженный в тысячных долях отклонения от международного стандарта:

$$\delta (\text{‰}): \quad \delta nX_{\text{образец}} = [(R_{\text{образец}}/R_{\text{стандарт}}) - 1] \cdot 1000, \text{‰} \quad (2)$$

$$\delta^{26}\text{Mg}_{\text{образец}} = [(R_{\text{образец}}/R_{\text{стандарт}}) - 1] \cdot 1000, \text{‰} \quad (3)$$

где X — элемент (Mg); n — номер тяжелого изотопа 26; $R_{\text{обр}}$ — молярное соотношение тяжелого и легкого изотопов элемента; $R_{\text{станд}}$ — изотопная пропись стандарта, равная 0,13969; ‰ — промилле.

Изотопный состав образцов яблок с учетом представленных соотношений имеет различия в изотопной прописи с учетом сортовых особенностей, места произрастания, а также отклонения от изотопной подписи стандарта, которые большую выраженность имели в зависимости от места произрастания (табл. 2).

Изотопная пропись состава образцов варьирует в пределах от наименьших значений — 0,16292 (образцы из Павловского района) до максимальных — 0,18321 (образцы из ООО «Южные земли»), что коррелирует и со значениями отклонений от изотопной подписи стандарта от 23,23 до 43,52.

Выводы / Conclusion

В результате проведенных исследований получены данные о содержании изотопов магния в яблоках разных сортов из нескольких зон произрастания. Проведенные исследования свидетельствуют о сепарации изотопов в образцах яблок, особенно это выражено в отношении ^{26}Mg и ^{25}Mg . Полученная информация свидетельствует о том, что может быть обнаружена тенденция к различию изотопной подписи Mg для яблок в зависимости от места произрастания.

Представляется необходимым наличие достаточного объема информации о почве, технологии выращивания плодов с учетом некорневых обработок. Существует объективная необходимость накопления базы данных по изотопному составу магния для большей выборки образцов, установления диапазона варьирования расчетного показателя и соответствия плодов яблони определенному региону (или несоответствия данного региона производства). Реализация данного подхода позволит получить более достоверную информацию о фракционировании изотопов магния в яблоках и установить взаимосвязь с местом произрастания.

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.

REFERENCES

1. Camin F., Perini M., Bontempo L., Fabroni S., Faedi W., Magnani S., Baruzzi G., Bonoli M., Tabilio M.R., Musmeci S., Rossmann A., Kelly S.D., Rapisarda P. Potential isotopic and chemical markers for characterizing organic fruits. *Food Chemistry*. 2011; 125: 1072-1082. DOI:10.1016/J.FOODCHEM.2010.09.081

2. Laursen K.H., Mihailova A., Kelly S.D., Epov V.N., Bérail S., Schjoerring J.K., Donard O.F.X., Larsen E.H., Pedentchouk N., MarcaBell A.D., Halekoh U., Olesen J.E., Husted S. Is it really organic? Multi-isotopic analysis as a tool to discriminate between organic and conventional plants. *Food chemistry*. 2013; 141: 2812-2820. DOI:10.1016/j.foodchem.2013.05.068

3. Schmidt H., Rossmann A., Voerkelius S. Isotope characteristics of vegetables and wheat from conventional and organic production. *Isotopes in Environmental and Health Studies*. 2005; 41: 223-228. DOI:10.1080/10256010500230072
4. Trust B.A., Fry B. Stable sulphur isotopes in plants: a review. *Plant, Cell and Environment*. 1992; 15: 1105-1110.
5. Vitoria L., Otero N., Soler A., Canals A. Fertilizer Characterization: Isotopic Data (N, S, O, C, and Sr). *Environmental Science Technology*. 2004; 38(12): 3254-3262.
6. Blättler C.L., Claire M.W., Prave A.R., Kirsimäe K., Higgins J.A., Medvedev P.V., Romashkin A.E., Rychanchik D.V., Zerkle A.L., Paiste K., Kreitsmann T., Millar I.L., Hayles J. A., Bao H., Turchyn A.V., Warke M. R., Lepland A. Two-billion-year-old evaporites capture Earth's great oxidation. *Science*. 2018; 360: 320-323. DOI:10.1126/science.aar2687
7. Angert A., Said-Ahmad W., Davidson Ch., Amrani A. Sulfur isotopes ratio of atmospheric carbonyl sulfide constrains its sources. *Scientific reports*. 2019; 9: 741. DOI:10.1038/s41598-018-37131-3
8. Finlay J.C., Kendall, C. Stable isotope tracing of temporal and spatial variability in organic matter sources to freshwater ecosystems. In: R. Michener and K. Lajtha, editors, *Stable isotopes in ecology and environmental science*. 2nd ed. . Boston: Blackwell Publ., 2007; 283-333.
9. Young E. D., Galy A., Nagahara H. Kinetic and equilibrium mass-dependent isotope fractionation laws in nature and their geochemical and cosmochemical significance. *Geochimica et cosmochimica acta*. 2002; 66: 1095-1104. DOI:10.1016/S0016-7037(01)00832-8.
10. Shin W.J., Ryu J.S., Mayer B., Lee K.S., Kim I. Nitrogen, Sulfur, and Oxygen Isotope Ratios of Animal- and Plant-Based Organic Fertilizers Used in South Korea. *Journal of Environmental Quality*. 2017; 46(3): 559-567. DOI:10.2134/jeq2017.01.0018.
11. Rapisarda P., Camin F., Fabroni S. [et al.] Influence of different organic fertilizers on quality parameters and the $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^2\text{H}$, $\delta^{34}\text{S}$, and $\delta^{18}\text{O}$ values of orange fruit (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2010; 58: 3502-3506. DOI: 10.1021/jf903952v
12. Letuta U.G. Magnetic isotopes of 25 Mg and 67 Zn and magnetic fields influence on adenosine triphosphate content in *Escherichia Coli*. *Journal of Physics Conference Series*. 2020; 1443(1): 012-015. DOI:10.1088/1742-6596/1443/1/012015
13. Letuta U.G., Berdinskiy V.L., Udagawa Ch., Tanimoto Y. Enzymatic mechanisms of biological magnetic sensitivity: Enzymatic Mechanisms of Biomagnetosensitivity, *Bioelectromagnetics*. 2017; 38(7): 511-521. DOI:10.1002/bem.22071
14. Coplen T.B., Bohlke J.K., De Bièvre P., Ding T., Holden N.E., Hopple J.A., Krouse H., Lambert A., Peiser H.S., Revesz K., Rieder S.E., Rosman K.J.R., Roth E., Taylor P.D.P., Vocke R.D., Xiao Y.K. Isotope-abundance variations of selected elements (IUPAC technical report), *Pure and applied chemistry*. 2002; 74: 1987-2017. DOI:10.1351/pac200274101987
15. Bizzarro M., Paton Ch., Larsen K., Schiller M., Trinquier A., Ulfbeck D. High-precision Mg-isotope measurements of terrestrial and extraterrestrial material by HR-MC-ICPMS —implications for the relative and absolute Mg-isotope composition of the bulk silicate Earth, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. 2011; 26 (3): 565. doi:10.1039/c0ja00190b
16. Pobozy E., Trojanowicz M. Application of capillary electrophoresis for determination of inorganic analytes in waters, *Molecules*. 2021; 26: 6972. <https://doi.org/10.3390/molecules26226972>.
17. Robin J. Mineral nutrient composition of vegetables, fruits and grains: the context of reports of apparent historical declines, *Journal of Food Composition and Analysis*. 2017; 56: 93-103. DOI:10.1016/j.jfca.2016.11.012
18. Buchachenko A.L., Bukhvostov A.A., Ermakov K.V., Kuznetsov D.A. A specific role of magnetic isotopes in biological and ecological systems. Physics and biophysics beyond, *Prog Biophys Mol Biol*. 2020; 155: 1-19.
19. Letuta U.G. Magnesium magnetic isotope effects in microbiology, *Archives of Microbiology*. 2021; 203(5): 1853-1861. DOI: 10.1007/s00203-021-02219-4

ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Григорьевна Причко,

доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник,
Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, ул. им. 40-летия Победы, д. 39, Краснодар, 350901, Российская Федерация
E-mail: prichko@yandex.ru

Юрий Федорович Якуба,

доктор технических наук, ведущий научный сотрудник,
Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, ул. им. 40-летия Победы, д. 39, Краснодар, 350901, Российская Федерация
E-mail: uriteodor@yandex.ru

Марина Владимировна Карпушина,

кандидат сельскохозяйственных наук старший научный сотрудник,
Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, ул. им. 40-летия Победы, д. 39, Краснодар, 350901, Российская Федерация
E-mail: karpushinamarina@gmail.com

ABOUT THE AUTHORS:

Tatyana Grigoryevna Prichko,

Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher,
North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39 str. 40-letiya Pobedy, Krasnodar, 350901,
Russian Federation
E-mail: prichko@yandex.ru

Uriy Fyodorovich Yakuba,

Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher, North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39 str. 40-letiya Pobedy, Krasnodar, 350901,
Russian Federation
E-mail: uriteodor@yandex.ru

Marina Vladimirovna Karpushina,

Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher,
North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39 str. 40-letiya Pobedy, Krasnodar, 350901, Russian Federation
E-mail: karpushinamarina@gmail.com

В.А. Орлов, ✉
 А.А. Лукьянов

Анапская зональная опытная станция
 виноградарства и виноделия — филиал
 Федерального государственного
 бюджетного научного учреждения
 «Северо-Кавказский федеральный
 научный центр садоводства,
 виноградарства, виноделия», Анапа,
 Российская Федерация

✉ vitorl@yandex.ru

Поступила в редакцию:
 24.08.2022

Одобрена после рецензирования:
 30.12.2022

Принята к публикации:
 31.01.2023

Vitali A. Orlov, ✉
 Aleksey A. Lukyanov

Anapa Zonal Experimental Station of
 Viticulture and Winemaking – Branch of the
 Federal State Budget Scientific Institution
 «North Caucasian Federal Scientific Center
 of Horticulture, Viticulture, Wine-making»,
 Anapa, Russian Federation

✉ vitorl@yandex.ru

Received by the editorial office:
 24.08.2022

Accepted in revised:
 30.12.2022

Accepted for publication:
 31.01.2023

Цифровые инструменты агробиологического и фенологического учета Анапской ампелографической коллекции

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Цифровизация в системе мониторинга виноградных насаждений агробиологических показателей является важнейшим ресурсом развития виноградарства. Цифровые инструменты сбора, анализа и визуализации данных позволяют повысить эффективность и точность научных исследований в сфере виноградарства.

Цель работы. Цифровизации способов оперативного сбора научных данных о состоянии виноградных насаждений в реальном времени на основе мобильных цифровых устройств пространственного позиционирования.

Методы. Агробиологический и фенологические учеты с записью данных в журнал наблюдений на бумажном носителе и занесением данных в электронные таблицы с клавиатуры и голосом. Для занесения данных в электронные таблицы использовались режимы виртуальной клавиатуры и голосового ввода (функция микрофона и распознавания голоса встроена в Google Sheet). Для исключения ошибок при занесении данных использовалась специальная функция выбора из списка заданных. Для сохранности и безопасности доступа данные перекодировались в CSV-текстовый формат и записывались в облачную СУБД MySQL станции. Для обеспечения совместной работы пользователей применялась технология AppSheet как платформа для смартфонов, обеспечивающая интеграцию с интернет-серверными базами данных.

Результаты. Автоматизированная система сбора, учета и обработки данных агробиологических и фенологических показателей сортов винограда предназначена для маршрутных полевых исследований Анапской ампелографической коллекции при полевом сборе данных о виноградных кустах. Применяется в агрономическом и фенологических учетах специалистами научно-исследовательских организаций. Основными функциями программы являются регистрация данных с помощью мобильного цифрового устройства в полевых условиях и их передача в облачную базу данных в сети Интернет. Результаты расчета агробиологических и фенологических показателей винограда передаются в реальном времени на цифровые электронные устройства, подключенные к сети Интернет. В программе фиксируются дата и время полевого наблюдения, географические координаты, агробиологические и фенологические показатели обследования и фото куста.

Ключевые слова: Анапская ампелографическая коллекция, агробиологический учет, виноград, виноградарство, фенологический учет, цифровизация, QR-код, программа, электронная таблица.

Для цитирования: Орлов В.А., Лукьянов А.А. Цифровые инструменты агробиологического и фенологического учета Анапской ампелографической коллекции. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 100–105. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-100-105>

© Орлов В.А., Лукьянов А.А.

Digital tools for agrobiological and phenological accounting of the Anapa ampelographic collection

ABSTRACT

Relevance. Digitalization in the monitoring system of vine plantations of agrobiological indicators is the most important resource for the development of viticulture. Digital tools for collecting, analyzing and visualizing data can improve the efficiency and accuracy of scientific research in the field of viticulture.

The purpose of the work. Digitalization of methods for the rapid collection of scientific data on the state of grape plantations in real time based on mobile digital spatial positioning devices.

Methods. Agrobiological and phenological accounting with recording data in the observation log on paper and entering data into spreadsheets from the keyboard and voice. Evaluation of errors and timing of transferring data from paper to a computer database when manually writing data to a log with recoding into a CSV-text format for the MySQL DBMS. AppSheet technology was used as a platform for collaborative work of mobile devices with Internet server databases.

Results. The automated system for collecting, recording and processing data on agrobiological and phenological indicators of grape varieties is designed for route and field studies of the Anapa ampelographic collection during field data collection on grape bushes. It is used in agronomic and phenological accounting by specialists of research organizations. The main functions of the program are data registration using a mobile digital device in the field and their transfer to a cloud database on the Internet. The results of the calculation of agrobiological and phenological indicators of grapes are transmitted in real time to digital electronic devices connected to the Internet. The program records the date and time of the field observation, geographic coordinates, agrobiological and phenological indicators of the survey, and a photo of the bush.

Key words: Anapa ampelographic collection, agrobiological accounting, grapes, viticulture, phenological accounting, digitalization, QR-code, program, spreadsheet.

For citation: Orlov V.A., Lukyanov A.A. Digital tools for agrobiological and phenological accounting of the Anapa ampelographic collection. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 100–105. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-100-105> (In Russian).

© Orlov V.A., Lukyanov A.A.

Введение / Introduction

Цифровизация в системе мониторинга виноградных насаждений агробиологических показателей является важнейшим этапом развития современного высокопродуктивного виноградарства. Цифровые инструменты сбора, анализа и визуализации данных позволяют повысить оперативность и точность научных исследований. В законе «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации» в статье 38 сказано, что необходимы создание информационных систем и официальных сайтов информационной поддержки через информационно-телекоммуникационную сеть Интернет и обеспечение их функционирования научными организациями, осуществляющими научное обеспечение развития виноградарства и виноделия [1]. При оцифровке 90% площадей промышленных виноградников не менее 70% от их площади должны быть под автоматизированным мониторингом сбора данных и 50% площади покрыты сетью для передачи данных [2]. Системы земледелия с использованием геоинформационных технологий позволяют совмещать агроучетные параметры растений с их пространственным позиционированием и координатами полей. Ведущим фактором, повышающим эффективность научных исследований виноградных насаждений, стали автоматизированный сбор, обработка и анализ агробиологических и фенологических данных в виде единого информационного массива, при этом главным показателем в производственных экспериментах на опытных участках остается учет урожайности [3].

Цифровизация виноградников ведется во многих странах. Исследователи используют самые разнообразные цифровые средства сбора данных о состоянии и развитии виноградных кустов — от датчиков температуры, влажности, состава почвы до использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с мультисканерными системами [4]. Например, система интернет-мониторинга виноградников TerraView (TerraView, Австралия) предоставляет в режиме реального времени данные по заморозкам и засухе, оценивает урожайность и отслеживает выбросы углерода с помощью дронов и датчиков [5]. В Напе (Калифорния, США) Р. Мондави построил мониторинг виноградников в партнерстве с НАСА.

С помощью спутниковой технологии дистанционного зондирования виноградников специалисты НАСА определяют скорость созревания ягод, выявляют заболевания винограда, влажность почвы и качество воды [6]. Спутниковые снимки высокого разрешения обрабатываются в нескольких спектральных диапазонах по алгоритмам сервиса OpenView, что позволяет оценить силу лозы и индекс неоднородности терруара, которые в совокупности отражают экологический потенциал виноградника [7]. Цифровые инструменты (программные интернет-сервисы) на основе смартфона или планшета для полевых исследований виноградника создаются для конкретного региона, поэтому не могут быть универсальными.

Ученые Корнеллского университета (Cornell University) разработали систему мониторинга на основе использования смартфона для записи видео с виноградных кустов во время управления трактором или обхода виноградника. В ходе эксперимента они определили, что для выборки из четырех кустов, на которых было 320 гроздей, подсчитанных в системе распознавания смартфона, ручной подсчет варьировал от 237 до 300 гроздей, то есть ни один из рабочих не посчитал

точно. Еще один недостаток: виноград считают ближе к созреванию, в конце сезона [9].

Консультант виноградаря (Vineyard Advisor, США, 2014 г.) — это мобильное приложение для виноградарей, которое дает рекомендации по решению около 350 проблем, связанных с выращиванием винограда по всей стране, — от болезней, насекомых, клещей, нематод и природных факторов до воздействия окружающей среды, физиологических изменений и засоренности плантаций [10]. Универсальная платформа управления растениеводством Semios предлагает инструмент исследователя (Scouting Tool), который позволяет эффективно собирать и распространять ключевые наблюдения с мобильного телефона, добавлять изображения. Заметки автоматически помечаются на карте в зависимости от местоположения GPS [11].

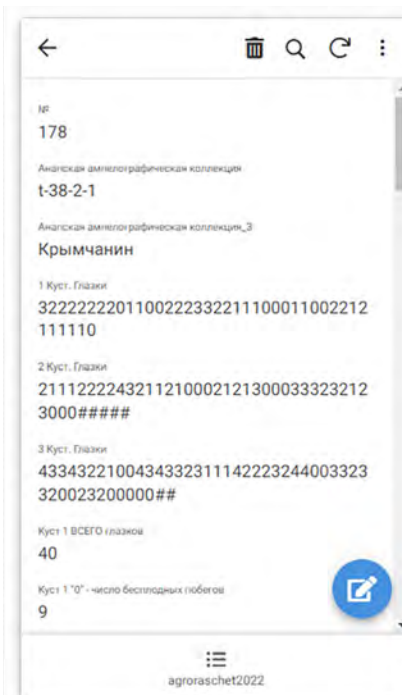
Вышеуказанные цифровые инструменты, веб-сервисы созданы под конкретные агротехнологии и регионы, поэтому не являются универсальными из-за различий в способах агробиологического учета и направлений виноградарства (точное, органическое, плантационное). Учеными АЗОВБиВ была поставлена цель автоматизировать процесс учета агробиологических показателей в системе мониторинга виноградных насаждений в Черноморской агроэкологической зоне на основе цифровых технологий позиционирования, сбора и обработки данных.

Объединение агробиологических и фенологических учетных данных виноградных насаждений в единый информационный массив позволит повысить эффективность исследований и интерпретируемость результатов экспериментов с высокой научной коммуникацией.

В системе госзадания № 0498-2022-0004.09 «Разработка и реализация методологии управления биологическим, производственным и адаптивным потенциалом амелоценозов по критериям экологической, эдафической и пищевой безопасности, энергоресурсосбережения в условиях техногенной интенсификации производства

Рис. 1. Агробиологический учет с помощью программы для смартфона на платформе AppSheet

Fig. 1. Agrobiological accounting using a smartphone program on the AppSheet-platform



и изменений климата» разработана программа учета агробиологических показателей виноградных насаждений на основе цифровых технологий позиционирования, сбора и обработки данных для мобильных устройств (планшетов, смартфонов) [12].

Цифровизация мониторинга агробиологических и фенологических показателей сортов винограда позволила решить ряд исследовательских, коммуникационных и организационных задач в полевых условиях с использованием смартфона и сети Интернет:

- онлайн-запись и расчет данных агроучета различных сортов винограда;
- онлайн-запись и расчет данных феноучета сортов винограда;
- автоматическая кодификация сортообразцов винограда по основным характеристикам.

