

научно-теоретический и производственный журнал

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN
SCIENCE

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

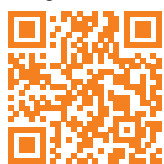
10
2023



БЕСПЛАТНО
скачать журнал
и подписаться



Подпишитесь
на наш
Telegram канал!



АГРОНОМИЯ

Профилактика болезней
озимых зерновых культур

9

ВЕТФАРМА

Структура рынка
пробиотиков в России

50

ЭКОНОМИКА

Инновационный потенциал
сельской локальной экономики
и крупного агробизнеса

146

КормВет **ЭКСПО** 2023

**МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА КОРМОВ, КОРМОВЫХ ДОБАВОК,
ВЕТЕРИНАРИИ И ОБОРУДОВАНИЯ**

24 - 26 ОКТЯБРЯ

МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО», ПАВИЛЬОН 2

ПРОВОДИТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



**МИНСЕЛЬХОЗ
РОССИИ**



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
КОРМОВОЙ СОЮЗ**



РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР



FEEDVET-EXPO.RU

НАС ВЫБИРАЮТ ПРОФЕССИОНАЛЫ!

**ТЕЛ.: +7 (499) 236-72-20, +7 (499) 236-72-50, 8-800-100-72-50,
E-MAIL: INFO@FEEDVET-EXPO.RU**

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



МЕГАМИЛАЗА®

Высокая концентрация качества!

ТЕРМОСТАБИЛЬНАЯ АМИЛАЗА

МЕГАМИЛАЗА 3000 TS

Норма ввода 100 г/т корма

• активность 3000 Ед/г

МЕГАМИЛАЗА HC100TS

Норма ввода 3 г/т корма

• активность 100 000 Ед/г

- Мегамилаза необходима для молодняка свиней и птицы
- Разрушает труднопереваримые фракции крахмала, высвобождает глюкозу
- Увеличивает энергетическую составляющую корма, ускоряет темпы роста молодых животных



10 · 2023

Agrarnaya nauka

Том 375, номер 10, 2023

Volume 375, number 10, 2023

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN SCIENCE

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

© журнал «Аграрная наука»
© авторы

DOI журнала 10.32634/0869-8155

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

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

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

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

Шеф-редактор Костромичева И.В.
Научный редактор Долгая М.Н.
Дизайн и верстка Антонов С.Н.
Корректор Кузнецова Г.М.
Библиограф Нерозник Д.С.
Журналист Седова Ю.Г.

Юридический адрес: 107053, РФ, г. Москва, ул. Садовая-Спасская, д. 20
Почтовый адрес: 109147, РФ, г. Москва, ул. Марксистская, д. 3, стр. 7
Телефон редакции +7 (968) 934-91-42

agrovetpress@inbox.ru
www.vetpress.ru

<https://agrarnayanauka.ru>

Реклама в журнале: +7 (927) 155-08-10

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

На 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 17.10.2023

Дата выхода в свет 24.10.2023

Отпечатано в типографии ООО «Объединенный полиграфический комплекс»:

115114, г. Москва, Дербеневская наб.,

д. 7, стр. 2, эт. 2, пом. 1, к. 3-4.

Тел. +7 (499) 130-60-19,

e-mail: info@opk.bz, <https://opk.bz>

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

Издатель:

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

Главный редактор:

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

Редколлегия:

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Концевая С.Ю., доктор ветеринарных наук, профессор, Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия.

Косилов В.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Оренбургский государственный аграрный университет, г. Оренбург, Россия.

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

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

Лысенко Ю.А., доктор биологических наук, доцент, Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

16+

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

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

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

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

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

Юлдашбаев Ю.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

Ятусевич А.И., доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины, г. Витебск, Беларусь.

АГРОНОМИЯ

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

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

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

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

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

Долженко Т.В., доктор биологических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, г. Пушкин, г. Санкт-Петербург, Россия.

Драгавцева И.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства и виноделия, г. Краснодар, Россия.

Зейналов А.С., доктор биологических наук, Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, г. Москва, Россия.

Исламгулов Д.Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия.

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

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

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

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

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

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

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

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

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

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

Иванов Ю.Г., доктор технических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

Ишевский А.Л., доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский университет ИТМО, г. Санкт-Петербург, Россия.

Кребс Каролина де Souza, PhD, Региональный университет Блюменау, г. Блюменау, Бразилия.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Хатко З.Н., доктор технических наук, доцент, Майкопский государственный технологический университет, г. Майкоп, Россия.

Чернопольская Н.Л., доктор технических наук, доцент, Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, г. Омск, Россия.

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

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

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

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

Баутин В.М., доктор экономических наук, профессор, академик РАН, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

Гордеев А.В., доктор экономических наук, профессор, академик РАН, г. Москва, Россия.

Гусаков В.Г., доктор экономических наук, профессор, академик, Национальная академия наук, г. Минск, Беларусь.

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

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.

10 · 2023

Agrarnaya nauka

Том 375, номер 10, 2023
Volume 375, number 10, 2023

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

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.

Pozyabin S.V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA by K.I. Skryabin, Moscow, Russia.

Radchikov V.F., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Scientific and Practical Center for Animal Husbandry of the National Academy of Sciences of Belarus, Zhodino, Belarus.

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

Topuria L.Yu., Doctor of Biological Sciences, Professor, Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia.

The journal is designed to advance Russian and world agrarian science, promotes innovative technologies' development. Our main goals consist in supporting young scientists, highlight scientific researches and best agricultural practices.

The scientific concept of the publication involves the publication of modern achievements in the agricultural sector, the results of key national and international studies.

The journal "Agrarian Science" contributes to the generalization of practical achievements in the field of agriculture and improves the scientific and practical qualifications in the area.

Both Russian and foreign authors are invited to publication.

For reprinting of materials the references to the journal are obligatory. The opinions expressed by the authors of published articles may not coincide with those of the editorial team. Advertisers carry responsibility for the content of their advertisements.

© journal «Agrarian science»
© authors

DOI журнала 10.32634/0869-8155

The journal is included in the list of leading scientific journals and editions peer-reviewed by Higher Attestation Commission (directive of the Ministry of Education and Science № 21-p by 12 February 2019), in the AGRIS database (Agricultural Research Information System) and in the system of Russian index of scientific citing (RSCI).

Full version is available by the link <http://elibrary.ru>

The journal is a member of the Association of science editors and publishers. Each article is assigned a number Digital Object Identifier (DOI).

Founder: Limited liability company "VIC Animal Health"

Senior editor Kostromicheva I.V.

Executive editor Dolgaya M.N.

Design and layout Antonov S.N.

Proofreader Kuznetsova G.M.

Bibliographer Neroznik D.S.

Journalist Sedova Yu.G.

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

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

Editorial phone +7 (968) 934-91-42

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 17.10.2023
Release date 24.10.2023

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

16+

Fisinin V.I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Research and Technological Institute of Poultry Farming of the Russian Academy of Sciences, Sergiev Posad, Russia.

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

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

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

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

Yatusevich A.I., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Belarus.

AGRONOMY

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

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

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

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

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

Dolzhenko T.V., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Saint-Petersburg state agrarian university, Pushkin, St. Petersburg, Russia.

Dragavtseva I.A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Winemaking, Krasnodar, Russia.

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

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

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

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

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

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

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

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

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

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

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

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





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

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





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

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

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ	8
СОБЫТИЯ ОТРАСЛИ, ТRENДЫ, НОВИНКИ	
3 вопроса эксперту. Профилактика болезней озимых зерновых культур	9 
Женщины в российском АПК	10
В 2022 году потребление хлебных продуктов в РФ составило 90,3 кг в год.....	12
Потенциал проса в России: тенденции и перспективы.....	14
Производство сельхозтехники в России: итоги и прогнозы	16
Здоровая корова — рентабельное хозяйство: первая помощь и профилактика осложнений отела.....	17 
Сельскохозяйственное производство в ДФО растет опережающими темпами.....	18
Особенности применения мультинзимных комплексов в кормлении поросят.....	20 
Всероссийский агрофорум «КуЗбасс — Агро» прошел в Кузбасской ГСХА	22 
ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ	
<i>Ржепаковский И.В., Тимченко Л.Д., Писков С.И., Аванесян С.С., Сизоненко М.Н., Шахбанов М.Ш., Нагдалян А.А., Ребезов М.Б.</i> Трехмерная рентгеновская микротомография сердца куриного эмбриона в раннем периоде эмбриогенеза	24
<i>Aliyev A. Yu., Karpuschenko K.A.</i> An alternative remedy for the treatment of mastitis in cows.....	30
<i>Halikov A.A., Mikhailov M.M., Gunashev Sh.A., Yanikova E.A., Ramazanova D.M., Gulieva A.A.</i> New brucellosis erythrocyte diagnosticum for IHT in comparison with other serological methods (SAT, CFT, RBT and IDT).....	34
<i>Величко Г.Н., Гальбек Т.В.</i> Чувствительность культур клеток к парвовирусу гусей	38
<i>Ustarov R.D.</i> Prevention of psoroptosis of sheep in the Republic of Dagestan in winter.....	42
<i>Будулов Н.Р.</i> Зональные особенности распространения вируса лейкоза крупного рогатого скота в Дагестане	46
<i>Севастьянова Т.В.</i> Структура рынка пробиотиков в России.....	50
<i>Довыденкова М.В.</i> Выделение и изучение видового состава микроорганизмов рубца у гибридных овец	57
<i>Горелик А.С., Ребезов М.Б., Горелик О.В.</i> Физико-химические показатели молока коров с разной долей кровности по голштинской породе.....	63
<i>Гриценко С.А., Белоокова О.В., Ребезов М.Б., Видякин Ю.Ю.</i> Динамика показателей линейного роста и индексов телосложения товарного молодняка птицы в зависимости от живой массы в суточном возрасте	68
<i>Владимиров Ф.Е., Базаев С.О., Хакимов А.Р.</i> Разработка цифровой системы для оценки физиологического состояния крупного рогатого скота.....	73
Юбилей. К 95-летию со дня рождения Н.Х. Мамаева	78
АГРОНОМИЯ	
<i>Рабинович Г.Ю., Подолян Е.А., Зинковская Т.С.</i> Содержание и состав органического вещества дерново-подзолистой почвы при внесении удобрительных смесей на основе осадка сточных вод	79
<i>Мамиев Д.М.</i> Агрофизические свойства почвы в зависимости от культур травопольного севооборота	84
<i>Гриц Н.В., Ростовцев Р.А., Диченский А.В.</i> Использование элементов точного сельского хозяйства для получения климатически обоснованной урожайности сельскохозяйственных культур в специализированных севооборотах.....	88
<i>Тедеева А.А., Тедеева В.В.</i> Эффективность применения минеральных удобрений и гербицидов на посевах озимой пшеницы.....	95
<i>Подгорный С.В., Скрипка О.В., Самофалов А.П., Громова С.Н., Чернова В.Л., Кравченко Н.С.</i> Создание и внедрение в производство нового сорта мягкой озимой пшеницы для возделывания по парам и лучшим непаровым предшественникам.....	100
<i>Янышина А.А.</i> Особенности размножения сортовой примеси масличного льна в разреженных посевах льна-долгунца в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации	106
<i>Понажев В.П., Виноградова Е.Г.</i> Влияние методов отбора растений льна-долгунца (<i>Linum usitatissimum L.</i>) на качество обновленных семян.....	111
<i>Низаева А.А., Кузнецов И.Ю., Акчурин Р.Л., Асылбаев И.Г.</i> Оценка сортообразцов люцерны по хозяйственно ценным признакам в южной лесостепной зоне Республики Башкортостан	116
<i>Сычёва И.В., Храмченкова А.О., Сычёв С.М.</i> Оценка биологической эффективности применения инсектицидов на моркови столовой в условиях Брянской области.....	122
<i>Горбунов И.В., Дергунов А.В.</i> Изучение агробиологических показателей и технологических свойств технических сортов винограда селекции Анапской опытной станции.....	127
АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
<i>Брюханов А.Ю., Шалавина Е.В., Васильев Э.В.</i> Анализ методик определения эмиссии закиси азота от систем переработки побочных продуктов животноводства ...	133
<i>Ермоченко А.И., Уваров Р.А.</i> Обращение с отходами в регионе Балтийского моря: анализ экономических и производственных показателей.....	139
РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА	
<i>Баутин В.М., Голубев А.В.</i> Особенности инновационного потенциала сельской локальной экономики и крупного агробизнеса.....	146
<i>Бутко Г.П., Набоков В.И., Часовских В.П., Раменская Л.А., Гусманов Р.У., Синегубова Е.С.</i> Инвестиционная привлекательность АПК: проблемы и решения.....	153
<i>Пивоварова О.В., Дудник А.И.</i> Механизмы развития неурбанизированных территорий: анализ мирового опыта.....	160
<i>Головина С.Г., Ручкин А.В., Абилова Е.В.</i> Роль цифровизации в успешном функционировании сельскохозяйственных кооперативов.....	167
Новости из ЦНСХБ	175