Материал и методы исследования / Materials and method

Разработка программ автоматизированного учета велась на основе комплексного подхода с использованием возможностей и методов современных информационных технологий, облачной платформы AppSheet для электронных таблиц и баз данных, математических моделей оценки продуктивности ампелоценозов. При определении требований к автоматизированной системе учета агробиологических и фенологических показателей учитывались общепринятые методики подсчета в виноградарстве, методы определения урожайности, полевые условия сбора и особенности записи данных в журналы наблюдений [13–15].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Анапская ампелографическая коллекция (ААК) является одним из крупнейших генетических банков, в котором хранится более 4000 сортообразцов. Запись агробиологических и фенологических показателей в режиме онлайн в облачные электронные таблицы позволяет использовать различные наборы математических, текстовых, статистических и других функций для расчета средних значений коэффициентов плодоношения и плодородности, средние проценты развившихся и плодоносных побегов, обеспечивая высокую точность, сохранность и безопасность данных.

Программа также позволяет сканером смартфона по QR-коду со-

Таблица 1. Структура расчетных значений агробиологических показателей
Table 1. The structure of the calculated values of agrobiological indicators

№ 178 Анапская ампелографическая коллекция t-38-2-1	Коэф-т плодоношения K1
Анапская ампелографическая коллекция_3 Крымчанин	Куст 1 — 1,30
Куст 1. Глазки	Коэф-т плодородности
322222220110022232211100011002212111110	Куст 1 — 1,68
Куст 2. Глазки	% развившихся побегов
2111222243211210002121300033232123000###	Куст 1 — 100
##	% плодовых побегов
Куст 3. Глазки	Куст 1 — 100
433432210043433231114222324400332332002320	Коэф-т плодоношения K1
0000##	Куст 2 — 1,35
Куст 1 Всего глазков — 40	Коэф-т плодородности
Куст 1 «0» — число бесплодных побегов 9	Куст 2 — 2,00
Куст 1 «#» — число погибших побегов 0	% развившихся побегов
Куст 1 «1» — плодоносный побег с одним соцветием 13	Куст 2 — 88
Куст 1 «2» — плодоносный побег с двумя соцветиями 15	% плодовых побегов Куст 2 — 85
Куст 1 «3» — плодоносный побег с тремя соцветиями 3	Коэф-т плодоношения K1
Куст 1 «4» — плодоносный побег с соцветиями 0	Куст 3 — 1,94
Куст 2 Всего побегов — 43	Коэф-т плодородности Куст 3 — 2,66
Куст 2 «0» — число бесплодных побегов 9	% развившихся побегов Куст 3 — 96
Куст 2 «#» — число погибших побегов 5	% плодовых побегов Куст 3 — 95
Куст 2 «1» — плодоносный побег с одним соцветием 9	Среднее количество глазков — 44 шт.
Куст 2 «2» — плодоносный побег с двумя соцветиями 12	Среднее количество зеленых побегов — 41 шт.
Куст 2 «3» — плодоносный побег с тремя соцветиями 7	Среднее количество плодовых побегов — 32 шт.
Куст 2 «4» — плодоносный побег с соцветиями 1	Среднее количество соцветий — 68 шт.
Куст 3 Всего побегов — 48	Среднее значение коэф-та плодоношения K1 — 1,53
Куст 3 «0» — число бесплодных побегов 11	Среднее значение коэф-та плодородности K2 — 2,11
Куст 3 «#» — число погибших побегов 2	Средний % развившихся побегов — 95
Куст 3 «1» — плодоносный побег с одним соцветием 4	Средний % плодовых побегов — 93
Куст 3 «2» — плодоносный побег с двумя соцветиями 11	Масса грозди — 217 г
Куст 3 «3» — плодоносный побег с тремя соцветиями 13	Куст — 14,68 кг
Куст 3 «4» — плодоносный побег с четырьмя соцветиями 7	Прогноз — 205,6 ц/га

Рис. 2. Фенологический учет с помощью программы для смартфона на платформе AppSheet

Fig. 2. Phenological accounting using a smartphone program on the AppSheet-platform

рта или буквенно-цифровому коду сорта переходить по гиперссылке в базу данных сортов <http://ampelos.azosviv.info> [16] и получать полную информацию о сорте в полевых условиях. Ввод данных агробиологических и фенологических наблюдений с помощью смартфона может выполняться в режиме клавиатуры или голоса. При разработке программы были решены задачи корректного и оперативного сбора и сохранности данных на цифровых устройствах.

Во время полевого агроучета в 2022 г. было обследовано 373 сорта, из них технических — 141, столовых — 232. Общее количество обследованных кустов составило 1116. Ранее эти данные записывались в тетрадь, затем заносятся в таблицу Excel, перекодировались в текстовый файл CSV, файл загружался на сервер для обработки, и только тогда получали расчетные данные.

При использовании программы сбора, учета и обработки данных агробиологических и фенологических показателей сортов винограда на основе технологии AppSheet результаты расчетов специалист получает в реальном времени полевого наблюдения на свой смартфон. На рисунке 1 и в таблице 1 приведен пример для сорта Крымчанин — агроучет на трех кустах (рис. 1), рассчитанные показатели для каждого куста и их среднее значение, которые возвращаются на экран смартфона после расчета на сервере (табл. 1).

В данной программе проводится и фенологический учет технических и столовых сортов винограда с использованием смартфона. На рисунке 2 и в таблице 2 приведен пример фенологического учета в вегетационный период. В левой части таблицы 2 приводится список инвентаризации 10 кустов (последняя прописная буква указывает на тип кустоместа). Таким образом, цифровизация фенологического учета кустов позволяет сотруднику внести их в электронную таблицу базы данных ААК в полевых условиях в режиме реального времени.

Для более быстрого поиска и группировки сортообразцов винограда по различным характеристикам был разработан буквенно-цифровой кодификатор сорта. Код позволяет исключить ошибки, дублирование, потерю данных при определении кустоместа и сортообразца. Буквенно-цифровой идентификатор сортообразцов позволяет связать различные электронные

Таблица 2. Структура значений фенологических показателей

Table 2. The structure of the values of phenological indicators

Адрес... Название сорта t-38-2-1... Крымчанин Код Крымчанин / 2019/_t4_П7_СГ9_6С4:9 1-й куст: «Е» — есть растение, «Н» — нет растения, «П» — подвой, «С» — сортосмесь П 2-й куст: «Е» — есть растение, «Н» — нет растения, «П» — подвой, «С» — сортосмесь П 3-й куст: «Е» — есть растение, «Н» — нет растения, «П» — подвой, «С» — сортосмесь С 4-й куст: «Е» — есть растение, «Н» — нет растения, «П» — подвой, «С» — сортосмесь Е 5-й куст: «Е» — есть растение, «Н» — нет растения, «П» — подвой, «С» — сортосмесь Е 6-й куст: «Е» — есть растение, «Н» — нет растения, «П» — подвой, «С» — сортосмесь Н 7-й куст: «Е» — есть растение, «Н» — нет растения, «П» — подвой, «С» — сортосмесь Е 8-й куст: «Е» — есть растение, «Н» — нет растения, «П» — подвой, «С» — сортосмесь Е 9-й куст: «Е» — есть растение, «Н» — нет растения, «П» — подвой, «С» — сортосмесь Е 10-й куст: «Е» — есть растение, «Н» — нет растения, «П» — подвой, «С» — сортосмесь Е	Сокодвижение 2.03.2021 Распускание почек 10.04.2021 Цветение — 9.06.2021 Начало созревания побегов — 22.07.2021 Полная физиологическая спелость — 26.08.2021 Конец роста побегов — 13.09.2021 Вегетационный период — 138 дней
--	---

Рис. 3. Генератор QR-кодов в таблице кодификатора сортов

Fig. 3. QR-code generator in the variety codifier table

КОД ШИФР	Q-kod	Ссылка на описание сорта в БД ampelos.azosviv.info	URL-ссылка
Крымчанин /2019/_t4_П7_СГ9_СЧ6_М3		http://ampelos.azosviv.info/?id=000255	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1QXcosQU4-7n0oD8xaB07nPE9HzD7t1S2Fxx7nuMQ5l/edit#gid=921385892&range=M257

Код 603 назначение	id603	Код 629 сроки	id629 rpp	Код ЭГГ	id ЭГГ	Код 225 цвет	id225	Код 502 масса	id502
t	4	П	7	СГ	9	СЧ	6	М	3

№ п/п	Сорт	Адрес	Год посадки	603 Направление использования	629 Срок созревания	Экогеографическая группа	225 Окраска кожицы	502 Масса одной грозди	502 Масса описание
256	Крымчанин	_2-8-1_	2019	технический	позднее	сложный гибрид	сине-черная	210	малая, приблизительно 300 г

Рис. 4. Страницы описания сорта из серверной базы данных <http://ampelos.azosviv.info>

Fig. 4. Variety description page from the server database <http://ampelos.azosviv.info>

Главное меню Список сортов Сорта по эколого-географическим группам Поиск по базе Определитель сортов									
Подробное описание									
Крымчанин									
(Руканеф (СВ 12-309) х Джалита) [Россия, НИВиВ «Магарац»]									
технический сорт среднего срока созревания. Урожайность 8.24 кг с куста при сахаристости 20.73 г/100см ³ Коэффициент плодоношения: 1.60, плодоносности: 1.90. Сила роста большая. Цветок оп. Ягода округлая, мелкая, сине-черная, вкус простой. Гроздь средняя (до 210 гр), цилиндро-коническая, средней плотности.									
Восприимчивость: к милдью 2 балла, к оидиуму 1 балл, к серой гнили 1 балл.									
- Сила роста: большая - Тип цветка: оп.									

таблицы по фенологическому и агробиологическому учету в единую систему.

Кодификация сортообразцов по названию, адресу кустоместа и пяти базовым признакам в форме буквенно-цифрового обозначения позволяет идентифицировать сорт виноградного куста, его местоположение, проводить простую сортировку и группировку данных о сортах коллекции по одному или нескольким признакам без сложностей программирования и создания дополнительных SQL-запросов.

Каждому сорту генерируется QR-код (рис. 3), который связывает программу для смартфона и сервер с базой данных <http://ampelos.azosvivo.info> для загрузки в смартфон полного описания сорта (рис. 4).

Информационно-цифровая деятельность АЗОСВиВ сопряжена с оперированием больших объемов данных, доступ к которой имеет широкий круг лиц, значительно возрастают требования к конфиденциальности, целостности и доступности, поэтому сохранность и защита данных от несанкционированного доступа, модификации или их разрушения являются приоритетной задачей при функционировании информационной системы АЗОСВиВ на основе облачных хранилищ данных, физической цифровой памяти и мобильных устройств с разнородным доступом. Кодификация сортообразцов по основным признакам позволяет не только идентифицировать сорт, группировать сорта, но и обеспечивает сохранность данных в базе от несанкционированной модификации или удаления.

Выводы / Conclusion

Цифровизация полевых исследований Анапской ампелографической коллекции на основе программы для смартфона повышает эффективность агробиологических и фенологических учетов сортообразцов по временным затратам на 95% (5% потерь времени возникало из-за сбоя интернет-соединения или снижения скорости интернета) при точности 99% расчетных показателей (1% ошибок допущен из-за опечаток при засветке солнцем и шума ветра), полностью исключили затраты рабочего времени на ввод данных в компьютер.

Внедрение данного цифрового инструмента агробиологического и фенологического учета позволило получать данные по разнообразным сортам винограда с возможностью их отбора, сортировки, группировки по пяти параметрам в онлайн-режиме и математической обработки результатов наблюдений.

Ключевой эффект от использования разработанной системы состоит в объединении большого количества научных данных в виде единого информационного массива, что позволяет исследовать не только отдельные сорта, но и эколого-географические и фенологические группы по направлению использования. Данное программное приложение может использоваться не только в Анапской ампелографической коллекции Северо-Кавказского НИИСВиВ, но и для других ампелографических коллекций Российской Федерации и стран СНГ.

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. О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации. Федеральный закон от 27.12.2019 № 468-ФЗ (ред. от 02.07.2021) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201912280016> (дата обращения: 17.08.2022).
2. Орлов В.А., Лукьянов А.А. Элементы цифровизации виноградных насаждений на основе геоинформационной системы. Плодоводство и виноградарство юга России. 2022; 73(1): 14–27. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-1-73-14-27
3. Степных Н.В., Нестерова Е.В., Заргарян А.М., Жукова О.А., Степных Т.В. Цифровизация управления агротехнологиями. Куртамыш: ООО «Куртамышская типография». 2018; 43.
4. Кузнецов П.Н., Котельников Д.Ю. Автоматизированный технологический комплекс мониторинга и диагностики виноградников. Вестник аграрной науки Дона. 2021; 4(56): 16–23.
5. Smart Irrigation and Pruning Practices Reduce Heat Wave Impact on Yields. Available from: <https://www.terraviva.co/vineyard-reduce-heat-wave-impact/> (accessed: 17.08.2022).
6. NASA researchers are helping growers improve wine quality by using remote-sensing technology to scan vineyards from high above California. Available from: <http://www.sciencedaily.com/releases/2001/09/010903092914.htm> (accessed: 17.08.2022).
7. Tondriaux C., Costard A., Bertin C., Duthoit S., Hourdel J., Rousseau J. How can remote sensing techniques help monitoring the vine and maximize the terroir potential? E3S Web Conf. Volume. 2018; 50: 02007. DOI: 10.1051/e3sconf/20185002007
8. Sectormentor: Case study: vineyard monitoring at Gusbourne, Available from: <https://vines.vidacycle.com/vineyard-monitoring-at-gusbourne/> (accessed: 17.08.2022).

REFERENCES

1. On viticulture and winemaking in the Russian Federation: Federal Law No. 468-FZ of 27.12.2019 (as amended on 02.07.2021) (In Russian). [Electronic resource]. – Access mode: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201912280016> (accessed: 08/17/2022).
2. Orlov V.A., Lukyanov A.A. Elements of digitalization of grape plantations based on a geoinformation system. *Fruit growing and viticulture in the South of Russia*. 2022; 73(1): 14–27 (In Russian). DOI: 10.30679/2219-5335-2022-1-73-14-27
3. Stepanykh N.V., Nesterova E.V., Zargaryan A.M., Zhukova O.A., Stepanykh T.V. Digitalization of agrotechnology management. Kurtamysh: LLC «Kurtamysh printing house» 2018; 43 (In Russian).
4. Kuznetsov P.N., Kotelnikov D.Yu. Automated technological complex for monitoring and diagnostics of vineyards. *Bulletin of Agrarian Science of the Don*. 2021; 4(56): 16–23 (In Russian).
5. Smart Irrigation and Pruning Practices Reduce Heat Wave Impact on Yields. Available from: <https://www.terraviva.co/vineyard-reduce-heat-wave-impact/> (accessed: 08.17.2022).
6. NASA researchers are helping growers improve wine quality by using remote-sensing technology to scan vineyards from high above California. Available from: <http://www.sciencedaily.com/releases/2001/09/010903092914.htm> (accessed: 08.17.2022).
7. Tondriaux C., Costard A., Bertin C., Duthoit S., Hourdel J., Rousseau J. How can remote sensing techniques help monitoring the vine and maximize the terroir potential? *E3S Web Conf. Volume*. 2018; 50: 02007. DOI: 10.1051/e3sconf/20185002007
8. Sectormentor: Case study: vineyard monitoring at Gusbourne, Available from: <https://vines.vidacycle.com/vineyard-monitoring-at-gusbourne/> (accessed: 08.17.2022).

9. Новое приложение для смартфонов предскажет урожайность виноградников раньше и точнее. *Федеральный журнал «Агробизнес»*. Ежедневное интернет-издание о сельском хозяйстве и агробизнесе. Краснодар, 2021. Режим доступа: https://agbz.ru/news/novoe-prilozhenie-dlya-smartfonov-predskazhet-urozhaynost-vinogradnikov-ranshe-i-tochnee/?sphrase_id=1728212 (дата обращения: 17.08.2022).

10. Hellman Ed. The vineyard advisor mobile application may. Available from: <https://www.lodigrowers.com/the-vineyard-advisor-mobile-application/> (accessed: 17.08.2022).

11. Ehman L. Semios Named to 2022 Thrive Top 50 Global Agtech Companies. Available from: https://semios.com/solutions/scouting-tool/#weglot_switcher (accessed: 17.08.2022).

12. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2022665023 «Автоматизированная система сбора, учета и обработки данных агробиологических и фенологических показателей сортов винограда». Лукьянов А.А., Орлов В.А. 9.08.2022, бюл. № 8.

13. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. Ростов н/Д: Ростовский университет. 1963; 151.

14. Матузок Н.В., Малтабар Л.М. Совершенствование методики прогнозирования урожайности виноградных насаждений перед обрезкой. *Виноград и вино России*. 1996; 5: 26–29.

15. Матузок Н.В., Трошин Л.П. Оптимизация технологии возделывания винограда на основе использования метода прогнозирования урожайности. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015; 105(01): 1000–1034.

16. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018661315 «Система управления базами данных RU-VITIS». Болшаков В.А., Петров В.С. 05.09.2018, бюл. № 9.

9. A new smartphone app will predict the yield of vineyards earlier and more accurately. *Federal Journal «Agribusiness»*. A daily online publication about agriculture and agribusiness. Krasnodar, 2021 (In Russian). Access mode: https://agbz.ru/news/novoe-prilozhenie-dlya-smartfonov-predskazhet-urozhaynost-vinogradnikov-ranshe-i-tochnee/?sphrase_id=1728212 (accessed: 08.17.2022).

10. Hellman Ed. The vineyard advisor mobile application may. Available from: <https://www.lodigrowers.com/the-vineyard-advisor-mobile-application/> (accessed: 08.17.2022).

11. Ehman L. Semios Named to 2022 Thrive Top 50 Global Agtech Companies. Available from: https://semios.com/solutions/scouting-tool/#weglot_switcher (accessed: 08.17.2022).

12. Certificate of registration of the computer program RU 2022665023 «Automated system for collecting, accounting and processing data on agrobiological and phenological indicators of grape varieties». Lukyanov A.A., Orlov V.A. 08/19/2022, byul. No. 8 (In Russian).

13. Lazarevsky M.A. The study of grape varieties. Rostov n/D: Rostov University. 1963; 151 (In Russian).

14. Matuzok N.V., Maltabar L.M. Improving the methodology of forecasting the yield of grape plantations before launching. *Grapes and wine of Russia*. 1996; 5: 26–29 (In Russian).

15. Matuzok N.V., Troshin L.P. Optimization of grape cultivation technology based on the use of the yield forecasting method. *Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*. 2015; 105(01): 1000–1034 (In Russian).

16. Certificate of registration of the computer program RU 2018661315 «RU-VITIS database management System». Bolshakov V.A., Petrov V.S. 05.09.2018, byul. No. 9. (In Russian).

ОБ АВТОРАХ:

Виталий Александрович Орлов,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный, Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Понерский пр-т, 36, Анапа, 353456, Российская Федерация
email: vitorl@yandex.ru
Тел.: +7(989) 764-29-85

Алексей Александрович Лукьянов,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, директор, Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Понерский пр-т, 36, Анапа, 353456, Российская Федерация
email: azosviv@mail.ru
Тел.: +7(989) 447-93-81

ABOUT THE AUTHORS:

Vitali Aleksandrovich Orlov,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Anapa Zonal Experimental Station of Viticulture and Winemaking – Branch of the Federal State Budget Scientific Institution «North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making», 36, Pionersky Ave., Anapa, 353456, Russian Federation
email: vitorl@yandex.ru
Phone: +7(989) 764-29-85

Alexey Aleksandrovich Lukyanov,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Director, Anapa Zonal Experimental Station of Viticulture and Winemaking – Branch of the Federal State Budget Scientific Institution «North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making», 36, Pionersky Ave., Anapa, 353456, Russian Federation
email: azosviv@mail.ru
Phone: +7(989) 447-93-81

В. В. Чумакова, ✉
В. Ф. Чумаков

Северо-Кавказский федеральный
научный аграрный центр, Михайловск,
Ставропольский край, Российская
Федерация

✉ v.chumakova@fnac.center

Поступила в редакцию:
30.08.2022

Одобрена после рецензирования:
10.10.2022

Принята к публикации:
01.12.2022

Vera V. Chumakova, ✉
Valery F. Chumakov

North Caucasian Federal Scientific Agrarian
Center, Mikhailovsk, Stavropol Territory,
Russian Federation

✉ v.chumakova@fnac.center

Received by the editorial office:
30.08.2022

Accepted in revised:
10.10.2022

Accepted for publication:
01.12.2022

Селекционная оценка сортов фенхеля обыкновенного по продуктивным показателям

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Фенхель обыкновенный — многолетнее травянистое растение, используется традиционно как одно- или двулетнее. Культуру возделывают для получения эфирного масла в качестве лекарственного растения и пряности. Обеспечить необходимые объемы производства сырья для фармацевтической, пищевой, лакокрасочной и парфюмерно-косметической промышленности может внедрение высокопродуктивных сортов, адаптированных к условиям возделывания. Создание новых сортов предусматривает изучение генофонда и выявление перспективных генотипов по ценным признакам.