CONTENTS

NEWS	8
INDUSTRY EVENTS, TRENDS, NOVELTIES	
Three questions for an expert. Prevention of diseases in winter grain crops	9 
Women in the Russian agro-industrial complex	10
In 2022, consumption of bread products in the Russian Federation amounted to 90.3 kg per year.....	12
Millet potential in Russia: trends and prospects	14
Production of agricultural machinery in Russia: results and forecasts	16
First aid and prevention of calving complications	17 
Agricultural production in the Far Eastern Federal District is growing at a faster pace.....	18
Features of the use of multienzyme complexes in feeding piglets	20 
The All-Russian Agricultural Forum «Kuzbass - Agro» was held at the Kuzbass State Agricultural Academy.....	22 
ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE	
<i>Rzhepakovsky I.V., Timchenko L.D., Piskov S.I., Avanesyan S.S., Sizonenko M.N., Shakhbanov M.Sh., Nagdalian A.A., Rebezov M.B.</i> Three-dimensional X-ray microtomography of the heart of a chick embryo in the early period of embryogenesis	24
<i>Aliyev A.Yu., Karpuschenko K.A.</i> An alternative remedy for the treatment of mastitis in cows.....	30
<i>Halikov A.A., Mikailov M.M., Gunashev Sh.A., Yanikova E.A., Ramazanova D.M., Gulieva A.T.</i> New brucellosis erythrocyte diagnosticum for IHT in comparison with other serological methods (SAT, CFT, RBT and IDT).....	34
<i>Velichko G.N., Galnbek T.V.</i> Sensitivity of cell cultures to goose parvovirus.....	38
<i>Ustarov R.D.</i> Prevention of psoroptosis of sheep in the Republic of Dagestan in winter.....	42
<i>Budulov N.R.</i> Zonal features of the spread of bovine leukemia virus in Dagestan	46
<i>Sevastyanova T.V.</i> Structure of the probiotic market in Russia.....	50
<i>Dovydenkova M.V.</i> Isolation and study of the species composition of rumen microorganisms in hybrid sheep	57
<i>Gorelik A.S., Rebezov M.B., Gorelik O.V.</i> Physico-chemical parameters of milk of cows with different proportions of blood in the Holstein breed.....	63
<i>Gritsenko S.A., Belookova O.V., Rebezov M.B., Vidyakin Yu. Yu.</i> Dynamics of indicators of linear growth and physique indices of marketable young beef poultry depending on live weight at day old.....	68
<i>Vladimirov F.E., Bazaev S.O., Khakimov A.R.</i> Development of a digital system for assessing the physiological state of cattle.....	73
Jubilee. On the occasion of the 95th anniversary of the birth of N.Kh. Mamaev	78
AGRONOMY	
<i>Rabinovich G.Yu., Podolian E.A., Zinkovskaya T.S.</i> The content and composition of organic matter of sod-podzolic soil when applying fertilizer mixtures based on sewage sludge.....	79
<i>Mamiev D.M.</i> Agrophysical properties of soil depending on crops of grass field crop root summary.....	84
<i>Grits N.V., Rostovtsev R.A., Dichensky A.V.</i> The use of elements of digital agriculture to obtain climate-based crop yields in specialized crop rotations.....	88
<i>Tedeeva A.A., Tedeeva V.V.</i> Efficiency of using mineral fertilizers and herbicides on winter wheat crops.....	95
<i>Podgorny S.V., Skripka O.V., Samofalov A.P., Gromova S.N., Chernova V.L., Kravchenko N.S.</i> Creation and introduction into production of a new variety of soft winter wheat for cultivation in fallows and the best non-fallow predecessors	100
<i>Yanyshina A.A.</i> Peculiarities of propagation of varietal admixture of oilseed flax in sparse crops of fiber flax in the conditions of the North-Western region of the Russian Federation	106
<i>Ponazhev V.P., Vinogradova E.G.</i> Influence of methods of selection of fiber flax plants (<i>Linum usitatissimum L.</i>) on the quality of renewed seeds	111
<i>Nizaeva A.A., Kuznetsov I.Yu., Akchurin R.L., Asylbayev I.G.</i> Evaluation of alfalfa varieties by economically valuable characteristics in the southern forest-steppe zone of the Republic of Bashkortostan	116
<i>Sycheva I.V., Khramchenkova A.O., Sychev S.M.</i> Evaluation of the biological effectiveness of insecticide application on table carrots in the Bryansk region	122
<i>Gorbunov I.V., Dergunov A.V.</i> Study of agrobiological indicators and technological properties of technical grape varieties selected by the Anapa experimental station.....	127
AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES	
<i>Briukhanov A.Yu., Shalavina E.V., Vasiliev E.V.</i> Analysis of methods for determining nitrogen oxide emission from processing systems of animal by-products	133
<i>Ermochenko A.I., Uvarov R.A.</i> The use of Waste Management in the Baltic Sea Region: Analysis of Economic and Operational Indicators.....	139
REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY	
<i>Bautin V.M., Golubev A.V.</i> Features of the innovative potential of rural local economy and large agribusiness	146
<i>Butko G.P., Nabokov V.I., Chasovskikh V.P., Ramenskaya L.A., Gusmanov R.U., Sinegubova E.S.</i> Investment attractiveness of the agro-industrial complex: problems and solutions.....	153
<i>Pivovarova O.V., Dudnik A.I.</i> Mechanisms for the development of non-urbanized territories: analysis of world experience	160
<i>Golovina S.G., Ruchkin A.V., Abilova E.V.</i> The role of digitalization in agricultural cooperatives successful functioning	167
NEWS FROM CSAL	175

В РОССИИ НА ПОДДЕРЖКУ АПК ДОПОЛНИТЕЛЬНО ВЫДЕЛЯТ 10 МИЛЛИАРДОВ РУБЛЕЙ

Правительство России дополнительно направит 10 млрд рублей на поддержку программы льготного кредитования сельхозпроизводителей. Эти средства пойдут на субсидирование займов, предоставляемых предприятиям агропромышленного комплекса на производство и переработку сельскохозяйственной продукции. Как пояснили в кабмине, необходимость дополнительного финансирования связана с повышением ключевой ставки Банка России во втором полугодии 2023 года. Так, в конце сентября из резервного фонда Правительства РФ на эти цели уже было выделено 45 млрд рублей. Указанные дополнительные средства будут направлены из федерального бюджета.

Данный вопрос обсуждался в ходе оперативного совещания председателя Правительства РФ Михаила Мишустина с вице-преьерами 02.10.2023, уточнили в кабмине. «Принятые решения помогут не только обслуживать действующие обязательства аграриев, но и реализовывать новые проекты, нарастить объемы производства сельскохозяйственного сырья и продовольствия и сохранить для наших граждан широкий выбор качественных отечественных продуктов», — отметил премьер-министр.

(Источник: официальный сайт Правительства России)



СИБИРСКИЕ УЧЕНЫЕ ОПРЕДЕЛИЛИ ВАЖНЫЕ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ГЕНЫ У ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ

Ученые из Курчатковского геномного центра ИЦиГ СО РАН, изучив, какие гены влияют на концентрацию семи различных химических элементов в зерне российских сортов пшеницы — кальция, калия, марганца, магния, цинка, железа и меди, выявили четыре гена, которые связаны с повышением или понижением их концентрации. Эти данные позволяют точнее проводить селекцию российских сортов пшеницы, сообщила пресс-служба института.

Данное исследование выполнено с применением редко используемого в генетике растений метода многомерного анализа, который позволяет оценить, как изменение нуклеотидов в одной и той же позиции в гене влияет одновременно на разные признаки, сообщил старший научный сотрудник Курчатковского геномного центра ИЦиГ СО РАН Яков Цепилов. В зависимости от того, какой нуклеотид оказался на определенной позиции, концентрация одних и тех же химических элементов может снижаться или повышаться. В данном случае подобная нуклеотидная вариация в одном из обнаруженных генов может повышать концентрацию железа, но понижать концентрацию других элементов — это важный момент, который при селекции сортов нужно учитывать, пояснил ученый. Результаты были получены на российских сортах пшеницы, поэтому в дальнейшем могут быть использованы при разработке схем селекции новых сортов и улучшения имеющихся сортов, отметили в ИЦиГ СО РАН.