Методы. Объект исследования — 37 коллекционных и селекционных сортов фенхеля различного эколого-географического происхождения. Почва — чернозем обыкновенный среднесуглинистый. Учет продуктивности зеленой массы проводили в фазу технической спелости на зелень (35-й день от начала весеннего отрастания растений) и переработки на масло (начало плодообразования). Площадь делянки (в зависимости от этапа селекционного процесса) — 3–10 м². Повторность — 1–4-кратная. Способ посева ширококорежный. Влажность и температурный режим весьма различались в годы проведения исследований, что позволило дать изученному материалу всестороннюю оценку.

Результаты. В условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края наибольшее варьирование среди изученных сортов фенхеля выявлено по длине вегетационного периода, высоте, продуктивному долголетию, облиственности растений, урожайности зеленой массы и семян. Выделившиеся по комплексу признаков и свойств восемь сортов фенхеля были включены в селекционную проработку. Результатом селекционной работы с перспективным исходным материалом на основе использования метода отбора биотипа из сложного гибридного материала с последующей серией улучшающих отборов был создан новый сорт фенхеля обыкновенного Бачата, внесенный в 2015 г. в Государственный реестр селекционных достижений РФ.

Ключевые слова: Фенхель обыкновенный, *Foeniculum vulgare* Mill., коллекция, отбор, сорт, продуктивность, долголетие.

Для цитирования: Чумакова В.В., Чумаков В.Ф. Селекционная оценка сортов фенхеля обыкновенного по продуктивным показателям. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 106–110. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-106-110>

© Чумакова В.В., Чумаков В.Ф.

Evaluation of fennel cultivars for use in breeding for productivity

ABSTRACT

Relevance. Common fennel is a perennial herbaceous plant, traditionally used as a one- or two-year-old. The culture is cultivated for the production of essential oil, as a medicinal plant and spice. The introduction of highly productive varieties adapted to cultivation conditions can ensure the necessary production volumes of raw materials for the pharmaceutical, food, paint and perfume and cosmetic industries. The creation of new varieties involves the study of the gene pool and the identification of promising genotypes based on valuable traits.

Methods. 37 collection and selection varieties of various ecological and geographical origin were studied. The soil is ordinary medium-sized low-humus medium-loamy chernozem. The productivity of the green mass was taken into account in the phase of technical ripeness for greens (35th days from the beginning of spring regrowth of plants) and processing for oil (the beginning of fruit formation). The area of the plot (depending on the stage of the selection process) is 3–10 sq. m. The repetition is 1–4 times. The method of sowing is wide-row. Humidity and temperature conditions were very different during the years of research, which made it possible to give the studied material a comprehensive assessment.

Results. In the conditions of the zone of unstable humidification of the Stavropol Territory, the greatest variation among the studied cultivars was revealed by the length of the growing season, height, productive longevity, leafiness of plants, yield of green mass and seeds. 8 cultivars distinguished by a complex of signs and properties were included in the selection study. Using the biotype selection method from the resulting hybrid combination with a subsequent series of improving selections, a new variety of fennel ordinary Bachat was created, introduced since 2015. to the State Register of Breeding Achievements of the Russian Federation

Key words: common fennel, *Foeniculum vulgare* Mill., collection, selection, variety, productivity, longevity.

For citation: Chumakova V.V., Chumakov V.F. Evaluation of fennel cultivars for use in breeding for productivity. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 106–110. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-106-110> (In Russian).

© Chumakova V.V., Chumakov V.F.

Введение / Introduction

Северо-Кавказский регион относится к числу немногих российских регионов, благоприятных для выращивания ряда лекарственных, эфиромасличных и пряных культур. В настоящее время их возделывание и переработка, в том числе довольно востребованной культуры фенхеля обыкновенного, представлены в регионе в небольших объемах. Однако с каждым годом потребность натурального растительного сырья и продуктов его переработки возрастает. Обеспечить необходимые объемы их производства для фармацевтической, пищевой [1] и парфюмерно-косметической промышленности [2] может внедрение высокопродуктивного, с многолетним типом использования травостоя, адаптированного к условиям возделывания сортов. Это требует поиска и создания перспективного исходного материала, использования в селекционной работе различных методов и схем [3].

Фенхель обыкновенный *Foeniculum vulgare* Mill. относится к семейству зонтичных (сельдерейных), имеет многолетний тип развития. В культуре возделываются одно- или двулетние сорта. Корень растения стержневой, малоразветвленный, веретенообразный. Стебель прямостоячий, ветвистый, полый, с сизым оттенком. Листья очередные, голые, многократно расчлененные. Нижние — черенковые крупные, средние и верхние — с охватывающим стебель влагалищем, менее крупные и расчлененные. Цветки мелкие, венчик пятилепестковый, опадающий. Соцветие — сложный зонтик, лепестки желтые. Плод — продолговатая двусемянка зеленовато-бурого цвета. Масса 1000 семян — до 6,5 г.

Фенхель обыкновенный имеет глубокие корни возделывания древними римлянами, египтянами, индейцами и китайцами. В настоящее время культура распространена во всем мире в качестве лекарственного, пищевого и технического растения. Его культивируют в северных и южных регионах Европы, странах Азии (Индия, Китай, Япония), Северной и Южной Америке, а также в оазисах Африки [4].

Компонентный состав фенхельного масла включает анетол, метилхавикол, фенхон и монотерпеновые углеводороды. Масло из семян содержит минимальное количество фенхона, который придает горький вкус. Масло из зеленой массы растений имеет повышенное содержание фенхона и тритерпеновых углеводородов [5]. Процентное содержание компонентов масла во многом определяется сортовой принадлежностью, фазой развития растений и погодными условиями при выращивании растительного сырья.

Эфирное масло фенхеля обыкновенного обладает антибактериальным, противогрибковым, антиоксидантным, антигеморроидальным, гепатопротекторным, антигипергликемическим, противовоспалительным, акарицидным, эстрогенным действием [6]. Выявлено также противовоспалительное, ноотропное, жаропонижающее и улучшающее моторику желудочно-кишечного тракта действие. Настой используют в качестве ветрогонного, спазмолитического и отхаркивающего средства, укропную воду — как ветрогонное, в том числе для детей грудничкового возраста [7].

В Россию фенхель был завезен с Балканского полуострова, с XVII века его начали разводить как лекарственное растение [8]. В дореволюционной России фенхельное масло было предметом экспорта. В бывшем Советском Союзе его производство только на Украине составляло более 30 т в год.

В настоящее время в России в небольших объемах культура выращивается в регионах с продолжительным теплым периодом, мягкой зимой и достаточным количеством осадков [9]. Выращивание фенхеля обыкновенного признано перспективным направлением растениеводства в Крыму [10], на Ставрополье, в Краснодарском крае. Посевные площади этой культуры в качестве пряности в ООО «Моя мечта» Новоселицкого района Ставропольского края к 2019 г. составили около 200 га. Выращивание фенхеля обыкновенного в АФ «Регион» Кавказского района Краснодарского края для переработки на масло в 2015–2020 гг. ежегодно проводилось на 70–100 га.

Промышленное производство фенхеля требует создания новых адаптивных сортов с высокой продуктивностью фитомассы и семян, повышенным содержанием эфирного и жирного масел. Созданный в ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» сорт-популяция фенхеля обыкновенного Бачата внесен в Государственный реестр селекционных достижений России и допущен к использованию во всех регионах с 2015 г. Сорт отличается высокой зимостойкостью, продолжительным продуктивным долголетием, устойчивостью к неблагоприятным био- и абиотическим условиям среды [11].

Цель исследования — дать сравнительную оценку сортообразцов фенхеля различного эколого-географического происхождения, выделить исходный материал для селекции, создать и внедрить новый сорт фенхеля обыкновенного в сельскохозяйственное производство.

Материал и методы исследования / Materials and method

Оценку и отбор перспективных форм из коллекционных сортообразцов различного эколого-географического происхождения, создание и изучение перспективного селекционного материала проводили с 2005 по 2014 г. на экспериментальном полигоне ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ».

Испытание нового сорта фенхеля обыкновенного Бачата в условиях промышленного производства проведено в ООО «Моя мечта» в Ставропольском крае и АФ «Регион» в Краснодарском крае в 2015–2020 гг.

Экспериментальное поле ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» расположено в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Почва — чернозем обыкновенный среднемощный слабогумусированный среднесуглинистый с содержанием общего гумуса в пахотном слое 4,3–4,5%.

Климатические условия в годы проведения селекционных исследований и производственной оценки нового сорта были весьма различными по влажности и температурному режиму, что позволило дать коллекционному и селекционному материалу всестороннюю оценку по адаптивным признакам и качественным характеристикам.

Изучение и оценку хозяйственно-полезных признаков и свойств, учет продуктивности зеленой массы в фазу технической спелости на зелень (35-й день от начала весеннего отрастания растений) и переработку на масло (фаза полного цветения — начало плодообразования) проводили согласно методике исследований с лекарственными и эфиромасличными культурами в ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» [12]. Площадь деланки — 3–5 кв. м. Повторность — 1–4-кратная. Посев широкорядный. Математическая обработка данных проводилась по Б.А. Доспехову [13] с использованием компьютерных программ Microsoft Office Excel и Diana.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Изучение и оценка коллекционного и селекционного исходного материала фенхеля обыкновенного в количестве 37 сортов образцов различного эколого-географического происхождения позволили выделить для дальнейшей селекционной работы с культурой перспективные генетические источники по отдельным (или комплексу) хозяйственно ценным признакам и свойствам (табл. 1).

Начало весенней вегетации коллекционных и селекционных сортов образцов фенхеля обыкновенного в различные годы исследований отмечали с 1 по 18 марта. Продолжительность вегетационного периода от отрастания до уборочной спелости семян колебалась от 93 до 198 дней.

Наибольшее количество сортов образцов было отнесено в группу среднеспелых с продолжительностью вегетации от 110 до 120 дней. По высоте растений выделились сорта образцы мировой коллекции ВИР и селекционные формы собственной селекции. Диапазон изменчивости высоты растений в фазу цветения в зависимости от происхождения и года жизни травостоя колебался в пределах 95,4–197,7 см. Это был один из самых вариативных признаков.

По урожайности зеленой массы в фазу технической спелости на зелень практически все сорта образцы имели слабо отличимые показатели (на уровне 125–200 ц/га прямой зелени). В среднем за пять лет пользования травостоем при использовании растительной массы в переработку на масло изученные сорта образцы были распределены по трем группам: с низкой (до 350 ц/га), средней (360–590 ц/га) и высокой (свыше 600 ц/га) продуктивностью зеленой массы за один укос в фазу цветения — начала плодообразования растений. Анализ средней по годам продуктивности зеленой массы и семян позволил выделить в изученном материале перспективные для использования в селекции сорта образцы (табл. 2).

Важным показателем является продуктивное долголетие травостоя. Этот показатель был выявлен только среди сортов образцов местного происхождения. Так, образец народной серии, переданный для исследований из частной коллекции из Александровского района Ставропольского края, имел продолжительность продуктивной жизни семь лет (с урожайностью зеленой фитомассы до 500 ц/га на седьмой-восьмой год жизни растений).

Не снижали семенную продуктивность до пяти-шести лет жизни растений сорта образцы Спектр из Украины и Пятигорский из Ботанического сада Пятигорской ГФА. Эти образцы использованы в поликроссном скрещивании с целью создания сложного гибридной популяции.

С использованием метода отбора биотипа из полученной сложного гибридной популяции с последующим многократным отбором создан новый сорт фенхеля обыкновенного — Бачата. Основными достоинствами сорта являются высокая

Таблица 1. Генетические источники хозяйственно ценных признаков фенхеля обыкновенного для селекции культуры

Table 1. Genetic sources of economically valuable traits of common fennel for culture selection

Признак	Выделено генетических источников в питомниках, ед.	
	коллекционном	селекционном
Раннее отрастание весной	2	5
Зимостойкость	3	6
Высота растений	8	14
Облиственность	4	7
Продолжительность вегетационного периода: раннеспелые	2	4
среднеспелые	3	3
позднеспелые	2	2
Устойчивость к полеганию	5	12
Устойчивость к болезням	3	5
Устойчивость к вредителям	5	10
Продуктивность зеленой массы	3	7
Продуктивность семян	2	9
Устойчивость к осыпанию семян	3	8
Масса 1000 семян	4	9
Дружность созревания семян	3	11
Всего:	52	112

Таблица 2. Продуктивность выделенных сортов образцов фенхеля обыкновенного для использования в селекции

Table 2. Productivity of selected varieties of common fennel for use in breeding

Название сорта образца	Происхождение	Продуктивность, ц/га	
		фитомассы	семян
Спектр	Украина	540,4 ± 120,1	11,3 ± 3,0
Пятигорский	Ботсад ПГФА	690,4 ± 82,3	12,0 ± 3,1
Ставропольский	Ставропольский ботсад	420,8 ± 74,5	12,2 ± 2,5
Вр. 213 ВИР	Венгрия	770,3 ± 77,9	15,9 ± 2,8
К-60 ВИР	Сирия	800,8 ± 102,4	10,9 ± 2,0
К-78 ВИР	ВИЛАР, Москва	659,9 ± 95,2	12,7 ± 1,9
Коммерческий	Аэлита, Москва	600,1 ± 90,1	11,2 ± 3,7
Народная серия	Ставропольский край	509,5 ± 72,4	15,7 ± 3,9
СГП Ч- 1/12	Ставропольский НИИСХ	809,6 ± 83,2	20,9 ± 2,9
СГП Ч-1/17	Ставропольский НИИСХ	920,5 ± 88,4	20,1 ± 3,2
СГП Ч-1/21	Ставропольский НИИСХ	770,8 ± 89,3	21,7 ± 4,2

зимостойкость, облиственность, устойчивость к болезням и вредителям, продуктивность фитомассы и семян, долголетнее (до девяти лет) использование травостоя (табл. 3).

Новый сорт фенхеля обыкновенного Бачата характеризуется высокой зимостойкостью, ветвистостью стебля, устойчивостью к полеганию, вредителям и болезням. Продолжительность цветения составляет 70–75 дней. Продуктивность пряной зелени за два-три сбора — 210–240 ц/га. Основным компонентом эфирного масла является анетол (55–59%). Эфирное масло обладает приятным ароматом аниса.

Производственная оценка нового сорта фенхеля обыкновенного Бачата в качестве лекарственного и эфиромасличного растения в ООО «Моя мечта» Новоселицкого района Ставропольского края и АФ «Регион» Кавказского района Краснодарского края позволила выявить сортовые особенности и разработать рекомендации производству по выращиванию и переработке растительного сырья. Так, уборку растительной массы для получения наивысшего сбора эфирного масла рекомендовано проводить в фазу окончания цветения — начала молочно-восковой спелости плодов на центральном зонтике. При этом выход эфирного масла увеличивается на 30–33% в сравнении с уборкой в фазу цветения, а концентрация анетолы составляет 70–71%.

Эти данные совпадают с исследованиями других ученых [14, 15]. Технология выращивания сорта на растительное сырье и семена включает тщательную подготовку почвы, использование широкорядного способа посева в ранневесенние или позднелетние сроки, обязательное до- и послепосевное прикатывание почвы.

Таблица 3. Хозяйственно-биологическая характеристика нового сорта фенхеля обыкновенного Бачата (по данным конкурсного сортоиспытания)
Table 3. Economic and biological characteristics of a new variety of fennel common Bachata (according to competitive variety testing)

Показатель	Единица измерения	Бачата	Стандарт Крымская сортопопуляция
Продуктивность зеленой фитомассы	ц/га	850,2	700,1
Продуктивность семян	ц/га	17,5	9,4
Высота травостоя	см	185,6	157,9
Выравненность (отклонения по высоте)	см	9,1	18,4
Степень облиственности	%	39	30
Продуктивное долголетие	год	7–9	3–4
Вегетационный период от весеннего отрастания до уборочной спелости семян	день	140	157
Число цветущих растений в год посева	%	70	35
Устойчивость к засухе	%	100	80
Масса 1000 семян	г	5,9	4,5
Содержание эфирного масла	%	5,5	4,7

Выводы / Conclusion

По итогам многолетнего комплексного изучения коллекционных и селекционных сортообразцов фенхеля обыкновенного различного эколого-географического происхождения выявлено высокое разнообразие морфологических, биологических и хозяйственно ценных признаков и свойств изученного материала.

В качестве перспективных генетических источников для селекции культуры в условиях Ставропольского края выделены образцы местного происхождения. С использованием множественного скрещивания подобранных компонентов и метода биотипического отбора создан новый сорт фенхеля обыкновенного — Бачата, отличающийся высоким продуктивным долголетием, адаптивностью и качеством растительного сырья.

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. Войткевич С.А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. М.: Пищевая промышленность, 1999; 282.
2. Ткаченко К.Г. Эфиромасличные растения и эфирные масла: достижения, перспективы, современные тенденции изучения и применения. Вестник Удмуртского университета. 2011; 1: 88–89.
3. Чумакова В.В., Чумаков В.Ф. Потенциал развития и переработки эфиромасличных и лекарственных растений на Северном Кавказе. В кн. Научный и инновационный потенциал развития производства и переработки эфиромасличных и лекарственных растений евразийского экономического союза. Симферополь: ИТ «Ариал». 2021; 155–164.
4. Савельева Л.Ф. Фенхель — волошский укроп. Здоровье и экология. 2007; 7: 43–45.
5. Паштетский В.С., Невкрытая Н.В., Мишнев А.В., Назаренко Л.Г. Эфиромасличная отрасль Крыма. Вчера, сегодня, завтра: 2-е изд., доп. Симферополь: ИТ «Ариал». 2018; 133–135.
6. Anwar F., Ali M., Hussain A., Shahid M. Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of bennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds from Pakistan. Flavors Fragr. S. 2009; 24: 170–176.

REFERENCES

1. Voitkevich S.A. Essential oils for perfumery and aromatherapy. M.: Food industry, 1999; 282 (In Russian).
2. Tkachenko K.G. Essential oil plants and essential oils: achievements, prospects, modern trends of study and application. Bulletin of the Udmurt University. 2011; 1: 88–89 (In Russian).
3. Chumakova V.V., Chumakov V.F. The potential of development and processing of essential oil and medicinal plants in the North Caucasus. In the book. Scientific and innovative potential for the development of production and processing of essential oil and medicinal plants of the Eurasian Economic Union. Simferopol: IT «Ariol». 2021; 155–164 (In Russian).
4. Savelyeva L.F. Fennel — voloshsky dill. Health and ecology. 2007; 7: 43–45 (In Russian).
5. Pashtetsky V.S., Nevkrytaya N.V., Mishnev A.V., Nazarenko L.G. The essential oil industry of the Crimea. Yesterday, today, tomorrow: 2nd ed., add. Simferopol: IT «Ariol». 2018; 133–135 (In Russian).
6. Anwar F., Ali M., Hussain A., Shahid M. Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of bennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds from Pakistan. Flavors Fragr. S. 2009; 24: 170–176.

7. Луферов А.Н., Бобкова Н.В., Боков Д.О., Ковалева Т.Ю., Нестерова Н.В. Применение эфиромасличных лекарственных растений в медицине. В кн.: *Научный и инновационный потенциал развития производства и переработки эфиромасличных и лекарственных растений евразийского экономического союза. Симферополь: ИТ «Ариал»*. 2021; 62–75.

8. Тимашева Л.А., Горбунова Е.В., Данилова И.Л. Изучение динамики накопления эфирного масла в процессе вегетации растений фенхеля. *Научные труды Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет»*. Серия: Технические науки. 2012; 146: 164–170.

9. Мишарина Т.А., Полшков А.Н. Антиоксидантные свойства эфирных масел. Автоокисление эфирных масел лавра, фенхеля и их смеси с эфирным маслом кориандра. *Прикладная биохимия и микробиология*. 2005; 41(6): 693–702.

10. Золотилова О.М., Золотилова В.А., Скипор О.Б., Новиков И.А. Оценка коллекционных образцов фенхеля обыкновенного по показателям продуктивности. *Таврический вестник аграрной науки*. 2019; 1(17): 51–61. DOI:10.33952/2542-0720-2019-1-17-51-61

11. Кулинцев В.В., Чумакова В.В., Володин А.Б. и др. Сорты и гибриды сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»: каталог 12-е изд., доп. Ставрополь, 2022; 151–152.

12. Чумакова В.В. и др. Сорты кормовых трав как фактор и ресурс инновационного развития регионального кормопроизводства. *Сельскохозяйственный журнал*. 2022; 4(15): 38–48. DOI: 10.25930/2687-1254/004.4.15.202213

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: *Книга по требованию*. 2013; 349 с.

14. Горбунова Е.В. Обоснование основных элементов технологии комплексной переработки сырья фенхеля обыкновенного (*Foeniculum vulgare* Mill.). Автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук. Симферополь. Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского. 2015; 25.

15. Rather M.A. et al. *Foeniculum Vulgare*: A comprehensive review of its traditional application, phytochemistry, pharmaceutical cold: ultimate safety. *Arabic Chemical Journal*. 2012; 1–10.

7. Luferov A.N., Bobkova N.V., Bokov D.O., Kovaleva T.Yu., Nesterova N.V. Application of essential oil medicinal plants in medicine. In: *Scientific and innovative potential of development of production and processing of essential oil and medicinal plants of the Eurasian Economic Union. Simferopol: IT «Ariall»*. 2021; 62–75 (In Russian).

8. Timasheva L.A., Gorbunova E.V., Danilova I.L. Study of the dynamics of accumulation of essential oil in the processes of vegetation of fennel plants. *Scientific works of the Southern Branch of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine «Crimean Agrotechnological University»*. Series: Engineering sciences. 2012; 146: 164–170 (In Russian).

9. Misharina T.A., Polshkov A.N. Antioxidant properties of essential oils. Autooxidation of essential oils of laurel, fennel and their mixtures with essential oil of coriander. *Applied biochemistry and microbiology*. 2005; 41(6): 693–702 (In Russian).

10. Zolotylova O.M., Zolotylov V.A., Skipor O.B., Novikov I.A. Evaluation of collection samples of common fennel by productivity indicators. *Taurian Bulletin of Agrarian Science*. 2019; 1(17): 51–61 (In Russian). DOI:10.33952/2542-0720-2019-1-17-51-61

11. Kulintsev V.V., Chumakova V.V., Volodin A.B. and others. Varieties and hybrids of agricultural crops of selection of the North Caucasian FNAC: catalog 12th ed., add. Stavropol. 2022; 151–152 (In Russian).

12. Chumakova V.V. et al. Sorts of fodder grasses as a factor and resource of innovative development of regional fodder production. *Agricultural Journal*. 2022; 4(15): 38–48 (In Russian). DOI: 10.25930/2687-1254/004.4.15.202213

13. Dospekhov B.A. Field experience methodology: with the basics of statistical processing of research results. M.: *Book on demand*. 2013; 349 (In Russian).

14. Gorbunova E.V. Substantiation of the main elements of the technology of complex processing of raw materials of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Abstract of the dissertation of the candidate of agricultural science. Simferopol. V.I. Vernadsky Crimean Federal University. 2015; 25 (In Russian).

15. Rather M.A. et al. *Foeniculum Vulgare*: A comprehensive review of its traditional application, phytochemistry, pharmaceutical cold: ultimate safety. *Arabic Chemical Journal*. 2012; 1–10.

ОБ АВТОРАХ:

Вера Владимировна Чумакова,

кандидат сельскохозяйственных наук, Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, ул. Никонова, 49, Михайловск, Ставропольский край, 356241, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0003-0913-6855>

Валерий Фёдорович Чумаков,

старший научный сотрудник, Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, ул. Никонова 49, Михайловск, Ставропольский край, 356241, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0002-9552-0548>

ABOUT THE AUTHORS:

Vera Vladimirovna Chumakova,

Candidate of Agricultural Sciences, North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center, 49 Nikonova str. Mikhailovsk, Stavropol Territory, 356241, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0003-0913-6855>

Valery Fedorovich Chumakov,

Senior Researcher, North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center, 49 Nikonova str., Mikhailovsk, Stavropol Territory, 356241, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0002-9552-0548>

УДК 631.3-049.3

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-111-116

Ю.В. Катаев, ✉
М.С. Мордасова,
В.С. Герасимов

Федеральный научный агроинженерный
центр ВИМ, Москва, Российская
Федерация

✉ ykataev@mail.ru

Поступила в редакцию:
02.09.2022

Одобрена после рецензирования:
30.12.2022

Принята к публикации:
25.01.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-111-116

Yuri V. Kataev, ✉
Margarita S. Mordasova,
Valery S. Gerasimov

Federal Scientific Agroengineering Center
VIM, Moscow, Russian Federation

✉ ykataev@mail.ru

Received by the editorial office:
02.09.2022

Accepted in revised:
30.12.2022

Accepted for publication:
25.01.2023

Состояние инженерной службы АПК Тамбовской области и перспективы ее развития

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Инженерно-техническая служба сельскохозяйственного предприятия — это отдельное подразделение системы управления хозяйством, состоящее из инженерно-технического персонала, который обеспечивает регламентированный порядок выполнения мероприятий, направленных на поддержание машинно-тракторного парка в работоспособном состоянии и обеспечивающих его высокопроизводительную работу.

Методы. Информационно-коммуникационные технологии, онлайн-платформы, проанализирован большой объем данных, характеризующих возможности создания в АПК Тамбовской области системы утилизации техники, исходя из состояния машинно-тракторного парка АПК, его возрастных характеристик и возможности предприятий инженерной структуры АПК осуществлять этот род деятельности. Полученная информация была обработана с использованием методов статистического анализа.

Результаты. Обозначены актуальные проблемы и выявлены новые подходы к модернизации инженерной службы агропромышленного комплекса для области с учетом целей и задач Правительства Российской Федерации. Предложены перспективы дальнейшего развития и оптимизации инженерно-технической службы региона. Оценена возможность создания в структуре действующих ремонтно-технических предприятий (РТП) инженерной службы цехов (участков) по сбору, переработке, мониторингу и утилизации выведенной из эксплуатации техники. Представлена доказательная база целесообразности создания в рамках РТП дополнительной производственной структуры для осуществления сбора, переработки, мониторинга и утилизации техники. Как показал проведенный анализ, существует явная необходимость совершенствования системы инженерных предприятий в сфере эксплуатации МТП.

Ключевые слова: инженерно-техническая служба, ремонтно-техническое предприятие, агропромышленный комплекс, сельскохозяйственная техника, утилизация, машинно-тракторный парк.

Для цитирования: Катаев Ю.В., Мордасова М.С., Герасимов В.С. Состояние инженерной службы АПК Тамбовской области и перспективы ее развития. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 111–116. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-111-116>

© Катаев Ю.В., Мордасова М.С., Герасимов В.С.

The situation of engineering service of AIC of Tambov region and prospects of its development

ABSTRACT

Relevance. The engineering and technical service of an agricultural enterprise is a separate subdivision of the management system of the farm, consisting of engineering and technical personnel providing a regulated procedure for the implementation of measures aimed at maintaining the machine and tractor fleet in working condition and ensuring its high-performance operation.

Methods. To solve the goal set in the work, studies were conducted in which various materials and methods were used: information and communication technologies, online platforms, a large amount of data was analyzed characterizing the possibilities of creating a recycling system in the agro-industrial complex of the Tambov region, based on the state of the machine-tractor fleet of the agro-industrial complex, its age characteristics and the capabilities of the enterprises of the engineering structure of the agro-industrial complex to carry out this kind of activity. The information received was processed using statistical analysis methods.

Results. The actual problems are identified and new approaches to the modernization of the engineering service of the agro-industrial complex for the region are identified, taking into account the goals and objectives of the Government of the Russian Federation. Prospects for further development and optimization of the engineering and technical service of the region are proposed. The possibility of creating an engineering service of workshops (sites) for the collection, processing, monitoring and disposal of decommissioned equipment in the structure of existing repair and technical enterprises (RTP) is evaluated. The evidence base of the expediency of creating an additional production structure within the framework of the RTP for the collection, processing, monitoring and disposal of equipment is presented. As the analysis has shown, there is a clear need to improve the system of engineering enterprises in the field of MTP operation.

Key words: engineering and technical service, repair and technical enterprise, agro-industrial complex, agricultural machinery, recycling, machine and tractor fleet.

For citation: Kataev Yu.V., Mordasova M.S., Gerasimov V.S. The situation of engineering service of AIC of Tambov region and prospects of its development. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 111–116. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-111-116> (In Russian).

© Kataev Yu.V., Mordasova M.S., Gerasimov V.S.

Введение / Introduction

Утилизация сельскохозяйственных машин — чрезвычайно актуальная проблема. Сельскохозяйственная техника (тракторы, комбайны, почвообрабатывающие, посевные машины и пр.) постепенно устаревает и изнашивается, ей на смену приходят новые, современные модели. Выведенные из эксплуатации агрегаты превращаются в никому не нужный металл, скапливаются на машинных дворах и окраинах сельских поселений. Централизованная система утилизации сельскохозяйственной техники в Тамбовской области отсутствует. Утилизация техники осуществляется на металлолом. Непригодные сельскохозяйственные машины занимают много места и наносят непоправимый урон экологии: в деталях техники содержатся опасные и вредные для здоровья и окружающей среды такие вещества, как цинк, свинец, асбест, кислоты и др. (рис. 1, 2) [1–3].

Цели исследования — проанализировать состояние инженерной службы АПК Тамбовской области, оценить возможность создания на базе действующего ремонтно-технического предприятия цехов (участков) по сбору, переработке и утилизации сельскохозяйственной техники и дать рекомендации по ее перспективному развитию.

Материал и методы исследования / Materials and method

Методика основана на современном техническом состоянии техники, технологий и существующих нормативно-правовых требований к утилизации сельскохозяйственной техники. При формировании сценариев развития инженерной службы учитываются тенденции развития технологий и совершенствование нормативно-правовой базы данного вида деятельности.

Процессы реформирования ИТС сельскохозяйственных предприятий следует начинать с разработки и внедрения новых систем учета и анализа технологических процессов, что позволит формировать внутренние

базы данных (БД) инженерно-технических служб предприятий и обеспечит переход на ресурсосберегающие технологии управления. Нами предложен вариант создания в структуре действующих ИТС отдела по сбору, переработке, мониторингу и утилизации выведенной из эксплуатации техники со штатом один-два человека (рассчитывается по формуле) [4]:

$$m = \frac{T_p}{\Phi \alpha}, \quad (1)$$

где: m — количество производственных рабочих; T_p — общая трудоемкость работ по утилизации техники, чел.-ч; Φ — фонд времени рабочего за планируемый период, ч.; α — коэффициент, учитывающий перевыполнение норм (принимается равным 1,1–1,2).

Основные задачи отдела:

- организация производственного учета и контроля технологических процессов с использованием новых информационных технологий;
- разработка рекомендаций по внутрихозяйственному управлению;
- управление надежностью машин и оборудования на сельскохозяйственном предприятии;
- анализ новых технологий и машин и участие в принятии решений по усовершенствованию производства;
- сбор, переработка, мониторинг, утилизация выведенной из эксплуатации техники [5, 6].

К концу 2020 г. на обновление машинно-тракторного парка Тамбовской области сельскохозяйственными предприятиями всех форм собственности было инвестировано более 9 млрд рублей. Закуплено: более 800 единиц прицепного и навесного оборудования, 434 единицы новой сельскохозяйственной техники, в том числе 250 тракторов, 181 зерноуборочный комбайн, 3 кормоуборочных комбайна [7].

Проведенный анализ показывает явную потребность хозяйств в модернизации системы инженерных предприятий и внутреннего учета в сфере эксплуатации МТП.

Рис. 1. Структура вклада списанной техники в общем объеме негативного воздействия на почву (по данным Ассоциации рециклинга отходов (АРО))

Fig. 1. The structure of the contribution of decommissioned equipment in the total amount of negative impact on the soil (according to the Waste Recycling Association (ARO))

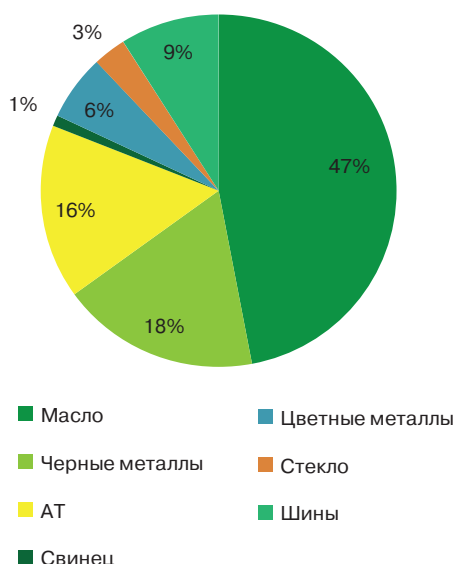


Рис. 2. Структурный состав вредных элементов, входящих в состав списанной сельскохозяйственной техники, оказывающих негативное влияние на водную среду. Структура вклада списанной сельскохозяйственной техники в общем объеме негативного воздействия на водную среду (по данным Ассоциации рециклинга отходов (АРО))

Fig. 2. The structure of the contribution of decommissioned agricultural machinery to the total negative impact on the aquatic environment (According to the Waste Recycling Association (ARO))

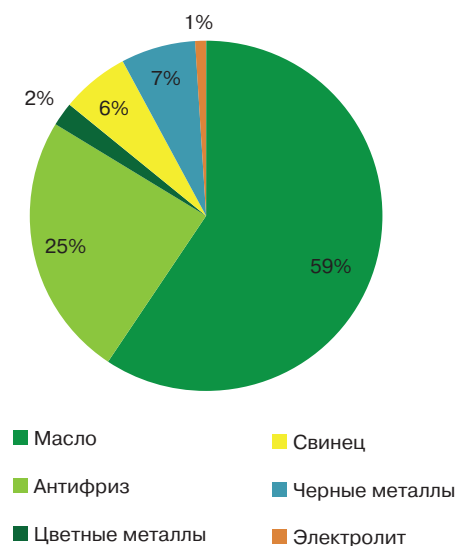
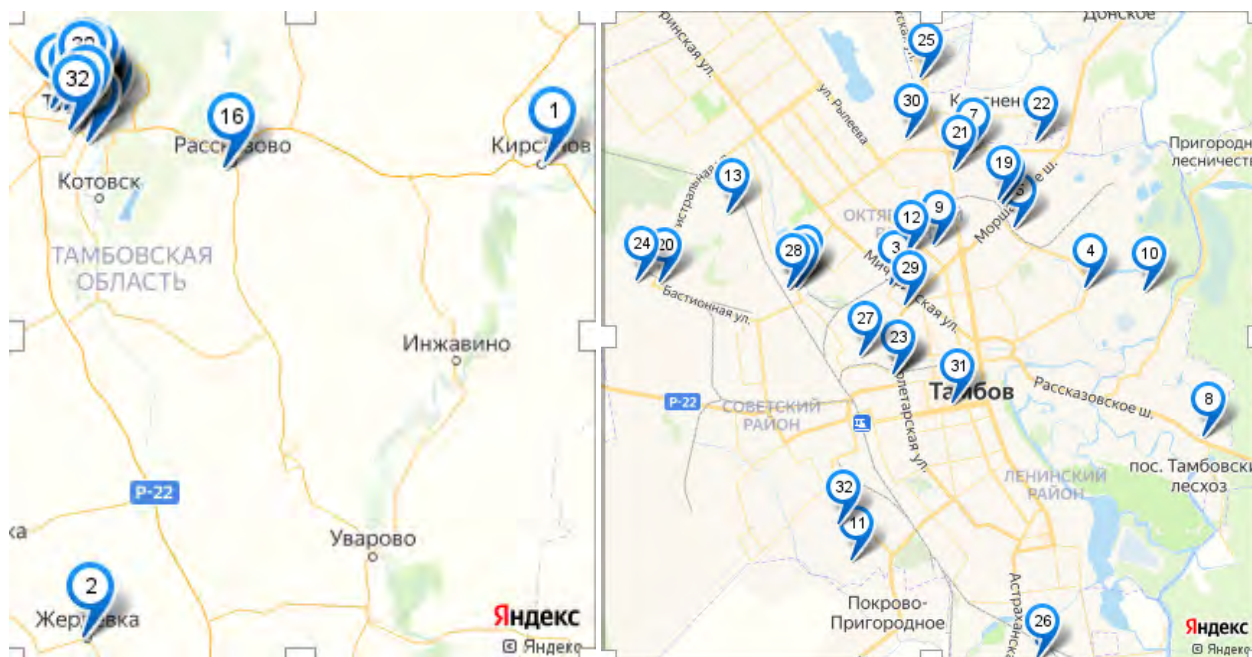


Рис. 3. Расположение региональных предприятий по ремонту и ТО сельхозтехники: 1 — Кирсановский машиностроительный завод, 2 — ОАО Механический завод «Жердевский», 3 — ООО «ГИРАГРО», 4 — ООО «ТСК», 5 — ООО «ТД «Агрокомплект», 6 — ООО «Э.П.Ф.», 7 — ПО «АгроТех», 8 — «Ремонт сельхозтехники Тамбов», 9 — ООО «АГРО Эко», 10 — ЗАО «Корпорация Малком», 11 — АО «Тамбовремтехпред», 12 — ООО «ДТМ», 13 — ООО «Техномера», 14 — ООО «Еврохимсервис», 15 — ООО «БелМТЗцентр», 16 — АО «РТП «Некрасовское», 17 — ООО «Агро-Лидер», 18 — ООО «АгроМашТамбов», 19 — ООО «ТЕХНО-СНАБ», 20 — ООО «Бизнес Маркет», 21 — ООО «Агропромышленные инновации», 22 — ООО «Техноимпорт», 23 — ООО «РостЛайн Агросервис», 24 — ООО «Прицепное и навесное», 25 — ООО СМНУ «Тамбовпусконаладка», 26 — АО «2048 ЦИБ», 27 — Мини-трактора в Тамбове «Дизель34», 28 — ЗАО «Агроцентр Тамбов», 29 — «Старт+», 30 — Волгоградский завод тракторных деталей и агрегатов (представительство), 31 — ИП «Илларионов», 32 — ОАО «ТОРРУС» (авторемонтный завод)

Fig. 3. Location of regional enterprises for the repair and maintenance of agricultural machinery: 1 — Kirsanovsky Machine-building Plant, 2 — JSC Mechanical Plant «Zherdevsky», 3 — LLC «GIRAGRO», 4 — LLC «TSK», 5 — LLC «TD «Agrokomplekt», 6 — LLC «E.P.F.», 7 — PO «Agrotech», 8 — «Repair Tambov Agricultural Machinery», 9 — «AGRO Eco» LLC, 10 — «Malcom Corporation» CJSC, 11 — «Tambovremtehpred» JSC, 12 — «DTM» LLC, 13 — «Technomera» LLC, 14 — «Eurohimservice» LLC, 15 — «Belmtzcenter» LLC, 16 — JSC «RTP «Nekrasovskoye», 17 — «Agro-Leader» LLC, 18 — «AgromashTambov» LLC, 19 — «TECHNO-SNAB» LLC, 20 — «Business Market» LLC, 21 — «Agro-Industrial Innovations» LLC, 22 — «Technoimport» LLC, 23 — LLC «RostLine Agroservice», 24 — LLC «Trailed and mounted», 25 — LLC SMNU «Tambovpuskonaladka», 26 — JSC «2048 CIB», 27 — Mini-tractors in Tambov «Diesel34», 28 — CJSC «Agrocenter Tambov», 29 — «Start+», 30 — Volgograd tractor parts and aggregates plant (representative office), 31 — IP «Illarionov», 32 — JSC «TORRUS» (car repair plant)



В настоящее время инженерные службы сельскохозяйственных предприятий представляют собой остатки управленческих структур, концепция которых была сформирована в 70—80-х годах прошлого века.