НА КУБАНИ РАЗРАБОТАНА НОВАЯ ВАКЦИНА ОТ КИШЕЧНОЙ ИНФЕКЦИИ У СЕЛЬХОЗЖИВОТНЫХ

В Кубанском ГАУ разработана новая вакцина против кишечной инфекции — эшерихиоза молодняка КРС и свиней, ее применение позволит сократить летальность заболевания в 2,5 раза. Разработка была презентована на проектно-аналитической сессии программы «Приоритет-2030».

Уникальность препарата заключается в том, что в качестве его компонентов используются экзометаболиты кишечных палочек, а также адъювантный комплекс, которые позволяют наращивать функциональную активность иммунитета у животных, активировать общую и специфическую резистентность организма и в результате повышать сохранность и продуктивность поголовья, отметил завлабораторией микробиологии Центра биотехнологий университета Александр Тищенко.

Использование новой вакцины показало снижение заболеваемости телят и поросят на 24–37,7%, а летальности — в 2,5 раза (профилактический защитный эффект у телят составил 92%, у поросят — 84,9%).

Источник: официальный сайт Минсельхоза России

В ОМСКОМ АНЦ ВЫВЕДЕНА ВЫСОКОУРОЖАЙНЫЕ СОРТА ЗАСУХОУСТОЙЧИВЫХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

Ученые Омского аграрного научного центра вывели два сорта многолетних трав — эспарцета и люцерны, сообщает ТАСС. Благодаря засухоустойчивости и повышенной урожайности новые сорта помогут решить в Сибири проблему нехватки кормов для сельскохозяйственных животных.

По данным руководителя селекционного центра Омского АНЦ Петра Николаева, люцерна в первый укос дает на 16% больше зеленой массы, во второй — на 24%, урожайность семян выше на 33% аналогичных сортов. Новый сорт эспарцета дает на 12–14% больше зеленой массы и на 11% — семян.

Культуры предназначены для выращивания в условиях Западной Сибири.

В РОССИИ ПОВЫСИЛОСЬ КАЧЕСТВО ГОРОХА

Специалистами ФГБУ «Центр оценки качества зерна» и подведомственных учреждений Россельхознадзора в 30 регионах РФ обследована 671 тыс. т гороха нового урожая — 100% от валового сбора (по данным на начало сентября), сообщили в ведомстве.

По результатам испытаний, горох урожая 2023 года на 55,8% — 1-го класса (это в 2 раза выше показателя 2022 года — 27,8%). Доля 2-го и 3-го класса — 33,8% и 9,4% соответственно.

Российский горох импортируют Турция, Испания, Латвия и другие страны. Крупнейшим импортером гороха из РФ является Китай.



Подпишитесь
на наш
Telegram канал!



ПРОФИЛАКТИКА БОЛЕЗНЕЙ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР



Журнал «Аграрная наука» при поддержке одного из лидеров ответственного рынка средств защиты растений (СЗР) Группы компаний «Шанс» представляет экспертную рубрику «Три вопроса эксперту». Продакт-менеджер ГК «Шанс» Павел Карайванов — об основных болезнях озимых культур осенне-зимнего периода и способах сократить потери урожайности из-за них.



1 Зерновые колосовые — важнейшие культуры, имеющие стратегическое значение. Почему возделывание озимых зерновых так значимо для аграриев?

В рационе современного человека продукты переработки зерновых культур занимают более 50%. Большинство возделываемых в мире злаковых культур имеют яровую форму, озимые — пшеница, ячмень, рожь, тритикале и овес. Озимые культуры занимают особенное место среди зерновых (по сравнению с яровыми) за счет большей урожайности.

Важное отличие озимых культур от яровых — их холодостойкость. В различных областях нашей страны сев озимых начинается с середины или конца августа в северных регионах, до середины октября — в южных.

2 Какие болезни могут угрожать посевам озимой пшеницы?

Основные заболевания осенне-зимнего периода — это снежная плесень, тифулез и склеротиниоз зерновых. Наиболее уязвимы для болезней озимые культуры в начальный период роста и во время перезимовки.

Снежная плесень (*Microdochium nivale*) встречается там, где выращиваются озимые зерновые культуры. Она поражает пшеницу, ячмень, рожь, овес и тритикале. Плесень очень вредоносна, может привести к потере урожайности до 50% за счет гибели растений и изреженности посевов. Заболевшие растения, продолжившие вегетацию, ослаблены и часто формируют пустой колос. Весной, после таяния снега, симптомы заболевания просматриваются лучше всего. Погибшие растения покрыты ватообразным мицелием серовато-розового цвета.

Тифулез (*Typhula incarnata*) чаще всего поражает ослабленные посевы и встречается наряду с другими заболеваниями озимых культур, такими как склеротиниоз, снежная плесень и т. д. В первую очередь поражаются самые старые и поврежденные листья. Развитие болезни продолжается под снегом зимой. Будучи сапротрофом, грибок *Typhula incarnata* заселяет погибшие листья. После таяния снега пострадавшие от тифулеза выпревания посевы и земля вокруг них покрыты грязно-серой грибницей мицелия, листья растений, пораженных тифулезом, обесцвечиваются и отмирают.

Склеротиниоз (*Sclerotinia borealis*) — опасное заболевание, которое проявляется в неблагоприятных для вегетации культуры условиях. Патоген предпочитает холодный климат, поэтому чаще всего встречается в северных регионах. Колонизация растений начинается осенью, а развитие патогена происходит под снегом. Ярко выраженные симптомы, проявляющиеся в виде грязно-белого мицелия гриба на листьях растений, наблюдаются

весной, после схода снега. Склеротиниоз редко встречается в одиночку. Это болезнь ослабленных и поврежденных всходов, в основном проявляется в комплексе с тифулезом, фузариозной снежной плесенью.

3 Как защитить озимые от болезней?

Появление болезней важно предупредить. Профилактика включает в себя агротехнические приемы и химические методы. В рамках агротехнических приемов рекомендую осуществлять посев культур в оптимальные для каждого региона сроки, не пренебрегать подкормками, фосфорно-калийными удобрениями и микроэлементами, соблюдать оптимальную глубину сева.

Химические методы защиты необходимы для получения высоких и качественных урожаев.

В продуктовой линейке Группы компаний «Шанс» имеются высокоэффективные протравители семян зерновых культур, способные защитить растения в уязвимые периоды начала вегетации.

ДВД Шанс, КС содержит **30 г/л дифеноконазола + 6,3 г/л ципроконазола**. Это протравитель системного действия, обеспечивающий защиту от внутрисеменной, почвенной и ранней аэрогенной инфекции. Средство надежно защищает в течение длительного периода.

Шансил Трио, КС — мощный трехкомпонентный фунгицидный протравитель, содержащий **60 г/л тиабендазола + 60 г/л тебуконазола + 40 г/л имазалила**. Препарат включает три действующих вещества разных химических классов с различными механизмами действия, все компоненты дополняют друг друга, обеспечивая длительную защиту растений.

Шансил Ультра, КС — надежный фунгицидный протравитель на основе широко используемого действующего вещества класса **триазолы тебуконазола 120 г/л**. Системный тебуконазол распределяется из обработанного семени в отрастающие части растения и защищает его надземную часть и корневую систему.

Шансометокс Трио, КС — комбинированный инсектицидно-фунгицидный протравитель. Содержит **тиаметоксам (262,5 г/л), дифеноконазол (25 г/л) и флудиоксонил (25 г/л)**. Сочетание флудиоксонала и дифеноконазола обеспечивает превосходную защиту от почвенных и ранних аэрогенных инфекций в самый уязвимый период жизни растений.

Препараты ГК «Шанс» сэберегут молодые растения в период наибольшей уязвимости к болезням и обеспечат отличную перезимовку озимым зерновым.

Читайте в следующем номере о том, как эффективно бороться с мышевидными грызунами.



На правах рекламы

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.

ТРИ ВОПРОСА ЭКСПЕРТУ

ЖЕНЩИНЫ В РОССИЙСКОМ АПК

На площадке ММПЦ «Россия сегодня» состоялась пресс-конференция, приуроченная к Международному дню сельских женщин, который отмечается 15 октября.

В ходе мероприятия было отмечено, что в настоящее время в российских селах проживает треть женщин Российской Федерации, из них более 7 млн заняты в отраслях экономики и социальной сферы. По статистике, примерно каждый третий руководитель КФХ и более 70% глав сельских поселений — это женщины.

Сенатор Ольга Епифанова, член Комитета СФ ФС РФ по аграрно-продовольственной политике и природопользованию, сообщила, что верхняя палата российского парламента раз в два года проводит Евразийский женский форум, на котором работает отдельная площадка для женщин АПК. По результатам совещаний и круглых столов мероприятия вырабатываются предложения, которые затем идут в работу федеральным ведомствам и министерствам, отметила она. Минсельхозом России выработана комплексная программа развития села, а сейчас министерством совместно с Россельхозбанком разработан новый проект — «Женщина АПК — душа российского села», в рамках которого женщины смогут получить бесплатно дополнительное образование по цифровой грамотности, ведению хозяйства и социальных проектов, добавила парламентарий. Согласно ее данным, в год такое образование смогут получать порядка восьмисот женщин из всех регионов страны.

Сенатор Людмила Талабаева, член Комитета СФ ФС РФ по аграрно-продовольственной политике и природопользованию, подчеркнула, что в проекты в сфере АПК необходимо включать программы развития профессиональных компетенций сельских женщин. «Сегодня в сельской местности должны жить и работать люди, которые могут наше село возродить, для этого государство прилагает большие усилия — строит ФАПы и школы с самым современным оборудованием, внедряет новые технологии в сельское хозяйство, разрабатывает различные программы и меры поддержки для тех, кто хочет жить в этой местности. Конечно, не все реализуется так быстро, как этого хотелось бы, потому что есть проблемы с кадрами и инфраструктурой, но сделано уже очень многое», — отметила она.

Председатель Общероссийского общественного движения сельских женщин России (ОО ДСЖР) Надежда Безбудько, выступая в онлайн-формате, рассказала об истории, целях и задачах движения. «Общероссийское общественное Движение сельских женщин России (ОО ДСЖР) было создано в 1993 году, когда начиналось фермерское движение, на базе Ассоциации крестьянских (фермерских) хозяйств и сельскохозяйственных кооперативов России (АККОР), — и сегодня оно действует и набирает силу благодаря поддержке этой ассоциации, — отметила она. — Основные цели ОО ДСЖР — поддержка, объединение и обучение сельских женщин, повышение значимости крестьянского труда, сохранение духовного богатства, национальных традиций сельского населения России и их значение в воспитании подрастающего поколения, благополучие семьи. Его деятельность посвящена вопросам развития сельских территорий страны, повышения статуса



семьи, материнства и детства». В своей презентации докладчик обозначила основные направления деятельности движения:

- комфортная среда проживания (жилье и доступная инфраструктура);
- работа, обеспечивающая достойный уровень жизни;
- доступность квалифицированной медицинской помощи;
- возможность получения качественного образования.