Как показывает практика, наиболее перспективными вариантами инженерных служб считаются службы с развитыми интеграционными связями между сельскохозяйственными предприятиями и районными службами, а также структурами снабжения «Госкомсельхозтехника СССР». Управление технической эксплуатацией МТП на фермах производилось при участии инженеров-технологов, сотрудников ассоциаций «Госкомсельхозтехника СССР» [8, 9].

В настоящее время большая доля рабочего времени главного инженера и старших специалистов сельскохозяйственных предприятий занята выполнением экспедиторских задач — поиском запасных частей, что не требует высококвалифицированного образования. Буквально на всех предприятиях персонал ИТС сведен к критическим пределам. Почти все предприятия сократили позиции инженеров по эксплуатации машин, старших инженеров участков и мастеров-наладчиков, которые занимались комплектованием сельскохозяйственных агрегатов. В итоге трудоемкость работы специалиста резко возрастает, в то время как инженерам нередко приходится осуществлять большой перечень работ, которые не имеют прямого отношения к их непосредственным обязанностям.

Поэтому низкий уровень надежности сельхозтехники — это не просто итог кризиса инженерной сферы предприятий АПК.

Агропромышленный комплекс является ключевым для экономики Тамбовской области. В сельском хозяйстве производится около 25,8% внутреннего регионального продукта (ВРП). Причины объективны: 87% земель сельскохозяйственного назначения — черноземы (основное сосредоточение в районах на юге области).

Общая площадь земельного фонда составляет 3,4 млн га (2,7 млн га задействовано под сельхозугодия), из них 2,1 млн га приходится на пашню, 0,5 млн га используется под пастбища и сенокосы.

Большинство инвестиционных проектов, осуществляемых в регионе, реализуются именно в сельском хозяйстве.

Обилие чернозема и характер климата создают оптимальные условия для выращивания зерна, в особенности пшеницы. Регион занимает лидирующие позиции в стране по производству культур данного типа (3-е по Центральному федеральному округу, 9-е по Российской Федерации). По предварительным данным Росстата, в 2020 г. было собрано в общей сложности 4,9206 млн т зерновых и зернобобовых (с засеянных площадей 1,1129 млн га). Основу урожая здесь составляют пшеница (озимая и яровая), ячмень и кукуруза (также выращивают рожь, овес, просо, тритикале, гречиху, соевые бобы, горох, фасоль, рапс) [10–12].

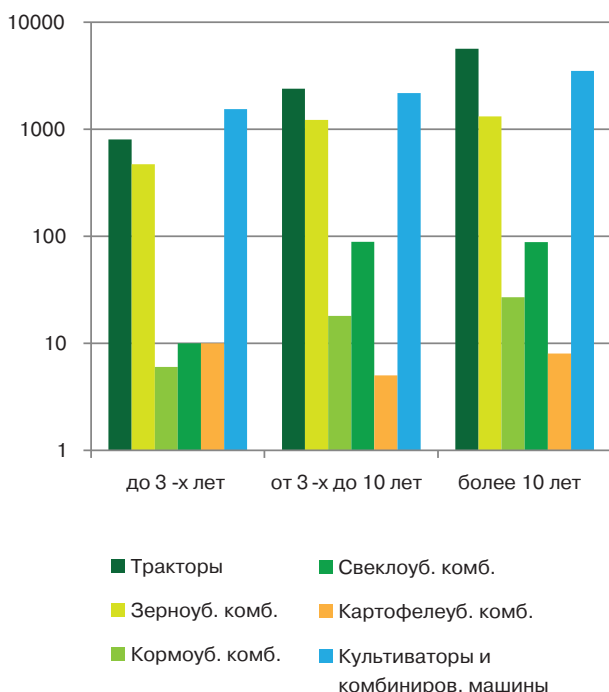
Таблица 2. Динамика показателей наличия техники в сельскохозяйственных предприятиях Тамбовской области (по данным Управления сельского хозяйства Тамбовской области) по состоянию на 01.01.2022

Table 2. Dynamics of indicators of the availability of machinery in agricultural enterprises of the Tambov region (according to the Department of Agriculture of the Tambov region) as of 01.01.2022

Наименование техники	Всего	до 3 лет	от 3 до 10 лет	более 10 лет
Тракторы, всего шт.,	8870	804	2404	5662
в т. ч. ПТЗ (типа К-7М) всех моделей	985	201	304	480
в т. ч. МТЗ всех моделей	4 729	324	1421	2984
в т. ч. БТЗ всех моделей	823	20	100	703
в т. ч. прочие тракторы	1729	99	420	1210
в т. ч. тракторы импортные	604	160	159	285
Автомобили, всего шт.,	6723	1531	2153	3039
в т. ч. с бензиновым двигателем	2960	224	838	1898
Прицепы тракторные, всего шт.	1763	134	459	1170
Зерноуборочные комбайны, всего шт.,	3012	470	1221	1321
в т. ч. типа ACROS, TORUM	1010	224	517	269
в т. ч. типа S300 NOVA, «Вектор»	892	30	57	805
в т. ч. Тусано всех моделей	175	61	101	13
в т. ч. типа «Полесье»	619	63	457	99
в т. ч. импортные	316	92	89	135
Жатки валковые, всего шт.	1221	264	345	612
Кормоуборочные комбайны, прицепные и самоходные, всего шт.,	51	6	18	27
в т. ч. импортные	10	1	2	7
Свеклоуборочные комбайны и комплексы, всего шт.,	187	10	89	88
в т. ч. импортные	162	12	71	79
Картофелеуборочные комбайны и комплексы, всего шт.,	23	10	5	8
в т. ч. импортные	17	6	7	4
Косилки тракторные, всего шт.,	445	134	142	169
в т. ч. импортные	38	20	11	7
Грабли, всего шт.,	253	56	84	113
в т. ч. импортные	16	9	5	2
Пресс-подборщики, всего шт.,	294	122	116	56
в т. ч. импортные	41	32	8	1
Плуги, в т. ч. специальные, плоскорезы глубокорыхлители, удобрители, всего шт.,	3487	654	1498	1335
в т. ч. импортные	347	240	85	22
Культиваторы и комбинированные машины, всего шт.,	7237	1542	2186	3509
в т. ч. импортные	560	458	97	5
Бороны дисковые, всего шт.,	1277	628	600	49
в т. ч. импортные	270	194	65	11
Луцильщики, всего шт.,	151	31	40	80
в т. ч. импортные	10	8	2	0
Сеялки, всего шт.,	6282	1431	2218	2633
в т. ч. зерновые	4311	878	1397	2036
в т. ч. точного высева	1971	553	821	597
Посевные комплексы, всего шт.,	281	208	64	9
в т. ч. импортные	185	159	23	3
Зерносушилки, всего шт.	209	48	102	59
Машины для внесения минеральных удобрений, всего шт.,	844	417	386	41
в т. ч. импортные	208	112	84	12
Машины для внесения органических удобрений, всего шт.,	86	39	41	6
в т. ч. импортные	39	30	9	0
Машины, установки и аппараты дождевальные и поливные,	84	59	17	8
в т. ч. импортные	52	10	42	0
Опрыскиватели и опылители, всего шт.,	1802	726	722	354
в т. ч. импортные	277	252	23	2

Рис. 4. Возрастной состав машинно-тракторного парка на сельскохозяйственных предприятиях Тамбовской области (по материалам Управления сельского хозяйства Тамбовской области) за 2021 г.

Fig. 4. The age composition of the machine and tractor fleet at agricultural enterprises of the Tambov region (based on the materials of the Department of Agriculture of the Tambov region) for 2021



Большинство заводов и предприятий АПК не имеют возможности (из-за нехватки финансовых средств) заниматься ремонтом и утилизацией СХТ. Для оказания им помощи в Тамбовской области функционируют около 32 организаций, занимающихся ремонтом сельскохозяйственной техники (рис. 3а, 3б), среди них наиболее значимые ООО «ТСК», ООО «Э.П.Ф.», ЗАО «Корпорация Малком», ООО «Технодом», АО «Октябрьское».

Поскольку ремонтные предприятия сосредоточены в основном в Тамбове, это создает дополнительные логистические и финансовые трудности для сельхозпредприятий. Кроме того, утилизацию техники ни одна из этих организаций не осуществляет.

В исследовании использованы методы теоретического обобщения, синтеза, индукции, дедукции, комплексности, конкретизации и экстраполяция научных знаний.

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.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кравченко И.Н., Корнеев В.М., Петровский Д.И., Богачёв Б.А. Утилизация и рециклинг сельскохозяйственной техники. Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020; 176.
2. Никитин А.В. Результаты деятельности апк тамбовской области и роль науки в их достижении. *Никоновские чтения*. 2019; 24: 409-413.
3. Бердышев В.Е., Скороходова Н.В., Чистова Я.С. Проблема обеспечения агропромышленного комплекса России инженерными кадрами. *Агроинженерия*. 2020; 6 (100): 74-80.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Оценить эффективность работы инженерно-технических служб возможно по уровню использования машинно-тракторного парка предприятия. Осуществлен анализ технического состояния тракторов, комбайнов и сельхозтехники. Как выяснилось, по данным Управления сельского хозяйства Тамбовской области, парк всей техники устарел, большинство машин находится за пределами срока службы (10 лет) (табл. 1, рис. 4). Этим объясняются износ составных частей и разрегулировка систем.

Большинство СХТ используется за пределами срока службы (более 10 лет), что является окончательным сроком ее амортизации, то есть сроком списания.

Сельскохозяйственную технику, находящуюся за пределами срока службы, необходимо списывать. Списанная сельскохозяйственная техника должна подвергаться утилизации. Из-за сравнительно больших размеров и технической сложности оставлять списанную СХТ без утилизации опасно для окружающей среды и человека, именно поэтому целесообразно создание цеха (участка) по сбору, переработке и утилизации сельскохозяйственной техники, которое предлагается создать на базе действующих организаций Тамбовской области, занимающихся ремонтом СХТ.

Выводы / Conclusion

Анализ ИТС сельхозпредприятий в Тамбовской области позволяет сделать вывод, что без усовершенствования инженерных служб хозяйств нерационально решать вопросы оперативного учета, управления технологическими процессами и надежности машин. Анализ современных процессов в рассматриваемой области позволяет в ближайшем будущем сформулировать основные требования к инженерным службам:

1. Высокий уровень специализации (цеховая структура).
2. Наличие связей между уровнями управления и единые целевые установки.
3. Наличие систем информационного обеспечения логически связанных с организационной структурой ИТС.
4. Использовать в управлении современные информационные технологии и компьютерную технику.

При такой организации ИТС можно рассматривать ее как инновационный механизм, связанный с рециклингом сельскохозяйственной техники, снижающий экологическую нагрузку на окружающую среду и человека.

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.

REFERENCES

1. Kravchenko I.N., Korneev V.M., Petrovsky D.I., Bogachev B.A. Utilization and recycling of agricultural machinery. Moscow: Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2020; 176. (In Russian).
2. Nikitin A.V. The results of the agro-industrial complex of the Tambov region and the role of science in their achievement. *Nikon readings*. 2019; 24: 409-413. (In Russian).
3. Berdyshev V.E., Skorokhodova N.V., Chistova Ya.S. The problem of providing the agro-industrial complex of Russia with engineering personnel. *Agroengineering*. 2020; 6 (100): 74-80. (In Russian).

4. Ignatov V.I., Sirotoy A.V., Tarlakov Ya.V., Tesovskiy A.Yu., Lapin A.S. Post-production lifecycle phases of the fifth technological paradigm based heavy equipment vehicles. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020; 32046.
5. Лачуга Ю.Ф., Дидмандзе О.Н., Дорохов А.С., Пухов Е.В., Астанин В.К. Формирование концепции кадрового обеспечения инженерной службы сельского хозяйства. *Сборник статей: Чтения академика В.Н. Болтинского*. Москва, 2022; 73-82.
6. 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.
7. Мазнева О.А., Волобуев А.А., Боголюбская А.А. Обоснование необходимости разработки системы утилизации сельскохозяйственной техники. *Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-технической конференции: Управление качеством на этапах жизненного цикла технических и технологических систем*. Курск, 2021; 227-229.
8. Мишина З.Н., Табаков П.А. Состояния инженерно-технического обеспечения сельскохозяйственного производства России. *Труды всероссийского научно-исследовательского технологического института ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка (ГОСНИТИ)*. 2018; (130): 12-19.
9. В. А. Денисов, Ю. В. Катаев, В. С. Герасимов. Проблемы и пути развития инженерно-технической системы АПК. Москва: *Дубасова Ю. Г.* 2022; 235.
10. Игнатов В.И., Герасимов В.С., Мордасова М.С. Утилизация и ремонт техники как элементы циркулярной экономики. *Инженерные технологии и системы*. 2020; 30. (1): 21-42.
11. Kim, B., Lee, J., Kim, S. Improvement of the Distribution System for Used Agricultural Machinery. *Journal of Biosystems Engineering*. 2020; 45(4): 318-324.
12. Алеев Л.Р. Система технического сервиса в АПК. *Сборник научных трудов II студенческой всероссийской научно-практической конференции: проблемы технического сервиса в АПК*, 2019; 3-7.

ОБ АВТОРАХ:

Юрий Владимирович Катаев,
кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, д. 5, 1-й
Институтский проезд, Москва, 109428, Российская Федерация
e-mail: ykataev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0832-3608>
Тел.: 8 (926) 603-51-22

Маргарита Сергеевна Мордасова,
научный сотрудник,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, д. 5, 1-й
Институтский проезд, Москва, 109428, Российская Федерация
e-mail: mzakh68@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6583-1938>
Тел. 8 (919) 961-11-36

Валерий Сергеевич Герасимов,
ведущий специалист,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, д. 5, 1-й
Институтский проезд, Москва, 109428, Российская Федерация
e-mail: shrecycling@yandex.ru

4. Ignatov V.I., Sirotoy A.V., Tarlakov Ya.V., Tesovskiy A.Yu., Lapin A.S. Post-production lifecycle phases of the fifth technological paradigm based heavy equipment vehicles. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020; 32046.
5. Lachuga Yu.F., Didmanidze O.N., Dorokhov A.S., Pukhov E.V., Astanin V.K. Formation of the concept of personnel support of the engineering service of agriculture. *Collection of articles: Readings of Academician V.N. Boltinsky*. Moscow, 2022; 73-82. (In Russian).
6. Nikitchenko S.L., Aleksenko N.P., Kotovich A.V., Oleinikova I.A. Resource-saving management of the processes of operation and technical service of agricultural machinery. *Bulletin of Agrarian Science of the Don*. 2018; 4 (44): 57-65. (In Russian).
7. Mazneva O.A., Volobuev A.A., Bogolyubskaya A.A. Substantiation of the need to develop a system for recycling agricultural machinery. *Collection of scientific papers of the 3rd All-Russian Scientific and Technical Conference: Quality management at the stages of the life cycle of technical and technological systems*. Kursk, 2021; 227-229. (In Russian).
8. Mishina Z.N., Tabakov P.A. The state of engineering and technical support of agricultural production in Russia. *Proceedings of the All-Russian Scientific Research Technological Institute for Repair and Operation of the Machine and Tractor Fleet (GOSNITI)*. 2018; (130): 12-19. (In Russian).
9. Denisov V.A., Kataev Yu.V., Gerasimov V.S. Problems and ways of developing the engineering and technical system of the agro-industrial complex. Moscow: *Dubasova Yu. G.* 2022; 235. (In Russian).
10. Ignatov V.I., Gerasimov V.S., Mordasova M.S. Utilization and repair of equipment as elements of a circular economy. *Engineering technologies and systems*. 2020; 30. (1): 21-42. (In Russian).
11. Kim, B., Lee, J., Kim, S. Improvement of the Distribution System for Used Agricultural Machinery. *Journal of Biosystems Engineering*. 2020; 45(4): 318-324.
12. Aleev L.R. The system of technical service in the agro-industrial complex. *Collection of scientific papers of the II student All-Russian Scientific and practical conference: problems of technical service in agriculture*, 2019; 3-7. (In Russian).

ABOUT THE AUTHORS:

Yuri Vladimirovich Kataev,
Candidate of Technical Sciences, leading researcher,
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 5, 1st Institutskiy
proezd, Moscow, 109428, Russian Federation
e-mail: ykataev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0832-3608>
Phone: 8 (926) 603-51-22

Margarita Sergeevna Mordasova,
Researcher,
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 5, 1st Institutskiy
proezd, Moscow, 109428, Russian Federation
e-mail: mzakh68@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6583-1938>
Phone: 8 (919) 961-11-36

Valery Sergeevich Gerasimov,
leading specialist,
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 5, 1st Institutskiy
proezd, Moscow, 109428, Russian Federation
e-mail: shrecycling@yandex.ru

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ДОЗИРОВАНИЯ ПРЕПАРАТОВ В ВЕТЕРИНАРИИ

Группа компаний ВИК заключила долгосрочное эксклюзивное соглашение с итальянской компанией MIXTRON. В августе 2022 года начаты производство и поставки в РФ новых пропорционных брендованных дозаторов-медикаторов под торговой маркой MIXTRON-VIC, которые адаптированы специально для России.

Итальянская компания MIXTRON — надежный поставщик с давней историей и научными достижениями. Производство в компании полностью автоматизировано и роботизировано, применяются лучшие материалы и компоненты в области изготовления специальных помп и пропорционных дозаторов высокоточного дозирования.

Продукция компании занимает передовые позиции и высоко оценивается специалистами всех отраслей, наряду с мировыми аналогами от известных брендов — производителей дозаторов, насосов и помп.

Дозаторы MIXTRON имеют международную сертификацию стандартов качества и биобезопасности.

Поступающая в Россию продукция для нужд ветеринарии зарегистрирована логотипом MIXTRON-VIC. MX.300, который наносится на корпус дозатора с лицевой стороны промышленным способом. Шифр MX.300 означает, что данная серия дозаторов имеет большую производительность и широкий диапазон (от 5 до 3000 л/час), что является определенным преимуществом и ускоряет процесс медикации ветеринарных препаратов за единицу времени.

Уже сейчас специалистам в области ветеринарии компания ВИК предоставляет широкий выбор дозаторов-медикаторов MIXTRON-VIC. MX300 с возможностью дозирования ветеринарных препаратов от 0,2–2% до 0,5–4%, для применения в свиноводстве и птицеводстве. По желанию заказчика возможна поставка доза-



торов с более широкими характеристиками пропорционального дозирования препаратов и специальных добавок от 1–5% и от 1–10%. Наряду со стандартными дозаторами, компания ВИК предлагает специалистам еще две модели дозаторов — со специальной насадкой байпас для обеспечения работы с особо-агрессивными химикатами, кислотами, при санации систем водопоеения на птицефабриках, в свинокомплексах и в животноводстве. К ним относятся дозаторы препаратов MIXTRON-VIC EXTREME®, 0,5–4,0%, 3/4", MX.300.P054VX-BSP, арт. 9011711 и MIXTRON-VIC EXTREME®, 0,2–2,0%, 3/4", MX.300.P022VX-BSP, арт. 9011611. Для удобства работы и возможности экстренного или тех-

Внешний вид, наименования и характеристики дозаторов-медикаторов



Микстрон MX.300.P110

Микстрон MX.300.P054

Микстрон MX.300.P003

Микстрон MX.300.P022

Микстрон MX.300.P150



нологического отключения медикатора от подачи препарата дозатор MIXTRON-VIC может комплектоваться в виде модели с запорным клапаном-переключателем. Поставляется данная модель под заказ в качестве дополнительной опции. В этой опции при переводе запорного клапана в положение «Выкл.» поршень двигателя останавливается (отключается), присадка не всасывается, впускается и выходит из корпуса дозатора напрямую только основная жидкость (чистая вода), что является дополнительным преимуществом данной модификации при различных производственных ситуациях.