«В центре внимания нашего движения всегда была и остается сельская семья, улучшение качества ее жизни, нам важно сохранить традиционные ценности семьи, материнства и детства, которые не зависят от общественного уклада и технологического прогресса. Мы предлагаем продолжить улучшение условий жизни сельских жителей РФ для сохранения населения, пересмотреть условия цифровизации образовательных учреждений. При этом особое внимание мы уделяем трудовому воспитанию, — обращались с предложениями по этому вопросу в Государственную Думу, и очень рады внесенным изменениям в Закон об образовании в Российской Федерации», — сказала Надежда Безбудько.

Председатель Российского союза сельской молодежи Дмитрий Пекуровский акцентировал внимание на необходимости создания и реализации на федеральном уровне программы так называемых сельских подъемных. Такие меры уже есть в ряде российских регионов, — они включают различные денежные выплаты, жилищные и социальные льготы, сообщил он. «Еще одной мерой поддержки селян может стать уменьшение налога на имущество и землю. Это будет стимулировать их оставаться на своей малой родине», — отметил спикер.

Ю.Г. Седова



Федеральное казенное предприятие « Армавирская биологическая фабрика »

ФКП «Армавирская биофабрика» – ведущее предприятие биологической отрасли России, в ассортиментном портфеле которого – широкая линейка химико-фармацевтических, иммунобиологических, диагностических, стимулирующих препаратов для ветеринарии и медицины.

Биофабрика располагает квалифицированными кадрами, современным парком технологического оборудования, комплексом чистых производственных помещений и лабораториями, оснащенными высокоточным контрольно-измерительным оборудованием.

Продукция предприятия соответствует высоким стандартам GMP, а система менеджмента качества сертифицирована на соответствие международному стандарту ISO 9001:2015.

В рамках целевой программы импортозамещения предприятие выпускает вакцину против анаэробных инфекций и пастереллеза КРС «Пастанарм-8», вакцину против анаэробной энтеротоксемии, эшерихиоза, рота- и коронавирусной инфекции телят «Неодиавак».

ФКП «Армавирская биофабрика» поставляет продукцию во все регионы России, страны ближнего и дальнего зарубежья.



352212, Краснодарский край, Новокубанский р-н, пос. Прогресс, ул. Мечникова, д. 11

ФКП «Армавирская биофабрика»

Тел. +7 (861) 952-12-11

arm_bio@mail.kuban.ru, сайт <http://armbio.bio/>, <http://armbio.info/>

В 2022 ГОДУ ПОТРЕБЛЕНИЕ ХЛЕБНЫХ ПРОДУКТОВ В РФ СОСТАВИЛО 90,3 КГ В ГОД

В ходе пресс-конференции, прошедшей на площадке ТАСС, состоялось обсуждение текущего состояния рынка традиционного хлеба.

Всего потребление хлебных продуктов в РФ по итогам 2022 года составило 90,3 кг в год, при этом 29% в структуре потребления приходится на пшеничный хлеб, отмечается в презентации АНО «Российская система качества», представленной на пресс-конференции заместителем руководителя Роскачества Еленой Саратцевой. По данным презентации, больше половины россиян покупают хлебобулочные изделия из пшенично-ржаной, ржаной и пшеничной муки, при этом 44% предпочитают покупать батоны, 34% — бородинский хлеб и 15% — багеты. В супермаркетах покупают хлеб и хлебобулочные изделия 72% опрошенных потребителей, в магазинах у дома — 56%, в пекарнях — 35% (покупают хлеб в полиэтилене 69%, в целлофане — 43%, в бумажном пакете — 39%). Большинство потребителей (66%) отдают предпочтения при выборе хлеба и хлебобулочных изделий продукту, который пробовали ранее. 50% россиян обращают внимание на дату изготовления, 46% — на мягкость и свежесть и 41% — на бренд и торговую марку. С некачественной продукцией сталкивались при покупке батонов 41% потребителей, формового круглого хлеба — 17% и бородинского хлеба — 11%. Почти каждый пятый потребитель (19%) считает, что качество хлеба и хлебобулочных изделий снизилось, остальные (81%) не почувствовали изменения качества хлеба и хлебобулочных изделий, несмотря на непростую экономическую ситуацию.

Все большую популярность в РФ набирают национальные хлеба, — такие как каравай, калач, сайка, сообщила Елена Саратцева. «Эта доля имеет тенденцию к последующему росту», — сказала она. Исходя из полученных данных, в Роскачестве было принято решение разработать опережающий стандарт качества на «суперхлеб» (так изделие называют в ведомстве) из муки

твердых сортов пшеницы, отметила спикер. С 1 сентября до конца текущего года Роскачество проведет веерное исследование региональных хлебобулочных изделий из пшеничной муки (к видам исследуемой продукции будут отнесены в том числе сибирский калач и шаньга, невская булочка, кубанский и донской хлеб), в рамках которого в 10 основных регионах России будет производиться отбор проб хлеба традиционных национальных видов, имеющих уникальную рецептуру и историю возникновения, сообщила замглавы ведомства. «При исследовании мы будем делать основной упор на традиционные рецептуры и ингредиенты, то есть на те самые национальные формы — это калач, каравай, крендель, сайка, лаваш», — сказала она. Результаты исследования Роскачества будут, предположительно, опубликованы в 4 квартале 2023 года, уточнила спикер.

Качественный хлеб из твердых сортов пшеницы не может быть дешевым, поэтому, несмотря на его безусловную пользу, он вряд ли станет массовым продуктом, отметил исполнительный директор Российского союза пекарей Дмитрий Семенов. Хороший хлеб в принципе не может быть дешевым, добавил он. Стоимость хлебобулочных изделий зависит от качества зерна, а также от удаленности региона от основных житниц, в этой связи на севере страны, например, на Чукотке, цена 1 буханки хлеба может составлять 200–240 руб., а на юге — порядка 25 руб., пояснил эксперт.

О достижениях региона в сфере производства хлеба рассказал министр сельского хозяйства и продовольствия Белгородской области Андрей Антоненко. Он сообщил, что, по оперативным данным регионального Минсельхозпрода, на 25 августа белгородскими аграриями намолочено 1620 тыс. т озимой пшеницы с наивысшей урожайностью за последние восемь лет — 59,9 ц/га.

На сегодняшний день более 1 млн т зерна уже прошло проверку на соответствие требованиям качества, в результате которой пшеницы 3 класса выявлено 23,9 тыс. т и 4 класса — 230 тыс. т, что составляет 21% от общего объема обследованного зерна, резюмировал Андрей Антоненко. «Оценка качества зерна в Белгородской области играет огромную роль в сельхозпроизводстве, — отметил он. — Важным шагом на пути к улучшению качества готовой продукции мы считаем повсеместное прослеживание показателей качества и безопасности зерна на всех этапах его производства, начиная от поля и заканчивая готовым продуктом».

Ю.Г. Седова





СТАВРОПОЛЬСКАЯ БИОФАБРИКА

Эффективные иммунобиологические препараты для сельскохозяйственных животных

ПАРВОРОЛ

Комплексная вакцина против
рожи, парвовируса свиней и
лептоспир серогрупп:

- *L. icterohaemorrhagiae*
- *L. grippotyphosa*
- *L. tarassovi*



- Улучшение репродуктивного здоровья маточного поголовья
- Снижение числа прохолостов
- Защита от трансплацентарного инфицирования
- Сохранность потомства

РЕКЛАМА



355019, Россия, Ставропольский край, г.Ставрополь,
ул.Биологическая, д.18, тел.+7(8652) 28-76-69, 28-78-12
E-mail: info@stavbio.ru sale@stavbio.ru

ПЕРЕД ПРИМЕНЕНИЕМ ОЗНАКОМЬТЕСЬ С ИНСТРУКЦИЕЙ

ПОТЕНЦИАЛ ПРОСА В РОССИИ: ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В ходе пленарной сессии Студенческого научно-практического марафона PRO PROSO состоялось обсуждение потенциала проса как пищевой культуры и его роли в глобальной продовольственной безопасности. Организатором мероприятия, прошедшего 5 сентября в Москве в рамках Международного года проса выступил Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева совместно с Отделением ФАО для связи с Российской Федерацией.

В текущем году в РФ посевные площади проса составили около 300 тыс. га — на четверть больше прошлогодних значений, отметил в приветственном слове участникам марафона ректор РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева академик РАН, д. с.-х. н. Владимир Трухачев. «Это хорошо, но, наверное, мало», — сказал он, уточнив, что в начале 1990-х годов посеvy этой неприхотливой и урожайной культуры в нашей стране занимали порядка 2 млн га. Таким образом, по мнению академика, сегодня у России имеется значительный потенциал для наращивания объемов производства проса. Он отметил, что в настоящее время в топ-5 регионов — лидеров по площади посевов этой культуры входят Саратовская, Оренбургская, Ростовская, Самарская и Волгоградская области.

Представители и студенты Тимирязевской академии совместно с Российским бюро ФАО осуществили проект по оценке адаптивного потенциала и продуктивности 10 сортов проса отечественной селекции на базе экспериментальной площадки Полевой опытной станции университета, сообщил ректор. Высокую значимость и актуальность экспериментальной работы отметил директор отделения ФАО (Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН) для свя-

зи с РФ Олег Кобяков. Он рассказал, что в 1 квартале этого года по инициативе Московского отделения ФАО на площадке Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию был создан оргкомитет Международного года проса в России. Проект по просу — часть мероприятий принятого им плана, пояснил эксперт. Он напомнил, что Генассамблея ООН в 2021 году, на 75-й сессии, провозгласила 2023 год Международным годом проса. Его ключевая цель — повышение уровня осведомленности мирового сообщества в вопросах производства и многообразия сфер применения данной культуры, ее потенциала с точки зрения создания новых устойчивых рыночных возможностей и для производителей, и для потребителей, резюмировал спикер.

Просо как зерновая культура играет важную роль в пищевой промышленности, отметил в своей презентации «Просо: цены и экономика в России» студент Института экономики и управления АПК РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева Альмир Фазрахманов. Урожайность проса в РФ увеличилась на 23,8%, и эта тенденция продолжается, сообщил он. По данным спикера, посевные площади проса в России распределяются следующим образом: 69% — в сельхозорганизациях и 31% — в частных хозяйствах. В 2022 году посевные площади этой культуры составили 239 тыс. га, валовой сбор — 308,7 тыс. га, что на 10–12% меньше, чем в среднем за 2017–2021 годы, вместе с тем ее урожайность выросла на 23,8% и составила в целом 15,4 ц/га. На текущий момент в топ-3 регионов РФ по общему сбору проса входят следующие области: Саратовская (32,8%), Ростовская (18,9%) и Волгоградская (13%).