На всех модификациях дозаторов MIXTRON-VIC имеется стандартная функция контроля температуры дозируемых жидкостей посредством специальных датчиков. Рабочая температура дозируемых жидкостей должна быть в пределах от 5 до 40 °С.

Дозаторы MIXTRON-VIC. MX300 были успешно протестированы и показали хороший результат на площадках российских холдингов. В настоящее время дозаторы MIXTRON-VIC. MX300 широко применяются во многих свиноподкомплексах и на птицефабриках.

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ДОЗАТОРОВ MIXTRON-VIC® И ИННОВАЦИИ

- Разработана и реализована система предварительного впрыска для обеспечения равномерного смешивания препаратов внутри корпуса.
- Пружины и металлические комплектующие выполнены из нержавеющей стали AISI 316.
- Количество внутренних комплектующих сведено к минимуму.
- Наличие дополнительных двух портов для промывки дозатора.
- Простота установки и обслуживания.

- Компоненты дозатора соединены между собой посредством металлических вставок.

- Соединительные винты выполнены из нержавеющей стали, закручены в металлическую, а не пластиковую резьбу.

- Наличие клапана безопасности.

- Дозаторы комплектуются прокладками Viton (эластомер на основе фтористого каучука, устойчив к температурам) и EPDM (уплотнения, устойчивые к щелочам, для дозирования жидкостей со значением pH более 8).

- Корпус дозатора выполнен из материалов, особо устойчивых к агрессивным средам (используются материалы POM, PP, HDPE, PVDF, PA12).

- Наличие датчика-индикатора контроля рабочей температуры воды.

- Максимальная вязкость допустимых добавок: 400 cSts.

- Наличие ребер жесткости на крышке дозатора и на его корпусе повышает надежность и обеспечивает высокую прочность дозатора.

Новые продукты MIXTRON-VIC® найдут широкое применение и будут востребованы у ветеринаров в России.

И.С. Егин, П.Г. Белоглазов
Дивизион биобезопасности
и оборудования ГК ВИК

+7 (495) 777-67-67
vetpribor@tdvic.ru
vetpribor.ru

УДК 636.39.034, 637.12.04/.07

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-119-123

О.А. Воронина, ✉
А.А. Савина,
Н.С. Колесник,
Р.А. Рыков,
С.Ю. Зайцев

Федеральный исследовательский центр
 животноводства — ВИЖ им. академика
 Л.К. Эрнста, поселок Дубровицы,
 городской округ Подольск, Московская
 обл., Российская Федерация

✉ voroninaok-senia@inbox.ru

Поступила в редакцию:
 10.10.2022

Одобрена после рецензирования:
 30.12.2022

Принята к публикации:
 30.01.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-119-123

Oksana A. Voronina, ✉
Anastasia A. Savina,
Nikita S. Kolesnik,
Roman A. Rykov,
Sergei Yu. Zaitsev

Federal Research Center for Animal
 Husbandry named after Academy Member
 L.K. Ernst, Dubrovitsy village, Podolsk city
 district, Moscow region, Russian Federation

✉ voroninaok-senia@inbox.ru

Received by the editorial office:
 10.10.2022

Accepted in revised:
 30.12.2022

Accepted for publication:
 30.01.2023

Биохимический состав молока коз в зависимости от сезона года

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Молоко коз — это ценный продукт в питании человека. Однако разнообразие биологически активных соединений в его составе подвержено влиянию самых различных факторов, в том числе сезонным климатическим изменениям.

Материалы и методы. Анализ биохимических показателей козьего молока выполнен с помощью аналитической системы MilkoScan 7/Fossomatic 7 DC (Дания) с преобразованием Фурье. Статистическую обработку полученных результатов проводили в программе Microsoft Excel при помощи пакета «Анализ данных». Достоверность различий между сезонами оценивали, используя критические значения t-критерия Стьюдента.

Результаты исследований. Достоверные различия установлены между МДБИ в июне $3,06 \pm 0,07\%$ ($p \geq 0,01$), августе $3,17 \pm 0,12\%$ ($p \geq 0,05$) относительно октября $4,37 \pm 0,15\%$. МДБО в апреле $2,92 \pm 0,05\%$ ($p \geq 0,01$), июне $3,28 \pm 0,06\%$ ($p \geq 0,001$), августе $3,37 \pm 0,11\%$ ($p \geq 0,01$) относительно октября $4,44 \pm 0,14\%$. СОМО в апреле $8,17 \pm 0,10\%$ ($p \geq 0,05$), июне $8,42 \pm 0,10\%$ ($p \geq 0,001$), августе $8,39 \pm 0,16\%$ ($p \geq 0,001$) относительно октября $9,75 \pm 0,14\%$. Казеины в апреле $2,21 \pm 0,06\%$ ($p \geq 0,01$), июне $2,51 \pm 0,06\%$ ($p \geq 0,001$), августе $2,56 \pm 0,09\%$ ($p \geq 0,001$) относительно октября $3,55 \pm 0,12\%$. Сезонным изменениям более всего подвержен состав белков молока: массовая доля белка истинного и общего, казеины.

Ключевые слова: молоко коз, параметры молока, биохимия молока, жирные кислоты, сезонность.

Для цитирования: Воронина О.А., Савина А.А., Колесник Н.С., Рыков Р.А., Зайцев С.Ю. Биохимический состав молока коз в зависимости от сезона года. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 119–123. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-119-123>

© Воронина О.А., Савина А.А., Колесник Н.С., Рыков Р.А., Зайцев С.Ю.

Biochemical composition of goat milk depending on the season of the year

ABSTRACT

Relevance. Goat milk is a valuable product in human nutrition. However, the diversity of biologically active compounds in its composition is subject to the influence of a variety of factors, including seasonal climatic changes.

Materials and methods. Analysis of the biochemical parameters of goat milk was performed using the MilkoScan 7/Fossomatic 7 DC analytical system (Denmark) and MilkoScan 7, a spectrophotometer based on Fourier transform infrared spectrophotometry. Statistical processing of the obtained results was carried out in the «Microsoft Excel» program using the Data Analysis package. The significance of differences between seasons was assessed using the critical values of Student's t-test.

Research results. Significant differences were established between True Protein in June $3.06 \pm 0.07\%$ ($p \geq 0.01$), August $3.17 \pm 0.12\%$ ($p \geq 0.05$) relative to October $4.37 \pm 0.15\%$. Total Protein in April $2.92 \pm 0.05\%$ ($p \geq 0.01$), June $3.28 \pm 0.06\%$ ($p \geq 0.001$), August $3.37 \pm 0.11\%$ ($p \geq 0.01$) relative to October $4.44 \pm 0.14\%$. SOMO in April $8.17 \pm 0.10\%$ ($p \geq 0.05$), June $8.42 \pm 0.10\%$ ($p \geq 0.001$), August $8.39 \pm 0.16\%$ ($p \geq 0.001$) relative to October $9.75 \pm 0.14\%$. Caseins in April $2.21 \pm 0.06\%$ ($p \geq 0.01$), June $2.51 \pm 0.06\%$ ($p \geq 0.001$), August $2.56 \pm 0.09\%$ ($p \geq 0.001$) relative to October $3.55 \pm 0.12\%$. Seasonal changes most often occur in the composition of milk proteins: the mass fraction of true and total protein, caseins.

Key words: goat milk, milk parameters, milk biochemistry, fatty acids, seasonality.

For citation: Voronina O.A., Savina A.A., Kolesnik N.S., Rykov R.A., Zaitsev S.Yu. Biochemical composition of goat milk depending on the season of the year. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 119–123. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-119-123> (In Russian).

© Voronina O.A., Savina A.A., Kolesnik N.S., Rykov R.A., Zaitsev S.Yu.

Введение / Introduction

Изучение продуктов животноводства сегодня выходит далеко за рамки оценки их питательной ценности [1]. Качество и особенно функциональное значение выходят на первый план [1, 2]. Биологическая ценность молока подтверждается его антигипертензивными, противовоспалительными, противоопухолевыми, антиоксидантными, антибактериальными, иммуномодулирующими и иммуностимулирующими свойствами [2]. Из молока усваивается большая часть минеральных элементов: Ca, K, Mg, Na, P, Se, Zn и др. [3].

Молоко и молочные продукты занимают лидирующие позиции в реализации концепции функционального питания человека [4]. Козье молоко — отличный тому пример как продукт, в состав которого входит большое количество биологически активных веществ [5], таких как полифенольные соединения, серосодержащие аминокислоты, фосфаты, витамины A, E, D, каротиноиды, ферменты (супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионпероксидазы), олигосахариды и биоактивные пептиды [6].

По аминокислотному составу козье молоко ближе к человеческому, а в сравнении с коровьим — содержит больше белка, жира, кальция, витамина A, витамина PP [7].

Во многих странах, в том числе и России, козоводство является важной частью сельского хозяйства с экономической точки зрения [8, 9]. Козоводство организовано во Франции, Италии, Испании, Греции, регионах Средиземного моря и Ближнего Востока. По данным С. Новопашиной (2020), в России содержится 768 000 молочных коз, а молочное козоводство представлено четырьмя основными породами: зааненской, альпийской, нубийской, мурсиано-гранадина [8]. Это возможно благодаря высокой адаптивности коз к различным климатическим условиям [9–11].

Московская область — регион с умеренно континентальным климатом, для которого характерны морозная зима и теплое лето [12], что в некоторой степени сказывается и на качестве молока коз.

В работе Е. Жуковой (2021) массовая доля жира (МДЖ) в козьем молоке для осеннего периода (4,61%) превышает данные весенних (4,46%) и зимних (4,55%) результатов [13]. В молоке коз Новой Зеландии в летний период самый низкий показатель МДЖ ($3,79 \pm 0,39\%$) относительно других сезонов [14]. В работе G. Margatho (2018) максимальное значение МДЖ установлено в январе (6,24%) и октябре (6,75%) [15]. В работах Е. Жуковой (2021), S. Li (2022), G. Margatho (2018), N. Kljajević (2018) отмечают снижение массовой доли белка (МДБ) в летний период [13–16].

В сравнении с содержанием МДЖ и МДБ содержание лактозы в молоке коз в различные сезоны года изменяется незначительно, по данным А. Ткачева (2020), 4,33–4,55% [17], А. Shuvarikov (2021) — 4,34–4,51% [18], Е. Жуковой (2021) — 5,19–5,38% [13], S. Li (2022) — 4,28–4,45% [14], G. Margatho (2018) — 4,42–4,91% [15]. Это характеризует лактозу как более жестко регулируемый показатель, в меньшей степени подверженный изменениям, связанным со сменой сезона. В работах Е. Жуковой (2021), С. Siefarth (2014) и других авторов для таких показателей, как сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО) и сухое вещество (СВ), достоверных различий в зависимости от сезона не установлено.

Ацетат и бета-гидроксibuтират (БГБ) в молочной железе служат субстратами для синтеза короткоцепочечных жирных кислот (КЦЖК, C_4 – C_{10}) [20, 21]. Вместе с мочевиной они служат маркерами отрицательного энергетического баланса и кетоза [19, 23]. По данным из обзора Н. Kumar (2016), в козьем молоке их содержание составляет от 0,09 до 0,26 г/100 г [22]. Ацетон содержится в молоке в следовых количествах, увеличе-

ние его доли [17] указывает на отсутствие возможности синтеза КЦЖК из ацетата и выведение его в виде ацетона. Уровень мочевины в молоке чаще всего расценивают как индикатор полноценности кормления [16, 21] и обеспеченности азотом микроорганизмов рубца [17] баланса рациона по белку и энергии.

В молоке обнаружено более 400 отдельных жирных кислот [21], около 50% которых синтезируется в молочной железе. S. Li (2022) указывает, что в козьем молоке в сравнении с коровьим содержится больше среднецепочечных жирных кислот (СЦЖК) [14]. По данным S. Li (2022), сезонные колебания состава ЖК козье молоко оказались менее выраженными в сравнении с овечьим, а зимой козье молоко содержало больше стеариновой жирной кислоты (С18:0) и общего количества мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК). В обзоре Н. Kumar (2016) уровень С18:0 козье молоко составляет 0,44 г / 100 г миристиновой жирной кислоты (С14:0) 0,32 г / 100 г. В исследовании С. Siefarth (2014) для зимнего периода зафиксировано меньшее количество С14:0 в сравнении с летним. Однако общая разница в составе ЖК молока коз зимой и летом была небольшой, некоторые существенные сезонные различия были значительными только для одной из двух исследованных ферм [19].

В работе N. Kljajević с соавторами (2018) получены достоверные корреляции для МДЖ, МДБ, лактозы и некоторых других показателей с температурой воздуха, относительной влажностью, длительностью солнечного излучения. Например, коэффициент корреляции для температуры воздуха и МДЖ -0,90 ($p < 0,05$), для лактозы -0,77 ($p < 0,05$), для МДБ -0,74 ($p < 0,05$). Также эти авторы связывают полученные результаты с высоким потреблением воды козами в летний период и высокую чувствительность вида к тепловому стрессу.

Цель работы — выявление сезонных закономерностей изменения состава молока коз (вне зависимости от породы) в условиях Московской области.

Материал и методы исследования / Material and methods

Отбор проб козье молоко производили в Воскресенском районе Московской области специалистами личных хозяйств в соответствии с ГОСТ 28809.1-2014. Периоды взятия образцов пришлись на апрель ($n = 12$), июнь ($n = 12$), август ($n = 24$) и октябрь ($n = 27$) 2022 года. Пробы молока каждый раз получали от коз, которых предварительно в апреле отобрали в группу для исследования с учетом состояния здоровья, сроков окота, возраста, породы, длительности проживания в условиях конкретной территории. В августе и октябре группу увеличили.

Анализ биохимических показателей молока, включая анализ состава жирных кислот, выполнен в центре коллективного пользования научным оборудованием «Биоресурсы и биоинженерия сельскохозяйственных животных» ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. Анализ выполнен с помощью аналитической системы MilkoScan 7/Fossomatic 7 DC (Дания) и MilkoScan 7 — спектрофотометр, основанный на инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье [20]. Определены массовая доля жира (МДЖ), массовая доля белка истинного (МДБИ), массовая доля белка общего (МДБО), лактоза, сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО), сухое вещество (СВ), казеин, ацетон, бета-гидроксibuтират (БГБ), мочевина, точка замерзания (ТЗ), кислотность (рН), жирные кислоты — миристиновая (С14:0), пальмитиновая (С16:0), стеариновая (С18:0), олеиновая (С18:1), длинноцепочечные жирные кислоты (ДЦЖК), среднецепочечные жирные кислоты (СЦЖК), мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК), полиненасы-

щенные жирные кислоты (ПНЖК), насыщенные жирные кислоты (НЖК), короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), трансизомеры жирных кислот (ТИЖК).

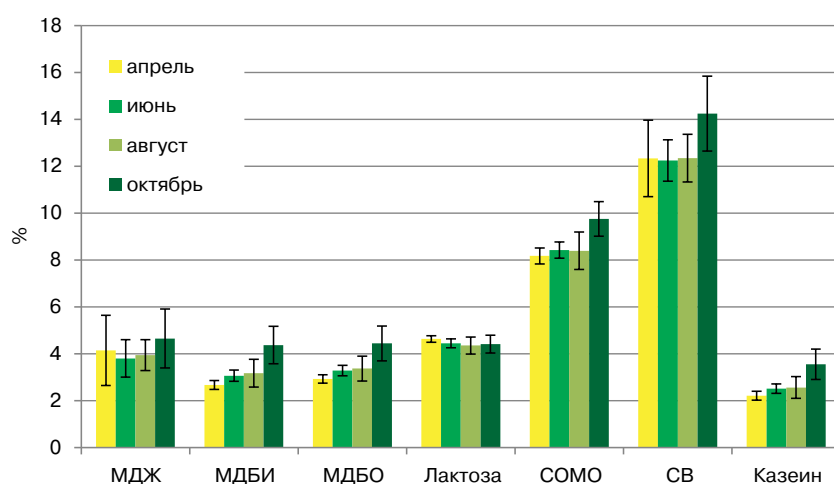
Статистическую обработку полученных результатов проводили в программе Microsoft Excel при помощи пакета «Анализ данных». Достоверность различий между сезонами оценивали, используя критические значения t-критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Полученные результаты представлены на рисунках 1, 2. От весны к осени МДЖ снижается в летний период и повышается в осенний, что достоверно не подтверждается (рис. 1). При оценке по коэффициенту вариации (КВ) показателя МДЖ внутри групп совокупность полученных данных в июне, августе и октябре можно характеризовать как однородную (КВ менее 33%) со средним (от 10 до 20%) и значительным (более 20%) рассеиванием данных. В апреле МДЖ характеризуется большей разнородностью (КВ более 33%).

Рис. 1. Биохимические показатели молока коз

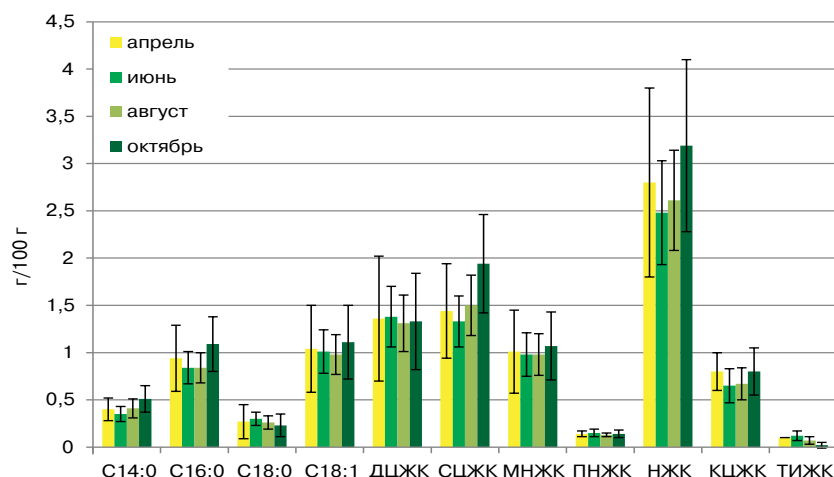
Fig. 1. Biochemical parameters of goat milk



Примечание: МДЖ — массовая доля жира, МДБИ — массовая доля белка истинного, МДБО — массовая доля белка общего, СОМО — сухой обезжиренный молочный остаток, СВ — сухое вещество, БГБ — бета-гидроксibuтират, ТЗ — точка замерзания, pH — кислотность.

Рис. 2. Показатели жирнокислотного состава молока коз, 1 г / 100 г

Fig. 2. Indicators of the composition of fatty acids in goat milk, 1 g / 100 g



Примечание: C14:0 — миристиновая, C16:0 — пальмитиновая, C18:0 — стеариновая, C18:1 — олеиновая, ДЦЖК — длинноцепочечные жирные кислоты, СЦЖК — среднецепочечные жирные кислоты, МНЖК — мононенасыщенные жирные кислоты, ПНЖК — полиненасыщенные жирные кислоты, НЖК — насыщенные жирные кислоты, КЦЖК — короткоцепочечные жирные кислоты, ТИЖК — трансизомеры жирных кислот.

МДБИ, МДБО и казеины достоверно различаются в полтора-два раза при сравнении весеннего и летнего периодов с осенним. При этом от весны к осени происходит постепенное повышение всех трех показателей. КВ внутри групп не превышает 10% в апреле и июне, 20% в августе и октябре для всех трех показателей.

Закономерного увеличения либо снижения уровня мочевины параллельно с уровнем массовой доли белков или казеинов не обнаружено. Однако коэффициент корреляции для МДБИ и мочевины составил 0,34 ($r^2 = 0,11$, $p \geq 0,01$).

Содержание ацетона в молоке весеннего периода в два-три раза выше летнего и осеннего, при этом уровень КЦЖК на протяжении всего года находится на уровне 0,65–0,80 г/100 г без достоверных различий (рис. 2).

КВ для лактозы во всех группах не превышал 10% и стабильно для всех групп характеризуется однородностью. Такие показатели, как ТЗ и pH, характеризуются достаточно жестким постоянством. Так, КВ во всей выборке ($n = 75$) составил: для ТЗ — 2,49%, для pH — 2,15%.

По нашим данным, содержание пальмитиновой, стеариновой, олеиновой жирных кислот, а также ДЦЖК, СЦЖК, МНЖК, ПНЖК, НЖК и КЦЖК не различается достоверно от сезона к сезону (рис. 2).

Содержание миристиновой жирной кислоты в молоке коз имеет достоверные различия относительно сезона, при этом самое высокое содержание C14:0 установлено в осенний период.

Выводы / Conclusions

В результате работы выявлены закономерности изменения состава козьего молока в зависимости от сезона. От весны к осени достоверно увеличивается: массовая доля белка истинного — на 11%, 15%, 58%, массовая доля белка общего — на 12%, 15%, 52%, казеинов — на 14%, 16%, 61%.

Массовая доля жира от весны к осени снижается (без достоверности) в летние месяцы на 8% и 5% и увеличивается в осенний период на 12%. Достоверные различия относительно сезона установлены для миристиновой жирной кислоты. От весны к осени ее содержание снижается в июне на 12%, в августе и октябре увеличивается на 3% и 28% соответственно.

Такие показатели, как лактоза, температура замерзания, pH, постоянны от сезона к сезону для всей выборки ($n = 75$). Коэффициенты вариации для данных параметров составили 7,36%, 2,49% и 2,15% соответственно.

Таким образом, среди всех изучаемых параметров молока коз в условиях Московской области сезонным изменениям более всего подвержен состав белков молока: массовая доля белка истинного и общего, казеины.

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 регионального конкурса Российского научного фонда 2021 года «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами» (соглашение № 22-26-00189 от 29.12.2021 г.).

FUNDING

The materials were prepared within the framework of the regional competition of the Russian Science Foundation in 2021 "Conducting fundamental scientific research and exploratory scientific research by small separate scientific groups" (Agreement No. 22-26-00189 of 29.12.2021).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Medeiros G. K. V. V. et al. Proteomic of goat milk whey and its bacteriostatic and antitumour potential. *International journal of biological macromolecules*. 2018; 113: 116-123. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.200>.
2. Moreno-Fernandez J. et al. Fermented goat milk improves antioxidant status and protects from oxidative damage to biomolecules during anemia recovery. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2017; 97(5): 1433-1442. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7882>.
3. Воронина О.А., Боголюбова Н.В., Зайцев С.Ю. Минеральные элементы в составе молока коров—мини-обзор. *Сельскохозяйственная биология*. 2022; 57(4): 681-693. doi: 10.15389/agrobiology.2022.4.681rus
4. Цыганова Т.Б., Классина С.Я. Теория функциональных систем как методологическая основа концепции функционального питания человека. *Тюменский медицинский журнал*. 2016; 18(3): 3-8.
5. Khan I.T. et al. Antioxidant properties of Milk and dairy products: a comprehensive review of the current knowledge. *Lipids in Health and Disease*. 2019; 18(1): 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12944-019-0969-8>.
6. Mercha I. et al. Probiotic and technological features of *Enterococcus* and *Weissella* isolates from camel milk characterised by an Argane feeding regimen. *Archives of Microbiology*. 2020; 202(8): 2207-2219. <https://doi.org/10.1080/00207233.2019.1622941>.
7. Lad S.S., Aparnathi K.D., Mehta B., Velpula S. Goat milk in human nutrition and health—a review. *Int J Curr Microbiol Appl Sci*. 2017; 6(5): 1781-1792. doi.org/10.20546/ijcmas.2017.605.194.
8. Новопашина С.И., Санников М.Ю., Хататаев С.А., Григорян Л.Н., Кизилова Е.И. Состояние и прогноз развития молочного козоводства в Российской Федерации. *Овцы, козы, шерстяное дело*. 2020; (1): 13-15.
9. Battini M. et al. Feasibility and validity of animal-based indicators for on-farm welfare assessment of thermal stress in dairy goats. *International journal of biometeorology*. 2016; 60(2): 289-296.
10. Manuelian C.L. et al. Comparison of mineral, metabolic, and oxidative profile of saanen goat during lactation with different mediterranean breed clusters under the same environmental conditions. *Animals*. 2020; 10(3): 432. <https://doi.org/10.3390/ani10030432>.
11. Mioč B. et al. Milk yield of some goat breeds in Croatia. *Mljekarstvo/Dairy*. 2007; 57(1): 67-77.
12. Чамурлиев Н.Г. и др. Функциональное состояние и морфобиохимические показатели крови при адаптации молочных коз к условиям резко континентального климата. *Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях*. 2021: 309-313.
13. Жукова Е.В., Пастух О.Н. Технологические свойства молока в зависимости от сезона года. *Научные разработки и инновации в решении приоритетных задач современной зоотехнии*. 2021: 241-245.
14. Li S. et al. Seasonal Variations in the Composition and Physicochemical Characteristics of Sheep and Goat Milks. *Foods*. 2022; 11(12): 1737. <https://doi.org/10.3390/foods11121737>.
15. Margatho G. et al. Seasonal variation of Serrana goat milk contents in mountain grazing system for cheese manufacture. *Rev. Med. Vet.* 2018; 169: 157-165.
16. Kljajevic N.V. et al. Seasonal variations of Saanen goat milk composition and the impact of climatic conditions. *Journal of food science and technology*. 2018; 55(1): 299-303. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2938-4>.

REFERENCES

1. Medeiros G. K. V. V. et al. Proteomic of goat milk whey and its bacteriostatic and antitumour potential. *International journal of biological macromolecules*. 2018; 113: 116-123. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.200>.
2. Moreno-Fernandez J. et al. Fermented goat milk improves antioxidant status and protects from oxidative damage to biomolecules during anemia recovery. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2017; 97(5): 1433-1442. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7882>.
3. Voronina O.A., Bogolyubova N.V., Zaitsev S.Yu. Mineral elements in the composition of cow's milk—mini-review. *Agricultural biology*. 2022; 57(4): 681-693. (In Russian). doi: 10.15389/agrobiology.2022.4.681rus.
4. Tsyganova T.B., Klassina S.Ya. The theory of functional systems as a methodological basis for the concept of human functional nutrition. *Tyumen Medical Journal*. 2016; 18(3): 3-8. (In Russian).
5. Khan I.T. et al. Antioxidant properties of Milk and dairy products: a comprehensive review of the current knowledge. *Lipids in Health and Disease*. 2019; 18(1): 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12944-019-0969-8>.
6. Mercha I. et al. Probiotic and technological features of *Enterococcus* and *Weissella* isolates from camel milk characterised by an Argane feeding regimen. *Archives of Microbiology*. 2020; 202(8): 2207-2219. <https://doi.org/10.1080/00207233.2019.1622941>.
7. Lad S.S., Aparnathi K.D., Mehta B., Velpula S. Goat milk in human nutrition and health—a review. *Int J Curr Microbiol Appl Sci*. 2017; 6(5): 1781-1792. doi.org/10.20546/ijcmas.2017.605.194.
8. Novopashina S.I., Sannikov M.Yu., Khatataev S.A., Grigoryan L.N., Kizilova E.I. Status and forecast of the development of dairy goat breeding in the Russian Federation. *Sheep, goats, woolen business*. 2020;(1): 13-15. (In Russian).
9. Battini M. et al. Feasibility and validity of animal-based indicators for on-farm welfare assessment of thermal stress in dairy goats. *International journal of biometeorology*. 2016; 60(2): 289-296.
10. Manuelian C.L. et al. Comparison of mineral, metabolic, and oxidative profile of saanen goat during lactation with different mediterranean breed clusters under the same environmental conditions. *Animals*. 2020; 10(3): 432. <https://doi.org/10.3390/ani10030432>.
11. Mioč B. et al. Milk yield of some goat breeds in Croatia. *Mljekarstvo/Dairy*. 2007; 57(1): 67-77.
12. Chamurliiev N.G. Functional state and morphological and biochemical parameters of blood during adaptation of dairy goats to the conditions of a sharply continental climate. *Innovative technologies in the agro-industrial complex in modern economic conditions*. 2021: 309-313. (In Russian).
13. Zhukova E.V., Pastukh O.N. Technological properties of milk depending on the season of the year. *Scientific developments and innovations in solving the priority tasks of modern zootechnics*. 2021: 241-245. (In Russian).
14. Li S. et al. Seasonal Variations in the Composition and Physicochemical Characteristics of Sheep and Goat Milks. *Foods*. 2022; 11(12): 1737. <https://doi.org/10.3390/foods11121737>.
15. Margatho G. et al. Seasonal variation of Serrana goat milk contents in mountain grazing system for cheese manufacture. *Rev. Med. Vet.* 2018; 169: 157-165.
16. Kljajevic N.V. et al. Seasonal variations of Saanen goat milk composition and the impact of climatic conditions. *Journal of food science and technology*. 2018; 55(1): 299-303. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2938-4>.

17. Tkachev A.V. Zoohygienic assessment of the quality of milk of goats of various breeds. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2020; (2): 137-143.
18. Shuvarikov A.S. et al. The quality of milk of goats of Saanen, Alpine and Nubian breeds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – IOP Publishing. 2021; 640(3): 032031.
19. Siefarth C., Buettner A. The aroma of goat milk: Seasonal effects and changes through heat treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014; 62(49): 11805-11817.
20. Grelet C. et al. Development of Fourier transform mid-infrared calibrations to predict acetone, β -hydroxybutyrate, and citrate contents in bovine milk through a European dairy network. *Journal of dairy science*. 2016; 99(6): 4816-4825. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10477>.
21. Hein L. et al. Genetic analysis of predicted fatty acid profiles of milk from Danish Holstein and Danish Jersey cattle populations. *Journal of dairy science*. 2018; 101(3): 2148-2157. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13225>.
22. Kumar H. et al. Nutritional and nutraceutical properties of goat milk-a review. *Indian J. Dairy Sci.* 2016; 69: 513-518.
23. Макаре З.Н., Черепанов Г.Г. Формирование субстратного баланса в молочной железе и продукция белка у коз при скормливании высокопротеинового рациона с добавками ацетата или пропионата натрия. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2018; 4: 65-72. doi: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2018.3.65-74.
24. Лашнева И. А., Сермягин А. А. Влияние наличия транс-изомеров жирных кислот в молоке на его состав и продуктивность коров. *Достижения науки и техники АПК*. 2020; 34(3): 46-50. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10309
17. Tkachev A.V. Zoohygienic assessment of the quality of milk of goats of various breeds. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2020; (2): 137-143. (In Russian).
18. Shuvarikov A.S. et al. The quality of milk of goats of Saanen, Alpine and Nubian breeds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – IOP Publishing. 2021; 640(3): 032031.
19. Siefarth C., Buettner A. The aroma of goat milk: Seasonal effects and changes through heat treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014; 62(49): 11805-11817.
20. Grelet C. et al. Development of Fourier transform mid-infrared calibrations to predict acetone, β -hydroxybutyrate, and citrate contents in bovine milk through a European dairy network. *Journal of dairy science*. 2016; 99(6): 4816-4825. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10477>.
21. Hein L. et al. Genetic analysis of predicted fatty acid profiles of milk from Danish Holstein and Danish Jersey cattle populations. *Journal of dairy science*. 2018; 101(3): 2148-2157. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13225>.
22. Kumar H. et al. Nutritional and nutraceutical properties of goat milk-a review. *Indian J. Dairy Sci.* 2016; 69: 513-518.
23. Makar Z.N., Cherepanov G.G. Formation of the substrate balance in the mammary gland and protein production in goats when fed a high-protein diet with the addition of acetate or sodium propionate. *Problems of biology of productive animals*. 2018; 4:65-72. doi: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2018.3.65-74.
24. Lashneva I.A., Sermyagin A.A. The effect of the presence of trans fatty acids in milk on its composition and cows' productivity. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2020; 34(3): 46-50. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10309. (In Russian).

ОБ АВТОРАХ:

Оксана Александровна Воронина, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация
E-mail: voroninaok-senia@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6774-4288>

Анастасия Анатольевна Савина, младший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация
E-mail: kirablackfire@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0257-1643>

Никита Сергеевич Колесник, младший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация
E-mail: kominisiko@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4267-5300>

Роман Анатольевич Рыков, старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация
E-mail: brukw@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0228-8901>

Сергей Юрьевич Зайцев, доктор биологических наук, доктор химических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация
E-mail s.y.zaitsev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1533-8680>

ABOUT THE AUTHORS:

Oksana Alexandrovna Voronina, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation
E-mail: voroninaok-senia@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6774-4288>

Savina Anastasia Anatolyevna, junior Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation
E-mail: kirablackfire@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0257-1643>

Nikita Sergeevich Kolesnik, junior Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation
E-mail: kominisiko@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4267-5300>

Roman Anatolievich Rykov, Senior Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation
E-mail: brukw@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0228-8901>

Sergey Yurievich Zaitsev, Doctor of Biological Sciences, Doctor of Chemical Sciences, Professor Leading Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation
E-mail s.y.zaitsev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1533-8680>

УДК 338.242.2

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-124-127

Д.А. Пекуровский, ✉
С.Ю. Концевая

Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса, Москва, Российская Федерация

✉ pekurovskii@mail.ru

Поступила в редакцию:
03.12.2022

Одобрена после рецензирования:
30.12.2022

Принята к публикации:
25.01.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-124-127

Dmitry A. Pekurovsky, ✉
Svetlana Y. Kontsevaya

Russian Academy of Human Resources for the Agro-Industrial Complex, Moscow, Russian Federation

✉ pekurovskii@mail.ru

Received by the editorial office:
03.12.2022

Accepted in revised:
30.12.2022

Accepted for publication:
25.01.2023

Развитие материально-технической базы отраслей агропромышленного комплекса России

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Работа посвящена современному состоянию материально-технической базы АПК. Авторами отмечены такие проблемы, как снижение единиц техники, недостаточный уровень интеграции, низкий уровень инновационности. Для решения данных проблем требуются разработка региональных программ по кредитованию и субсидированию сельского хозяйства, развитие кластеров, последовательная цифровизация и внедрение инноваций.

Материалы. Монографические исследования, научные публикации отечественных и зарубежных авторов, статистические данные, материалы законодательной базы.

Методы. В процессе исследования использованы методы теоретического обобщения, синтеза, индукции, дедукции, комплексности, конкретизации и экстраполяции научных знаний.

Результаты. Полагаем, что основными инструментами развития материально-технической базы АПК России являются именно разработка и реализация федеральных и региональных программ, предоставляющих гранты, кредиты, позволяющих создавать необходимые институциональные условия

Ключевые слова: инновации в сельском хозяйстве, лизинг, сельское хозяйство, цифровизация, экономические кластеры

Для цитирования: Пекуровский Д.А., Концевая С.Ю. Развитие материально-технической базы отраслей агропромышленного комплекса России. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 124–127. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-124-127>

© Пекуровский Д.А., Концевая С.Ю.

Development of the material and technical base of the branches of the agro-industrial complex of Russia

ABSTRACT

Relevance. The article is devoted to the current state of the material and technical base of the agro-industrial complex. The authors noted such problems as a decrease in units of equipment, an insufficient level of integration, and a low level of innovation. Solving these problems requires the development of regional programs for lending and subsidizing agriculture, the development of clusters, consistent digitalization and the introduction of innovations.

Materials. Monographic studies, scientific publications of domestic and foreign authors, statistical data, materials of the legislative framework.

Methods. The research process used methods of theoretical generalization, synthesis, induction, deduction, complexity, concretization and extrapolation of scientific knowledge.

Results. We believe that the main tool for the development of the material and technical base of the agro-industrial complex of Russia is the development and implementation of federal and regional programs that provide grants and loans that allow creating the necessary institutional conditions.

Key words: innovations in agriculture, leasing, agriculture, digitalization, economic clusters.

For citation: Pekurovsky D.A., Kontsevaya S.Y. Development of the material and technical base of the branches of the agro-industrial complex of Russia. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 124–127. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-124-127> (In Russian).

© Pekurovsky D.A., Kontsevaya S.Y.

Введение / Introduction

Состояние материально-технической базы АПК является одним из основных факторов, определяющих эффективность деятельности в данной сфере [1, 2]. Уровень технического оснащения определяет возможность осуществления той либо иной сельскохозяйственной или промышленной работы [3, 4].

Необходимо отметить неоднородность материально-технической базы АПК, которая обусловлена в первую очередь различиями между структурными компонентами комплекса (рис. 1).

АПК объединяет в себе собственно сельское хозяйство (животноводство и растениеводство), ряд промышленных отраслей (легкая и пищевая промышленность, производство средств производства, производство удобрений, производство комбикормов) и инфраструктуру (снабжение, транспорт, заготовка, торговля, связь).

Общая эффективность деятельности зависит от материально-технического состояния всех структурных компонентов. Растениеводство и животноводство нуждаются как в предметах промышленного производства, так и в объектах инфраструктуры [5].

Материал и методы исследования / Materials and method

Материалы: монографические исследования, научные публикации отечественных и зарубежных авторов, статистические данные, материалы законодательной базы.

Методы: в процессе исследования использованы методы теоретического обобщения, синтеза, индукции, дедукции, комплексности, конкретизации и экстраполяции научных знаний.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Большая часть проблем, связанных с развитием АПК, непосредственно соединена с материально-технической базой. А.С. Ильина в качестве основных противоречий российского АПК называет: рост объемов сельскохозяйственного производства на фоне ухудшения состояния материально-технической и природной базы; внедрение интенсивных технологий в передовых хозяйствах при преобладании в массе примитивных способов производства; высокие показатели эффективности при снижении репродуктивных функций сельскохозяйственного производства [6]. Полагаем, что основное противоречие можно сформулировать следующим образом: потребность в развитии сельского хозяйства не обеспечена необходимой для этого материально-технической базой.

Сельское хозяйство нуждается в дорогостоящих средствах производства, в первую очередь это относится к растениеводству.

Между тем материально-техническое обеспечение растениеводства нельзя назвать удовлетворительным. Ю.В. Катаев, Е.Ф. Малыха указывают, что по сравнению с предыдущими периодами поступление тракторов в сельхозпредприятия сократилось в 15,8 раза, зерноуборочных комбайнов — в 8,6 раза, картофелеуборочных — в 20 раз, силосоуборочных и кормоуборочных — в 7,2 раза, сеялок тракторных — с 56 800 до 2000 (в 28 раз) [7].

Успехи советского периода в развитии сельского хозяйства объясняются социалистической экономикой, которая посредством работы распределительного ме-

ханизма позволяла вкладывать ресурсы в сельское хозяйство вне зависимости от рентабельности.

При переходе в конце 1980-х — 1990-е годы на капиталистическое производство сельское хозяйство вошло в глубокий системный кризис по причине низкой нормы прибыли, тяжелых условий труда и отсутствия действенных механизмов поддержки сельскохозяйственных производителей. Непростые времена в первую очередь сказались на материально-технической базе. На протяжении трех десятилетий численность сельскохозяйственной техники неуклонно снижается (рис. 2).

Так, если в 1990 году количество тракторов составляло 1 365,6 тыс., то в 2019-м имелось лишь 206,7 тыс. единиц. То есть численность тракторов (основного вида сельскохозяйственной техники) снизилась на 85%. Аналогичным образом обстоит дело и с другими видами сельскохозяйственной техники, в частности с плугами и культиваторами.

Основная причина падения числа единиц техники — низкая рентабельность сельскохозяйственной деятельности ввиду сложных климатических условий на большей части территории страны. Социалистическое производство позволяло поддерживать сельское хозяйство, самоокупаемость и самофинансирование же привели к фактической невозможности обновления материально-технической базы. Пока единицы техники выходили из строя, обновление базы не производилось.

В российских климатических условиях техника быстро выходит из строя и нуждается в замене или дорогостоящем ремонте. Возможный путь выхода из сложившейся ситуации — применение иных экономических механизмов, среди которых следует выделить лизинг и инвестиционный кредит.

Для сельскохозяйственных производителей приобретение техники за счет имеющихся средств и посредством кредитования весьма затруднительно. В связи с этим К.В. Селиверстов в качестве основного способа материально-технического развития АПК называет государственную поддержку в форме разработки и реализации государственных программ.