Просо является одной из древнейших культур. Принято считать, что эта разновидность зерновых была завезена на территории и нашей страны, и европейских стран кочевыми племенами из Азии, отметил в своем докладе «Адаптивный потенциал проса в России» аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем Института агробиотехнологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева Владимир Вильховой. «Историки отмечают просо как одну из важнейших





культур для восточных славян, живших в верховьях Днепра, Волги и Оки, — сказал он. — В период после окончания монголо-татарского ига и вплоть до отмены крепостного права наблюдается снижение использования проса ввиду возрастающей роли таких культур, как пшеница, рожь, овес, полба, ячмень, горох и чечевица. После отмены в 1861 году крепостного права ситуация с просом не улучшилась. Выращивание культуры сосредоточилось в основном в южных и юго-восточных засушливых регионах страны и использовалось почти полностью для местных продовольственных нужд. Значение проса сильно возросло в первые годы советской власти: негативные для народного хозяйства последствия войны, частые засухи (в ряде случаев гибель урожая) вынудили вернуться к выращиванию данной культуры». Так, если в 1913 году посевы проса занимали 3,5 млн га, то в 1920-х они доходили до 6 млн га, а с 1932 по 1934 год — превышали 8 млн га, уточнил докладчик. В середине XX века, с расширением посевов кукурузы и пшеницы, наблюдался резкий спад посевных площадей проса, — в 1959 году они составляли 2,7 млн га, а к концу столетия — 1,9 млн га, добавил он. По данным спикера, сегодня в РФ средняя урожайность проса составляет порядка 13,5 ц/га, а валовой сбор — около 400 тыс. т. Такая ситуация диктует необходимость планомерного увеличения объемов производства зерна этой культуры, отметил он. По словам докладчика, расширение посевов проса возможно и за счет работы отечественных селекционеров, которые создают сорта, адаптированные к различным климатическим условиям. Например, за последние пять лет Государственный реестр селекционных достижений пополнился 11 сортами, а в этом году — еще 4. В качестве основных центров российской селекции проса спикер выделил ФГБНУ ФНЦ ЗБК и ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока». Ученый сообщил, что на территории нашей страны распространены два вида проса — обыкновенное и головчатое. Они относятся к разным родам, отлича-

строением соцветия (у обыкновенного соцветия — метелка, а у головчатого — колосовидная метелка).

Согласно презентации спикера, просо обыкновенное подразделяется на пять подвидов:

- раскидистое — метелка длинная, прямая, очень рыхлая, все веточки сильно отклонены, подушечки имеются на каждой веточке;
- развесистое — метелка длинная, прямая или слабоизогнутая, рыхлая, отклонены только нижние веточки, подушечки лишь на нижних веточках;
- сжатое или пониклое — метелка длинная, изогнутая, рыхлая, нижние веточки отклонены, верхние прижаты, подушечек нет или слабо выражены;
- овальное или полукомовое — метелка короткая, прямая или слабоизогнутая, среднерыхлая, нижние веточки отклонены, верхние прижаты, подушечки слабо выражены и имеются только на нижних веточках;
- комовое — метелка короткая, прямая, плотная, все веточки прижаты, подушечек нет.

«Существует связь между строением метелки проса и его свойствами. Так, раскидистое просо менее теплолюбиво, не засухоустойчивое, более скороспелое, менее требовательное к почвам. Оно дальше других подвидов продвигается на север, его зерно более мелкое и с меньшим выходом крупы. Сжатое просо более теплолюбивое и засухоустойчивое, оно отличается мощностью развития, крупным зерном и высоким выходом крупы. Головчатое просо подразделяется на два подвида — чумиза (метелка длинная, явно лопастная) и могар (метелка цилиндрическая, неясно лопастная)», — пояснил эксперт. В нашей стране пшено занимает одну из лидирующих позиций среди остальных групп по питательной ценности, вкусовым качествам, содержанию витаминов, минеральных солей и органических кислот, отметил он. Таким образом, в России просо имеет значительный потенциал выращивания, подытожил спикер.

Ю.Г. Седова

ПРОИЗВОДСТВО СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ В РОССИИ: ИТОГИ И ПРОГНОЗЫ

Ведущие эксперты обсудили положение дел в отечественном сельхозмашиностроении и планы развития отрасли в рамках X Российского агротехнического форума, прошедшего под председательством президента ассоциации «Росспецмаш» Константина Бабкина 3 октября в Москве.

Российское сельхозмашиностроение, несмотря на сложные геополитические условия, продолжает успешное развитие, — рынок сельхозтехники по итогам восьми месяцев 2023 года, по сравнению с аналогичными периодами двух предшествующих годов, в денежном выражении вырос на 41%, сообщил глава ассоциации «Росспецмаш» Константин Бабкин. При этом российское производство выросло на 24%, что меньше темпов роста рынка, — в результате доля отечественных производителей на российском рынке снизилась до 53,2%, а импорт сельхозтехники в РФ увеличился на 63%, уточнил он. «В 2023 году два сегмента демонстрируют рост — это зерно- и кормоуборочные комбайны, все остальное российское производство демонстрирует движение вниз», — сказал спикер.

Среди факторов, негативно влияющих на развитие отрасли, Константин Бабкин выделил низкий уровень таможенно-тарифной защиты внутреннего рынка (российский рынок, по его словам, практически не защищен). «Пошлина — максимум пять процентов, по многим позициям — нулевая. Очень сильно растет импорт из Китая. Китайцы выпускают многие виды машин, специально разработанных под наш рынок. Раньше мы не видели крупных зерноуборочных комбайнов, крупных тракторов из Китая. Теперь мы их видим», — сказал он. Китайцы занимают в РФ ниши, оставленные западными поставщиками, резюмировал спикер. Также важным фактором является снижение поддержки сельхозмашиностроения — сокращение объема финансирования «Программы №1432», с 8 млрд руб. в 2022 году до 2 млрд руб. в 2023 году, что оборачивается негативными показателями, а именно сжатием доли рынка и снижением темпов модернизации, отметил он.

«Рассмотрим, как изменялся — в каких сегментах — импорт сельскохозяйственной техники за период с января по август 2023 года, по сравнению с аналогичными показателями 2022 года. По комбайнам — плюс 69%, это огромная сумма. Импорт из Китая вырос в 5,7 раза! По тракторам — плюс 40% (импорт из Китая вырос на 80%)», — сказал глава «Росспецмаша». При этом давление извне подкрепляется давлением снизу: издержки российских производителей растут, причем практически по всем показателям наблюдается двузначный рост, уточнил он. «Производство энергонасыщенных тракторов, пока действовала «Программа 1432», всегда шло вверх, а сейчас объемы их производства упали, — сказал спикер. — Тем не менее, в этих непростых условиях отрасль демонстрирует жизнеспособность, веру в будущее и в огромный потенциал нашего сельского хозяйства». Российские заводы вкладываются

в строительство новых площадок, в производство новых компонентов, крупных узлов, отметил он.

Константин Бабкин сделал акцент на вопросах компьютеризации отрасли, производства и проектирования сельскохозяйственной техники, отметив необходимость стандартизации всех информационных потоков. «Все предприятия, вся техника должны разговаривать на одном языке», — сказал он.

По мнению спикера, для увеличения российского производства следует принять ряд мер на государственном уровне. В частности, необходимо предприятиям промышленности и сельского хозяйства предоставлять кредиты со ставкой 0% — 1%, не ограничивать доступ продукции АПК к зарубежным рынкам сбыта, увеличить объем ее льготных перевозок, в первую очередь, железнодорожным транспортом, и гарантировать минимальные цены на сельхозпродукцию для производителей на внутреннем рынке. Помимо этого, необходимо средства федерального бюджета направлять на приобретение российской сельхозтехники (или не имеющей российских аналогов), обеспечив ее закупку аграриями в приоритетном порядке, в рамках региональных программ. Кроме того, следует распространить льготы по страховым взносам и налогам для IT-компаний и на производителей специализированной техники, а также — в полном объеме финансировать «Программу №1432», заключил глава «Росспецмаша».

Возможность докапитализации «Программы №1432» по субсидированию производства сельскохозяйственной техники обсуждается федеральными ведомствами — Минфином и Минпромторгом, сообщила директор департамента сельскохозяйственного, пищевого и строительно-дорожного машиностроения Министерства промышленности и торговли РФ Мария Елкина. В 2023 году на финансирование данной программы было предусмотрено 2 млрд руб., уточнила она. «Затем мы добавили на реализацию плана по тракторам еще 3,2 миллиарда рублей, а сейчас работаем с Минфином по возможной докапитализации этой программы до конца года», — сказала представитель Минпромторга. Она напомнила, что, кроме «Программы №1432», в РФ действуют и другие меры господдержки, в частности льготный лизинг. «Пока производители сельхозтехники не слишком активно участвуют в данном механизме. Возможно, им стоит посмотреть еще на этот механизм поддержки, по которому предоставляется скидка от 10 до 15 процентов при уплате авансового платежа по договорам лизинга», — сказала она. Усилить отрасль также позволят техрегулирование, разработка новой техники и кооперация производителей компонентов, отметила спикер.

Ю.Г. Седова



ЗДОРОВАЯ КОРОВА — РЕНТАБЕЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО: ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ И ПРОФИЛАКТИКА ОСЛОЖНЕНИЙ ОТЕЛА

Прибыль молочной фермы напрямую зависит от объема производимого молока. Поддержание и рост лактации без отела невозможны, поэтому от правильного течения этого процесса зависит будущая рентабельность предприятия.

Отел — это особо важный этап в жизни коровы, который должен пройти благополучно для успешного старта новой лактации. Готовиться к отелу следует задолго до его начала, обеспечивая оптимальный уровень кормления и комфорта коров в период стельности. После подготовки в сухостойном периоде основное внимание уделяется спокойному течению отела и послеродовой фазы, а также своевременному выявлению осложнений. Благополучный отел гарантирует высокий потенциал продуктивности молочной коровы.

Часто коровы теряют аппетит и отказываются от кормов задолго до начала первых потуг. **Именно поэтому сразу после отела важно** быстро восстановить затраченные энергетические ресурсы организма коровы для запуска рубца и обменных процессов, заполнить объем, ранее занимаемый теленком в брюшной полости, для профилактики смещения сычуга и механического сокращения матки.

Эти задачи легко решаются выпойкой или дренчеванием **специальных энергетических коктейлей**.