Рис. 1. Структура АПК

Fig. 1. The structure of the agro-industrial complex

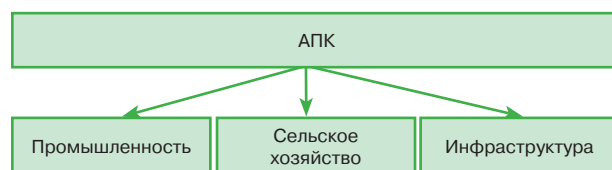
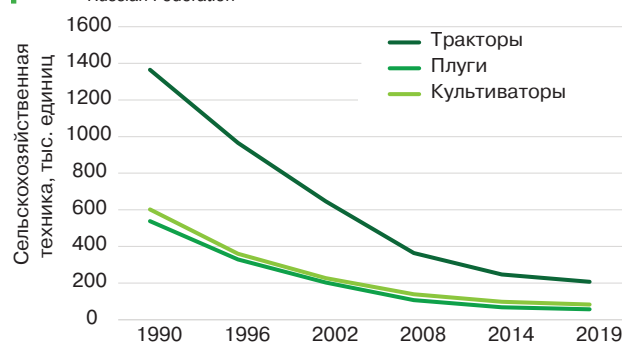


Рис. 2. Динамика численности единиц сельскохозяйственной техники в РФ

Fig. 2. Dynamics of the number of units of agricultural machinery in the Russian Federation



Наиболее эффективным средством развития являются инвестиционные кредиты. Так, за время реализации программы «Развитие сельского хозяйства Алтайского края» (2013–2019 гг.) аграриями было приобретено 6205 единиц техники общей стоимостью 20,2 млрд рублей [8]. Очевидно, что региональные меры поддержки могут быть эффективными, однако аналогичные программы реализуются лишь в некоторых регионах.

Развитию материально-технической базы АПК на федеральном уровне уделяется всё больше внимания. В 2020 году в государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия был внесен ряд изменений, в том числе добавлен грант «Агропрогресс», ориентированный в первую очередь на материально-техническое оснащение сельского хозяйства.

Грант «Агропрогресс» предоставляется из регионального или местного бюджета по решению региональной конкурсной комиссии. Максимальная сумма гранта — 30 млн рублей.

Средства возможно направить по следующим направлениям:

- приобретение или строительство новых объектов для производства, хранения и переработки сельхозпродукции;
- комплектация объектов оборудованием, сельскохозяйственной техникой и спецтранспортом;
- закупка животных, птицы и рыбопосадочного материала.

Полагаем, что основными инструментами развития материально-технической базы АПК являются именно разработка и реализация федеральных и региональных программ, предоставляющих гранты, кредиты, позволяющих создавать необходимые институциональные условия. Высокой эффективностью обладает работа, проводимая на региональном уровне. Основным аспектом работы — совершенствование механизмов взаимодействия между участниками рынка.

Одной из наиболее действенных форм интеграции является форма кластера. Ю.В. Зубарева, Л.В. Прасолова отмечают, что достоинством кластерной политики является расширение доступа к инновациям, технологиям, специализированным услугам и высококвалифицированным кадрам, а также снижение транзакционных издержек [9].

Однако кластеризация предполагает объединение крупных игроков, поэтому не подходит для интеграции небольших сельхозпроизводителей. Объединение фермерских хозяйств представляется возможным в форме сельскохозяйственных потребительских кооперативов. В условиях отсутствия инициативы самих фермеров развитию кооперативов должна способствовать региональная власть, поскольку кооперативные объединения позволяют повысить общую эффективность деятельности фермеров.

Более глубокая интеграция является одним из действенных методов снижения издержек и улучшения состояния материально-технической базы. Помимо кластеров и кооперативов, возможно принятие внутренних интегративных решений. Л.И. Кушнарев, Е.Л. Чепурина, А.В. Чепурин называют следующие способы снижения расходов на материально-техническое обеспечение АПК: специализация и кооперация работ, формирование производственных структур под оптимальную мощность, интеграция ремонтно-обслуживающих структур в производственные агросистемы (снижение налого-

обложения), создание условий для внедрения фирменного метода технического сервиса [10].

Применение указанных способов может производиться компаниями самостоятельно, без объединения в кластеры. Собственно, форма кластера не имеет исчерпывающего характера, существуют и другие формы внутренней интеграции. Кластер носит не просто экономический, а политико-экономический характер, поэтому в рамках кластера реализуются наиболее общие схемы интеграции.

В настоящее время образуются как кластеры, так и парки. Однако ориентация производится на пищевые и биотехнологии, тогда как состояние основных фондов практически не затрагивается. К примеру, производство пищевых продуктов осуществляют такие парки, как, в частности, «М-8 Агро» (Московская область), «АгроТыва» (Республика Тыва). Омский биокластер имеет ключевую специализацию «промышленные биотехнологии», тогда как сельское хозяйство и рыболовство являются сопутствующей специализацией.

Также следует обратить внимание на агропромышленный кластер Новгородской области, который создан на базе производственных предприятий по направлениям мясное животноводство, молочное животноводство, растениеводство, птицеводство.

Полагаем, что кластеризация должна производиться по пути объединения производителей и предприятий, выпускающих средства производства, что придаст кластерам комплексный характер. Основная проблема лежит в области экономической географии: если агрокластеры потенциально могут быть созданы во всех субъектах РФ, то машиностроение развито лишь в отдельных регионах.

Отметим, что простое обновление технической базы является недостаточным условием для перспективного развития АПК. Специалисты Высшей школы экономики (Россия) в прогнозе развития сельского хозяйства до 2030 г. отмечают, что среднегодовые приросты продуктивности сельского хозяйства будут, по ряду прогнозов, снижаться, если не произойдет активное внедрение радикальных технологических инноваций.

Внедрение инноваций является стратегической необходимостью для развития АПК. Л.М. Борщ отмечает, что для технологического рывка АПК необходимо использовать ресурсоэффективные технологии, диверсификацию производств, климатонезависимость, системную интеграцию [11].

Сложнее всего вопрос стоит с климатонезависимыми технологиями, требующими значительных вложений. Гораздо проще решается вопрос цифровизации, которая постепенно входит в жизнь производителей сельскохозяйственной продукции. Так, В.В. Сумилин отмечает потенциально высокую эффективность системы GPS-мониторинга транспорта и земельных участков.

Помимо этого, новшеством является применение дронов и БПЛА для составления планов поля, расчета вегетационного индекса и многих других целей [12]. Цифровизация наиболее актуальна в растениеводстве, поскольку она позволяет автоматизировать большое число разнообразных действий.

Популярность приобрели технологии навигации, которые позволяют обеспечить прохождение трактора по полю так, чтобы каждая последующая полоса ложилась точно по краю предыдущей полосы, без пропусков и перекрытий. В результате применения навигации повышается посевная площадь и снижается расход семенного материала. Предварительной разметки поля и

маркирования рядом не требуется. Дополнительными преимуществами являются увеличение коэффициента загрузки техники и возможность работы в условиях плохой видимости.

Осуществление государственного регулирования деятельности АПК стремится в сторону увеличения косвенной поддержки государства. По причинам стратегической значимости и отраслей АПК и сложных климатических условий требуется увеличение степени регулирования и контроля государства за деятельностью как крупных организаций, так и фермерских хозяйств.

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.

Выводы / Conclusion

Таким образом, для развития материально-технической базы АПК России необходимы:

- дальнейшая разработка и реализация федеральных и региональных программ, в рамках которых организациям и фермерам предоставляются гранты, инвестиционные кредиты, поддерживается приобретение техники в лизинг;
- формирование в регионах сельскохозяйственных кластеров, ориентированных на инновационное развитие;
- региональная поддержка кооперативных объединений.

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. Карпенко Г.Г., Мельников А.Б., Шевцов В.В. Материально-техническая база агропромышленного комплекса — фактор обеспечения продовольственной безопасности. *Вестник Академии знаний*. 2020; 37(2): 137–144. <https://doi.org/10.24411/2304-6139-2020-10154>
2. Артемова Е.И., Хлопина О.В. Материально-техническая база АПК Краснодарского края и ее состояние. *Закономерности и тенденции инновационного развития общества. Сборник статей Международной научно-практической конференции*. Уфа. 2017; 28–31.
3. Пекуровский Д.А. Инновации и научно-технический прогресс в агропромышленном комплексе и сельском хозяйстве. *Аграрная наука*. 2020; 11-12: 129–133. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-122-126>
4. Ярлыкапов А.Б. Узловые проблемы развития АПК России на современном этапе. *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2022; 8(128): 96–99.
5. Лещева М.Г., Юлдашбаев Ю.А., Абдулмуслимов А.М. Аналитическое сопровождение интеграционных процессов в АПК. *Аграрная наука*. 2019; 10: 90–95. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-332-9-90-95>
6. Ильина А.С. Экономический механизм функционирования системы материально-технического обеспечения мясомолочного скотоводства. *Вестник сельского развития и социальной политики*. 2019; 1(21): 34–41.
7. Катаев Ю.В., Мalykha Е.Ф. Анализ состояния материально-технической базы и технического сервиса в аграрной сфере. *Наука без границ*. 2018; 9(26): 5–9.
8. Селиверстов К.В. Меры стимулирования технического перевооружения агропромышленного комплекса Алтайского края. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2020; 12(4): 222–225.
9. Зубарева Ю.В., Прасолова Л.В. Некоторые аспекты программно-целевой поддержки АПК региона. *Вестник евразийской науки*. 2019; 11(5): 1–9.
10. Кушнарев Л.И., Чепурина Е.Л., Чепурин А.В. Особенности и направления совершенствования системы технического сервиса машин в АПК. *Наука без границ*. 2018; 4(21): 58–66.
11. Борщ Л.М. Объективная необходимость модернизации АПК: вызов времени прорывных технологий. *Научный вестник: финансы, банки, инвестиции*. 2018; 3(44): 104–117.
12. Сумилин В.В. АПК России: внедрение беспроводных технологий. *Московский экономический журнал*. 2020; 6: 250–254.

ОБ АВТОРАХ:

Дмитрий Александрович Пекуровский, кандидат ветеринарных наук, доцент, Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса, ул. Оренбургская, 15Б, Москва, 111621, Российская Федерация E-mail: pekurovskii@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-6616-0742>

Светлана Юрьевна Концевая, доктор ветеринарных наук, профессор, Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса, ул. Оренбургская, 15Б, Москва, 111621, Российская Федерация E-mail: vetprof555@inbox.ru <https://orcid.org/0000-0003-3912-1590>

REFERENCES

1. Karpenko G.G., Melnikov A.B., Shevtsov V.V. The material and technical base of the agro-industrial complex is a factor in ensuring food security. *Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2020; 37(2): 137–144 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/2304-6139-2020-10154>
2. Artemova E.I., Khlopina O.V. Material and technical base of the agro-industrial complex of the Krasnodar region and its state. *Patterns and trends of innovative development of society. Collection of articles of the International scientific-practical conference*. Ufa. 2017; 28–31 (In Russian).
3. Pekurovsky D.A. Innovations and scientific and technological progress in the agroindustrial complex and agriculture. *Agrarian science*. 2020; 11-12: 129–133 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-122-126>
4. Yarlykapov A.B. Key problems of the development of the Russian agro-industrial complex at the present stage. *Economics and management: problems, solutions*. 2022; 8(128): 96–99 (In Russian).
5. Leshcheva M.G., Yuldaschbaev Yu.A., Abdumuslimov A.M. Analytical support of integration of agricultural organizations. *Agrarian science*. 2019; 10: 90–95 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-332-9-90-95>
6. Ilyina A.S. The economic mechanism of the functioning of the system of logistics for meat and dairy cattle breeding. *Bulletin of rural development and social policy*. 2019; 1(21): 34–41 (In Russian).
7. Kataev Yu.V., Malykha E.F. Analysis of the state of the material and technical base and technical service in the agricultural sector. *Science without borders*. 2018; 9(26): 5–9 (In Russian).
8. Seliverstov K.V. Measures to stimulate the technical re-equipment of the agro-industrial complex of the Altai Territory. *International Journal of the Humanities and Natural Sciences*. 2020; 12(4): 222–225 (In Russian).
9. Zubareva Yu.V., Prasolova L.V. Some aspects of program-targeted support of the agro-industrial complex of the region. *Bulletin of Eurasian Science*. 2019; 11(5): 1–9 (In Russian).
10. Kushnarev L.I., Chepurina E.L., Chepurin A.V. Features and directions for improving the system of technical service of machines in the agro-industrial complex. *Science without borders*. 2018; 4(21): 58–66 (In Russian).
11. Borsch L.M. The objective need for the modernization of the agro-industrial complex: the challenge of the time of breakthrough technologies. *Scientific Bulletin: finance, banks, investments*. 2018; 3(44): 104–117 (In Russian).
12. Sumilin V.V. Agroindustrial complex of Russia: introduction of wireless technologies. *Moscow Economic Journal*. 2020; 6: 250–254 (In Russian).

ABOUT THE AUTHORS:

Dmitry Alexandrovich Pekurovskiy, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Russian Academy of Personnel Support of the Agro-Industrial Complex, 15B, Orenburgskaya Str., Moscow, 111621, Russian Federation E-mail: pekurovskii@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-6616-0742>

Svetlana Yurievna Kontsevaya, Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Russian Academy of Personnel Support of the Agro-Industrial Complex, 15B, Orenburgskaya Str., Moscow, 111621, Russian Federation E-mail: vetprof555@inbox.ru <https://orcid.org/0000-0003-3912-1590>

НОВОСТИ ИЗ ЦНСХБ

Обзор подготовлен Тимофеевской С.А.

Применение электромагнитных излучений в животноводстве : монография / В. А. Сыровицкий, А. Н. Добудько, О. Н. Ястребова, С. Н. Котлярова, И. А. Кошцаев. — Белгород : ОООИПЦ «Политерра», 2021. — 260 с. Шифр ЦНСХБ 22-6948.

Монография посвящена роли электромагнитных излучений в жизни животных, применении электромагнитного излучения в животноводстве с целью повышения продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы. Затронута проблема снижения затрат на электроэнергию в животноводстве. Приведены литературные данные и результаты собственных исследований. Описаны основные факторы, влияющие на продуктивность сельскохозяйственных животных и птицы и качество получаемой продукции. Уделено внимание воздействию видимой части спектра излучения солнца на организм животных и птицы, приведены особенности зрения и строения глаз у различных животных и птиц. Описаны современные технологии естественного и искусственного освещения, применяемые в помещениях для содержания сельскохозяйственных животных и птицы. Дана характеристика источников освещения, применяемых в животноводческих помещениях: ламп накаливания, газоразрядных ламп, светодиодных ламп. Изучено влияние различных источников светодиодного освещения на продуктивность цыплят-бройлеров. Приведены данные по применению инфракрасного и ультрафиолетового излучений в животноводстве и птицеводстве. Описано биологическое действие инфракрасных и ультрафиолетовых лучей на организм сельскохозяйственных животных и птицы. Приведены технические характеристики, конструктивные особенности и режимы эксплуатации основных источников инфракрасного и ультрафиолетового облучения. Уделено внимание расчету доз ультрафиолетового облучения, а также технике безопасности и охране труда при работе с облучателями. Книга содержит 4 приложения, 22 иллюстрации, 38 таблиц и список использованной отечественной и иностранной литературы из 123 источников. Предназначена для руководителей и специалистов животноводческих хозяйств, научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов учебных заведений аграрного профиля, а также для всех интересующихся применением различного типа излучателей в животноводстве и птицеводстве.

Продуктивные и физиолого-биохимические особенности овец при использовании в рационах пробиотических кормовых добавок : монография / Б. В. Аппаев, А. Н. Арипов, В. А. Погодаев, Э. Б. Лиджиев, В. У. Эдгеев. — Ставрополь : ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»; изд-во «Ставрополь-Сервис-Школа», 2022. — 185 с. Шифр ЦНСХБ 22-6956.

В монографии приведены анализ литературных данных и результаты собственных исследований об использовании пробиотических кормовых добавок в рационах суягных и лактирующих овцематок и молодняка мясо-сального направления продуктивности. Приведены краткая характеристика овец пород калмыцкая курдючная и дорпер и физиолого-биохимические особенности овцематок, полученных от скрещивания этих пород. Представлены данные по обмену веществ между матерью и плодом, онтогенезу ягнят, развитию матки с плацентой. Изучен объем циркулирующей крови через средние маточные артерии у суягных овцематок, химический состав маточной крови и плода, химический состав плодных вод и их объем. Основное внимание уделено влиянию различных доз пробиотической кормовой добавки «Амилоцин» на обменные процессы, переваримость и использование питательных веществ в организ-

ме суягных и лактирующих овцематок, их репродуктивные качества. Изучено влияние добавки «Амилоцин» на обмен веществ и продуктивность валушков калмыцкой курдючной породы. Проанализированы переваримость питательных веществ, развитие внутренних органов и пищеварительного тракта, гематологические показатели, среднесуточный прирост, динамика живой массы и промеров, показатели контрольного убоя валушков, химический состав и калорийность мяса. Приведены результаты дегустационной оценки баранины. Представлены результаты производственной апробации оптимальной дозировки препарата «Амилоцин» в рационах овцематок и валушков. Дано экономическое обоснование использования пробиотической кормовой добавки «Амилоцин» в кормлении овец. Сформулированы предложения производству. Книга содержит 12 иллюстраций, 63 таблицы и список использованной отечественной и иностранной литературы из 270 источников. Предназначена для зооветспециалистов сельскохозяйственных предприятий, научных сотрудников, преподавателей, слушателей ФПК, аспирантов и студентов аграрных вузов.

Технологические и экономические аспекты производства продукции животноводства и птицеводства : монография / В. С. Буяров, К. А. Лещуков, А. В. Буяров. — Орел : Изд-во ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2022. — 198 с. Шифр ЦНСХБ 22-7027.

В монографии представлены современное состояние, тенденции и перспективы развития животноводства и птицеводства в России и Евразийском экономическом союзе. Описано развитие мясного птицеводства в различных регионах России. Обобщены данные о современных ресурсосберегающих технологиях, обеспечивающих повышение экономической эффективности промышленного производства яиц и мяса птицы. Изложены результаты многочисленных собственных исследований, а также достижения отечественной и зарубежной науки по изучению влияния технологических факторов на процессы адаптации, уровень продуктивности и показатели качества продукции сельскохозяйственных животных. Представлены научные основы оптимизации условий содержания сельскохозяйственных животных и птицы. Обобщены и систематизированы современные методы проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы. Представлена методика определения экономической эффективности новых разработок в животноводстве и птицеводстве. Предложены экологически безопасные способы оценки и прижизненного формирования качества сельскохозяйственной продукции. Обобщены результаты исследований по влиянию технологических стресс-факторов на процессы адаптации, продуктивность и показатели качества продукции сельскохозяйственных животных. Изложены методы оценки убойных качеств животных в условиях транспортного стресса и способы повышения адаптационной способности животных при транспортировке и подготовке к убоям. Представлена методика определения экономической эффективности новых разработок в животноводстве и птицеводстве. Комплексный подход к решению проблем, изложенных в монографии, является залогом снижения себестоимости продукции животноводства и птицеводства, повышения ее конкурентоспособности на внутреннем и мировом рынках. Книга содержит приложение, 13 иллюстраций, 44 таблицы и список использованной отечественной и иностранной литературы из 222 источников. Предназначена для руководителей и специалистов животноводческих и птицеводческих предприятий, научных сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов аграрных вузов.

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

МВС: 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+



ШАНС
группа компаний

**Защита растений —
наша профессия!**



Опыт работы
с **2004** года



Производство
в России — на заводе
«Шанс Эntерпрайз»



Более **80** СЗР
и микроудобрений



50 представительств
в России и СНГ



Более **4000** клиентов
в России и за рубежом



24/7 круглосуточная
доставка и поддержка

Установите наше мобильное приложение



ДОСТУПНО В
AppStore
Для устройств **Apple**



ДОСТУПНО В
GooglePlay
Для устройств на **Android**



8-800-700-9036

shans-group.com