Первая выпойка коровы имеет несколько преимуществ. С одной стороны, корова получает **важные электролиты и быструю энергию** через соединения сахаров, которые стабилизируют обмен веществ, с другой — большое количество теплой воды помогает **«разбудить» содержимое рубца**. Только при прохождении пассажей без нарушений можно достичь высоких уровней потребления корма в последующие дни и снизить риск смещения сычуга.

Для быстрого восстановления энергетического тонуса животных и профилактики послеродовых осложнений российские производители предлагают уникальные рецептуры коктейлей в форме водорастворимых порошков.

1. Фелуцен К1-2. Энергетический коктейль для новотельных коров (с высоким содержанием сахара). Имеет приятный вкус за счет высокого содержания сахаров, поэтому коровы охотно выпивают его самостоятельно. Состав коктейля позволяет проводить профилактику и симптоматическое лечение таких заболеваний по-

слеродового периода, как *кетоз, послеродовой парез, эклампсия, задержание последа*. Подходит для применения в хозяйствах с частотой родильных парезов в стаде *не более 7%*. Индивидуальная упаковка и способ дачи коктейля обеспечивают легкость его применения на ферме любого статуса.

2. Фелуцен К1-2. Энергетический коктейль «Энерго-Старт» для новотельных коров (усиленный кальцием) (литера 4306). Подходит для выпойки новотельных коров, если родильный парез в стаде *свыше 7,5%*, а также при молочной продуктивности коров *более 8000 л* за лактацию. Рекомендован для профилактики *гипокальциемии*. Рецепт усилен *легкодоступным кальцием*. Поскольку источники кальция придают коктейлю горьковатый вкус, рекомендуем вводить его коровам через зонд или дренчер для гарантированного результата. Ветеринарные специалисты могут больше не прибегать к использованию капельниц с препаратами кальция, а профилактировать и лечить послеродовой парез с наименьшим стрессом для коров и трудозатратами.

3. Фелуцен К 1-2. Стимулирующий энергетический коктейль для новотельных коров (с добавлением живых дрожжей) (литера 4464). Используется для профилактики *атонии рубца после тяжелых отелов*. Раствор коктейля быстро восстанавливает *энергетический баланс организма, стимулирует жвачку, помогает запустить рубец, профилактировать ацидозы*. Живые дрожжи, углеводы и сахара помогают создать условия для развития полезной микрофлоры рубца и обеспечить высокую молокоотдачу на раздое. Выпойка коктейля сразу после отела способствует ускорению инволюции половых органов и плодотворному осеменению животных в дальнейшем периоде.

Опыт показывает, что однократная выпойка коктейлей позволяет сократить уровень послеродовых осложнений и заметно снизить расходы на лечение таких опасных последствий, как задержание последа (на 15%), эндометрит (на 23%), смещение сычуга (на 90%), родильный парез (на 15%).



Наши эксперты всегда готовы помочь вашему предприятию разработать индивидуальную систему профилактики послеродовых осложнений, специально адаптированную к вашим условиям.

Телефон горячей линии
8 (800) 3-200-888
(бесплатно)
prok.ru
agrovit87.ru

Не права рекламы

СОБЫТИЯ ОТРАСЛИ, ТRENDS, NOVELTIES

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО В ДФО РАСТЕТ ОПЕРЕЖАЮЩИМИ ТЕМПАМИ

В ходе круглого стола «Агро- и биотехнологии: как накормить 8 миллиардов человек?» состоялось обсуждение актуальных вопросов реализации потенциала дальневосточного АПК и вклада ДФО в обеспечение глобальной продовольственной безопасности. А также — готовности инфраструктуры дальневосточных регионов России к увеличению объемов производства и экспорта сельхозпродукции. Мероприятие прошло 11 сентября в рамках деловой программы ВЭФ-2023.

Заместитель министра РФ по развитию Дальнего Востока и Арктики Анатолий Бобраков сообщил, что производство сельхозпродукции на Дальнем Востоке растет двузначными цифрами. Он уточнил, что с мерами поддержки, характерными для Дальнего Востока, — преференциями территорий опережающего развития, свободного порта Владивосток, — на сегодняшний день реализуется 160 проектов в области сельского хозяйства и пищевой промышленности, общий объем инвестиций составляет более 200 млрд руб., создано и создается более 20 тыс. рабочих мест. «В 2022 году мы запустили такую меру поддержки как компенсация затрат на создание тепличных хозяйств», — сказал замминистра. По его словам, такую помощь уже получил проект в Магаданской области, а в ближайшее время получит проект на Сахалине. В текущем году в ДФО стартовала новая мера поддержки — возмещение затрат при создании семеноводческих заводов, направленная на обеспечение безопасности в области семеноводства, сообщил Анатолий Бобраков. Он сделал акцент на необходимости увеличения мощностей по переработке сои, напомнив, что сегодня именно она составляет 60% формирования рынка альтернативного белка. Инвесторы видят в этом возможности создания новых перерабатывающих мощностей, строительства заводов, в том числе с использованием дальневосточных мер государственной поддержки, отметил замглавы Минвостокразвития России. «Тренд на экспорт сырья мы переломим, — сказал он. — Все предпосылки для этого есть».

На сегодняшний день Дальний Восток обладает значительным заделом для дальнейшего наращивания объемов производства и переработки всех видов сельхозпродукции, отметил директор департамента международного сотрудничества и развития экспорта продукции

АПК Минсельхоза России Максим Маркович. По его данным, за прошедшие семь месяцев 2023 года экспорт сельхозпродукции вырос на 43% и превысил 6 млрд долларов. Такой динамике способствует развитие АПК российского Дальнего Востока, отметил он. «Экспорт с Дальневосточного федерального округа в этом году составил 2,9 миллиарда долларов, но, конечно, потенциал Дальнего Востока далеко не исчерпан, — регион может быть не только логистическим хабом для поставок нашей продукции в страны АТР, но и определенной производственной базой для развития сельхозэкспорта», — пояснил спикер.

Экспорт для многих отраслей сельского хозяйства России является парадигмой развития, отметил модератор круглого стола Артем Белов, генеральный директор Национального союза производителей молока (Союзмолоко). «Мы обеспечиваем себя по всем основным группам продовольствия (и даже по молоку — вместе с белорусами). Здесь государство прилагает достаточно большое количество усилий с точки зрения развития механизмов господдержки», — сказал он.

Председатель Комитета Государственной Думы по развитию Дальнего Востока и Арктики Николай Харионов сообщил, что за последнее время были приняты значительные меры в развитии сельского хозяйства нашей страны, в том числе такие специальные для Дальнего Востока как повышающие коэффициенты по льготным кредитам, субсидиям, поддержка производителей молока. «В июне этого года мы приняли федеральный закон, который позволяет малым предприятиям сельского хозяйства на Дальнем Востоке возместить 80% страховой премии в случае чрезвычайной ситуации природного характера», — сказал он. Глава Комитета Госдумы заострил внимание на необходимости разработки специальной программы развития агропромышленного комплекса ДФО. Он отметил, что необходимо принять дополнительные меры поддержки сельского хозяйства в регионе, включающие, в частности, увеличение срока кредитования сельскохозяйственных товаропроизводителей и введение нового вида господдержки на проектирование, строительство и обустройство оптово-распределительных центров сельхозпродуктов для субъектов Дальнего Востока.

Ю.Г. Седова





КОМПЛЕКСНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ОГАУ «ИКЦ АПК» СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Успешное развитие агропромышленного комплекса Белгородской области, повышение его конкурентоспособности, обновление научно-технического и кадрового потенциала отрасли невозможны без соответствующего информационного обеспечения.

Центр компетенций ОГАУ «ИКЦ АПК» оказывает информационную поддержку органов власти, перерабатывающих предприятий, сельхозтоваропроизводителей Белгородской области, выпуская информационно-аналитический еженедельник «**Информационный бюллетень**» с широким обзором актуальных новостей АПК Белгородской области и России, инновационных и научных исследований, инновационного управленческого опыта применения бережливых технологий, способствующих повышению уровня профессиональной компетентности специалистов предприятий агропромышленного сектора аналитики и статистики. Издание способствует информационному обеспечению о существующих мерах поддержки сельскохозяйственных кооперативов, применяемые в субъекте Российской Федерации, распространению передового опыта ведущих сельскохозяйственных кооперативов Белгородской области. Журнал «**Белгородский агромир**» – журнал об эффективном сельском хозяйстве, главной задачей которого является оперативное обеспечение предприятий АПК Белгородской области научно-практической информацией, способствующей повышению эффективности их деятельности.

Подробную информацию об информационно-абонентском обслуживании можно получить на официальном сайте ОГАУ «ИКЦ АПК»: <http://ikc.belapk.ru/services/infanalic/bulletin/>

Помимо этого, Центр компетенций АПК ОГАУ «ИКЦ АПК»

- **разрабатывает бизнес-планы по инновационным и инвестиционным проектам** в сельском хозяйстве, а также сопровождает заявителей на получение поддержки;

- **разрабатывает проекты по направлению садоводство**;

- **проводит маркетинговые и аналитические исследования** по приоритетным направлениям АПК;

- **организует практические семинары** и мероприятия по актуальным направлениям АПК;

- **проводит образовательные программы ДПО и обучающие семинары для субъектов МСП**;

- **обеспечивает полное информационное сопровождение сертификации** сельхозтоваропроизводителей Белгородской области, желающих заниматься органическим производством, в рамках законодательства РФ (по ГОСТ 33980-2016).

О сертификации органического производства по ГОСТ 33980-2016 в Роскачестве:

<https://roskachestvo.gov.ru/organic/>



Продолжается приём заявок на сертификацию сельхозтоваропроизводителей Белгородской области по региональным эко и органик Стандартам.

Сельхозтоваропроизводители, успешно прошедшие региональную процедуру соответствия, являются более подготовленными для сертификации по межгосударственному стандарту (ГОСТ). Подробнее о сертификации на официальном сайте ОГАУ «ИКЦ АПК»:

<http://ikc.belapk.ru/competencii/cko/>.

На базе ОГАУ «ИКЦ АПК» работает представительство Союза органического земледелия. Представительство Союза – эффективная коммуникационная площадка для лоббирования и продвижения общих интересов. Рекомендуем всем органикам вступить в Союз единомышленников:

<https://soz.bio/vstupit-v-soyuz-organicheskogo-zemled/>

СОЮЗ
ОРГАНИЧЕСКОГО
ЗЕМЛЕДЕЛИЯ



БУДЬ В КУРСЕ

Аграрные новости в современных условиях – важная составляющая хозяйственной жизни страны



Если Вы хотите видеть всю важнейшую информацию о развитии агропромышленного комплекса России и Белгородской области, проблемах сельскохозяйственного производства, новых задачах и достижениях, из множества источников в одном месте – ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ на:



Telegram: <https://t.me/ogauikcapk>

ВКонтакте: <https://vk.com/ikc.belapk>

Одноклассники: <https://ok.ru/ikc.belapk>



Сайт: <http://ikc.belapk.ru> Эл. почта: ikc@belapk.ru Тел.: +7 (4722) 247-624, 247-650. Факс: 323-171

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИЭНЗИМНЫХ КОМПЛЕКСОВ В КОРМЛЕНИИ ПОРОСЯТ

Выращивание поросят-отъемышей, особенно при раннем отъеме, — один из сложных и важных элементов технологического процесса производства свинины. У поросят-отъемышей не развиты органы и системы организма, что делает их более восприимчивыми к антипитательным факторам корма и воздействию внешней среды.

В период после отъема поросята постепенно переходят от потребления кормов с содержанием большого количества молочных продуктов к потреблению более грубых кормов — растительных. Послеотъемный стресс вызывает снижение и без того недостаточной выработки желудочного сока и собственных ферментов в желудочно-кишечном тракте на протяжении нескольких последующих дней. Изменение набора ферментов в организме приводит к ухудшению усвоения крахмала и протеина, что впоследствии провоцирует рост патогенных микробов. Случается, что кишечная палочка размножается в тонком отделе кишечника и желудке.

Задача любого технолога — составить максимально питательный, полезный и привлекательный для поросят рацион. При этом необходимо учитывать изменения в их организме и компенсировать недостаток ферментов, который особенно заметен в послеотъемный период.

Сегодня в кормлении поросят чаще всего используют фитазу и ферменты, расщепляющие некрахмалистые полисахариды (НПС). Для каждой группы НПС специфична своя группа ферментов (рис. 1).

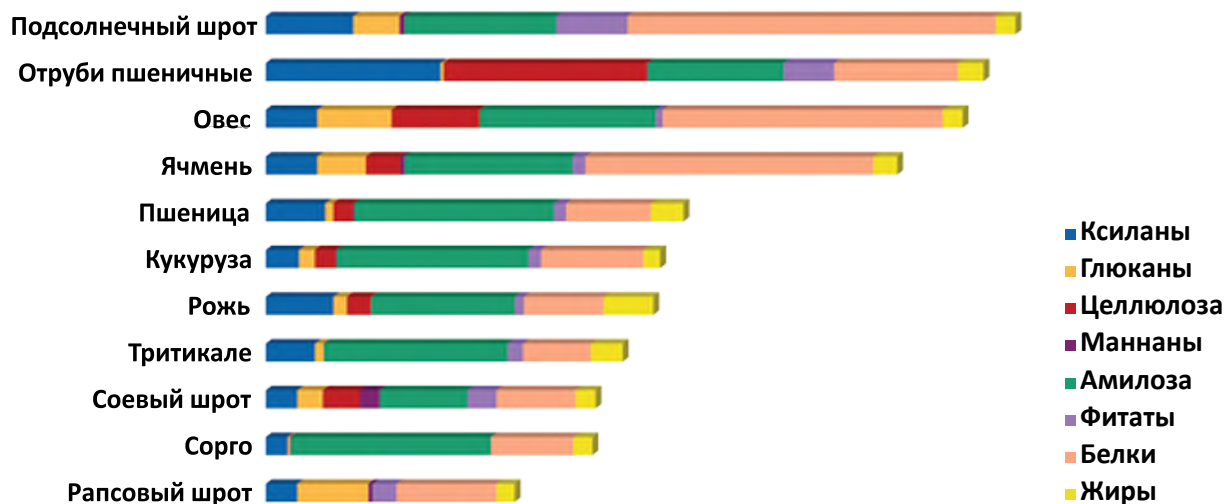
В отдельных ингредиентах кормов содержание НПС превышает 20%, а в зерновых кормах их уровень колеблется от 5 до 13% (рис. 2). Спектр ферментов в пищеварительном тракте свиней ограничен, поэтому НПС в нем не усваиваются и проходят транзитом.

Ключевую роль на этапе доразщипывания играют и другие ферменты, которые не вырабатываются в организме поросят или вырабатываются в недостаточном количестве. К ним относятся протеаза и липаза, а также амилаза.

Основной источник энергии в кормах для поросят-отъемышей — крахмал, довольно трудно усвояемый на этом этапе выращивания. Крахмал обычно содержится в корме в форме комплексных структур, что осложняет его переваривание. Поэтому в течение всего послеотъемного периода до начала оптимальной секреции соляной кислоты и собственных энзимов поросятам нужно получать в составе рациона ферменты, значительное количество которых попадает в толстый кишечник, провоцирует расстройства пищеварения и вызывает диарею. В качестве действенного средства для решения этой проблемы зарекомендовали себя мультиэнзимные комплексы с амилазой. Специалисты компании «Фидлэнд Групп» совместно с китайской биотехнологической корпорацией, одним из крупнейших мировых производителей ферментов VLAND BIOTECH GROUP, создали мультиэнзимный комплекс для поросят Мегабленд Piglets, в состав которого входят ферменты, полностью компенсирующие недостаток собственных в пищеварительном тракте животных.

По достижении поросятами двухмесячного возраста от использования амилазы, протеазы и липазы можно отказаться, так как организм поросят начнет вырабатывать их в достаточном количестве, но до этого вышеуказанные ферменты вводить в корм обязательно. Для решения проблем, связанных с НПС (целлюлоза, ксиланы, бета-глюканы и пр.), в состав мультиэнзимного комплекса входят такие ферменты, как ксиланаза, глюканаза и целлюлаза. Это позволяет увеличить питательный потенциал кормов.

Рис. 1. Взаимодействие ферментов с веществами корма





Наряду с НПС-ферментами в комплекс входит фитаза — фермент, который необходимо включать в корма на протяжении всего жизненного цикла животных. Стандартный рацион содержит около 10 г фитиновой кислоты на 1 кг корма. До 60% этого вещества может быть гидролизировано с помощью фитазы. Таким образом, усвояемость фосфора может улучшиться на 0,17%

в зависимости от концентрации в рационе фитата, его источника и возраста животного. Положительный эффект использования фитазы в рационе свиней был отмечен в многочисленных публикациях в рецензируемых изданиях.

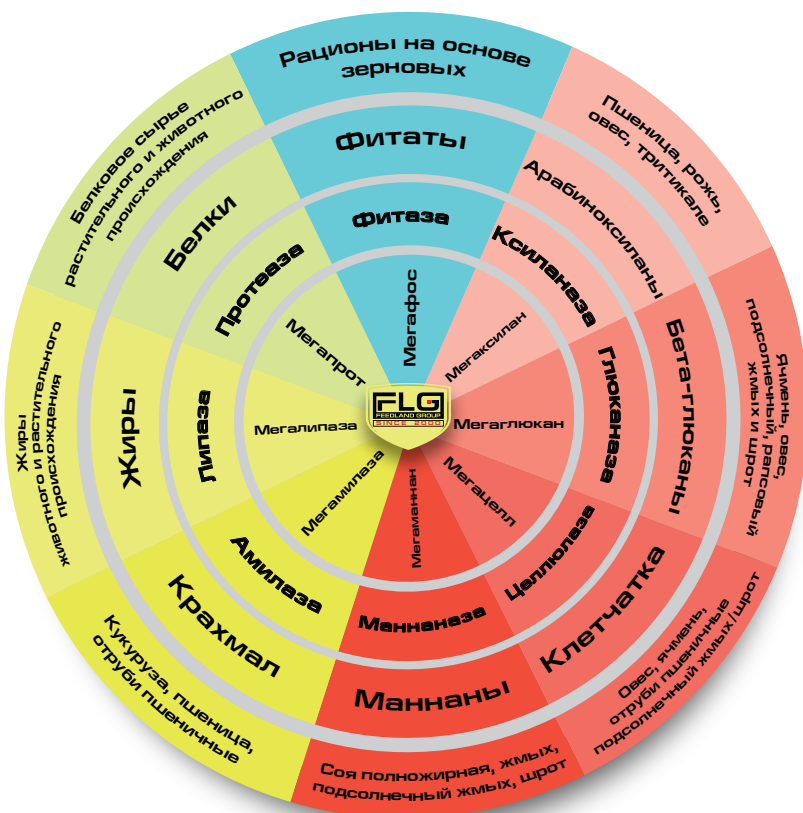
Введение в рацион свиней мультиэнзимного комплекса способствует улучшению целого ряда производственных и экономических показателей. Продукт способствует активному расщеплению трудноперевариваемых соединений. При применении ферментов организм животных извлекает максимальное количество питательных веществ и энергии из рациона, повышается усвояемость аминокислот. В результате снижаются затраты корма на прирост живой массы, возрастает продуктивность, уменьшаются число случаев кишечных заболеваний и потребность в соответствующем лечении поросят.

Оптимальное решение с точки зрения экономической и производственной эффективности — применение мультиэнзимных препаратов, разработанных под конкретную сырьевую базу, либо отдельных ферментов с учетом особенностей основного сырья, используемого в хозяйстве при кормопроизводстве.

Специальный мультиэнзимный комплекс для поросят Мегабленд Piglets содержит ферменты, полностью компенсирующие недостаток собственных в пищеварительном тракте животных.

Технический специалист Сергей Щербинин, маркетолог ООО «Фидлэнд Групп» Татьяна Бизюк

Рис. 2. Содержание субстратов в ингредиентах корма



На правах рекламы

СОБЫТИЯ ОТРАСЛИ, ТRENDS, NOVELTIES

ВСЕРОССИЙСКИЙ АГРОФОРУМ «КУЗБАСС-АГРО» ПРОШЕЛ В КУЗБАССКОЙ ГСХА

18 по 19 августа 2023 года в Кузбасской государственной сельскохозяйственной академии состоялось важное мероприятие. В академии встретились 300 лучших студентов аграрных вузов из 45 регионов Российской Федерации: молодые специалисты аграрного сектора, победители Всероссийского конкурса «Агролидеры России — 2022», победители Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых аграрных образовательных и научных организаций России, а также представители ведущих предприятий АПК страны.

Основная идея форума «Кузбасс-Агро» — объединить на одной коммуникационной площадке специалистов, заинтересованных в развитии сельского хозяйства, обмене опытом, представлении своих проектов и получении обратной связи от экспертов.

Деловую программу форума открыла пленарная дискуссия «Технологический суверенитет в АПК». Участники дискуссии выступили с докладами и обсудили прогнозы развития АПК России и Кузбасса.

Состоялся показ видеоролика о текущем состоянии сельского хозяйства Кузбасса «Всё начинается с земли, на которой люди умеют трудиться». Затем выступил заместитель председателя Правительства Кузбасса по агропромышленному комплексу и развитию сельских территорий Денис Ильин. Он представил векторы стратегического преобразования агропромышленного комплекса Кузбасса.

На пленарном заседании были подняты актуальные вопросы развития агротуризма, его влияния на смежные отрасли. Доцент, кандидат экономических наук, доцент кафедры связей с общественностью и речевой коммуникации и туризма ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева Людмила Евграфова привела

статистику, описала преимущества и основные проблемы развития агротуризма в разных регионах РФ.

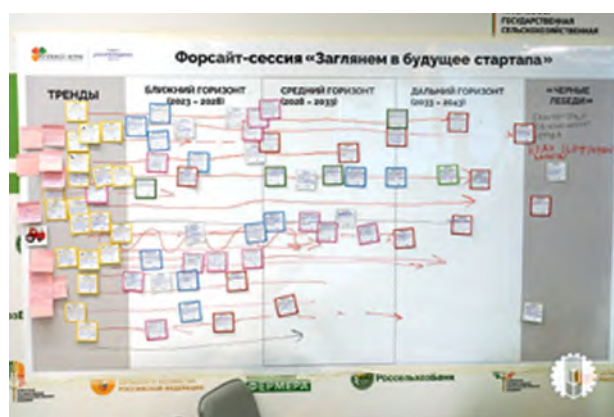
Заместитель генерального директора по персоналу ООО «МТФ Родная Земля» Ольга Лученко подняла вопрос о бесперебойности работы бизнес-процессов и подготовке кадров для аграрной отрасли.

Директор Agrotech Hub фонда «Сколково» Наталья Чернышева высказала аргументированное мнение о приоритетных направлениях и мерах по обеспечению технологического суверенитета в АПК, подчеркнула, что технологический суверенитет должен решать простые задачи: обеспечивать безопасность, получать энергию и продовольственную независимость.

Ректор Кузбасской ГСХА Екатерина Ижмулкина рассказала, какое внимание уделяется в академии развитию предпринимательских компетенций студентов и помощи в развитии их собственного бизнеса.

После пленарного заседания участники форума распределились по трем трекам: предпринимательство, наука и агротуризм.

На двухдневной форсайт-сессии «Заглянем в будущее старта» участники предпринимательского трека работали над созданием дорожной карты развития





своего проекта в перспективе до 2040 года и моделями создания бизнеса будущего, основанного на инновационной идее.

Участники научного трека на двухдневном интенсиве «Современные технологии анализа экспериментальных данных в сфере АПК» учились выбирать подходящие статистические методы для анализа, визуализировать сложные данные с использованием дашбордов, применять статистические методы для анализа данных в сельском хозяйстве.

Трек «Агротуризм» позволил участникам вместе с опытными экспертами за два дня работы детально проработать туры для своего региона — от идеи до финансовой модели, выстроить перспективы развития и привлечения определенной целевой аудитории. У студентов, подавших заявки на этот трек, была возможность посетить агротур по Кузбассу, познакомиться с уникальной природой и побывать на успешных предприятиях АПК, на молочной ферме, в рыбном хозяйстве, на пасеке, попробовать варенье и цукаты из сосновых шишек, погрузиться в культуру этнических народностей Кемеровской области.

По итогам работы эксперты выбрали лучшие работы в каждом направлении и наметили перспективы развития аграрной отрасли.

Не менее продуктивная работа проходила в лектории для 1500 онлайн-участников форума. Ребята вместе с ведущими российскими спикерами анализировали технологические тренды отрасли, разбирали успешные

бизнес-кейсы кузбасских фермеров, знакомились с амбассадорами платформы «Я в Агро», обсуждали вопросы популяризации сельского хозяйства для молодежи.

Программа агрофорума была насыщенной и яркой, за несколько дней ребята смогли многому научиться. Талантливые, инициативные и целеустремленные участники заглянули в будущее своего стартапа, разработали агротуры, научились анализировать большие данные для исследований.

Всероссийский агрофорум «КуЗбасс-Агро» объединил аграрные университеты России, разработал новые проекты и открыл потенциал многих студентов.

Академия выражает благодарность руководителям аграрных предприятий, благодаря помощи которых в Кузбасс смогли приехать студенты из Херсонского аграрного государственного университета, Луганского аграрного государственного университета им. К.Е. Ворошилова, Донбасской аграрной академии, Курского государственного аграрного университета им.И.И. Иванова, Воронежского аграрного университета им. императора Петра I и Белгородского государственного аграрного университета им. В. Я. Горина.

Мероприятие прошло при поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, Министерства сельского хозяйства Кузбасса, Кузбасской государственной сельскохозяйственной академии, АО «Россельхозбанка», платформы «Я в Агро», ФГАИС «Росмолодежь», НКО «АВЦ».



На правах рекламы

СОБЫТИЯ ОТРАСЛИ, ТРЕНДЫ, НОВИНКИ

И.В. Ржепаковский¹
Л.Д. Тимченко¹
С.И. Писков¹
С.С. Аванесян¹
М.Н. Сизоненко¹
М.Ш. Шахбанов¹
А.А. Нагдалян¹ ✉
М.Б. Ребезов^{2,3}

¹ Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия

² Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

³ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ anagdalian@ncfu.ru

Поступила в редакцию:
23.06.2023

Одобрена после рецензирования:
15.09.2023

Принята к публикации:
29.09.2023

Igor V. Rzhepakovsky¹
Lyudmila D. Timchenko¹
Sergey I. Piskov¹
Svetlana S. Avanesyan¹
Marina N. Sizonenko¹
Magomed Sh. Shakhbanov¹
Andrey A. Nagdalian¹ ✉
Maksim B. Rebezov^{2,3}

¹ North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

² V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

³ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

✉ anagdalian@ncfu.ru

Received by the editorial office:
23.06.2023

Accepted in revised:
15.09.2023

Accepted for publication:
28.09.2023

Трехмерная рентгеновская микротомография сердца куриного эмбриона в раннем периоде эмбриогенеза

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Модель куриного эмбриона идеально подходит для изучения развития сердца, являющегося первым функционирующим органом в эмбриогенезе. Особое внимание привлекает зародышевый период, когда эмбриональное сердце одновременно и функционирует, и формируется, а небольшие отклонения в этом процессе могут привести к аномалиям развития. Текущее отсутствие результатов точных измерений отдельных структур сердца куриного эмбриона требует проведения качественной визуализации, сложность проведения которой определяется динамическими изменениями в морфологии сердца, маленькими размерами и сложными пространственными деталями органа. Незаменимыми инструментами в этом аспекте выступают методы трехмерной визуализации, среди которых особые преимущества имеет рентгеновская микротомография.

Методы. Сканирование эмбрионов (4–8-е сутки, эмбриональные стадии — HH22–HH34) проводилось с использованием рентгеновского микротомографа высокого разрешения Skyscan 1176. В качестве контраста использовался 1%-ный раствор фосфорно-вольфрамовой кислоты. Пост-обработка, реконструирование, визуализация 3D-изображений, морфометрия и оценка рентгеноплотности осуществлялись с помощью программных пакетов DataViewer (1.5.6.2), CTvox (3.3.0r1403), CT-analyser (1.18.4.0).

Результаты. Полученные результаты складываются из трех компонентов: 1) общая трехмерная рентгеновская микротомографическая визуализация куриных зародышей на ранних стадиях эмбриогенеза с обозначением внутренних органов, позволяющая определить правильность расположения сердца; 2) микротомография сердца с обозначением основных структур; 3) морфометрические параметры зародыша, сердца и их рентгенплотность в единицах шкалы Хаунсфилда (HU).

Использованный методический подход показал высокую эффективность. При увеличении линейных размеров куриного зародыша и внутренних органов, в том числе сердца сохраняется высокий уровень как общей рентгенконтрастности так и диффконтрастности. На всех изученных стадиях зародышевого периода эмбриогенеза (4–8-е сутки; HH22–HH34) выявлены основные визуальные и количественные характеристики морфогенеза сердца.

Ключевые слова: куриный эмбрион, сердце, зародышевый период эмбриогенеза, рентгеновская микротомография, трехмерная визуализация

Для цитирования: Ржепаковский И.В. и др. Трехмерная рентгеновская микротомография сердца куриного эмбриона в раннем периоде эмбриогенеза. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 24–29. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-24-29>

© Ржепаковский И.В., Тимченко Л.Д., Писков С.И., Аванесян С.С., Сизоненко М.Н., Шахбанов М.Ш., Нагдалян А.А., Ребезов М.Б.

Three-dimensional X-ray microtomography of the heart of a chick embryo in the early period of embryogenesis

ABSTRACT

Relevance. The chicken embryo model is ideal for studying the development of the heart, which is the first functioning organ in embryogenesis. Particular attention is drawn to the embryonic period, when the embryonic heart is both functioning and forming, and small deviations in this process can lead to developmental anomalies. The current lack of results of accurate measurements of the morphology of the heart of a chicken embryo requires high-quality visualization, the complexity of which is determined by dynamic changes in the morphology of the heart, small size and complex spatial details of the organ. Three-dimensional imaging methods are indispensable tools in this aspect, among which X-ray microtomography has special advantages

Methods. Embryo scanning (4–8 days, embryonic stages HH22–HH34) was performed using a high-resolution X-ray microtomograph Skyscan 1176. A 1% solution of phosphoric-tungstic acid was used as a contrast. Post-processing, reconstruction, visualization of 3D-images, morphometry and X-ray density assessment were carried out using software packages DataViewer (1.5.6.2), CTvox (3.3.0r1403), CT-analyser (1.18.4.0).

Results. The results obtained consist of three components: 1) general three-dimensional X-ray microtomographic visualization of chicken embryos in the early stages of embryogenesis with the designation of internal organs, allowing to determine the correct location of the heart; 2) microtomography of the heart with the designation of the main structures; 3) morphometric parameters of the embryo, heart and their X-ray density in units of the Hounsfield scale (HU).

The methodological approach used has shown high efficiency. With an increase in the linear size of the chicken embryo and internal organs, including the heart, a high level of both general X-ray contrast and diffraction remains. At all the studied stages of the embryonic period of embryogenesis (4–8 days; HH22–HH34), the main visual and quantitative characteristics of cardiac morphogenesis were revealed.

Key words: chicken embryo, heart, embryonic period of embryogenesis, X-ray microtomography, 3D-visualization

For citation: Rzhepakovsky I.V. et al. Three-dimensional X-ray microtomography of the heart of a chick embryo in the early period of embryogenesis. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 24–29 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-24-29>

© Rzhepakovsky I.V., Timchenko L.D., Piskov S.I., Avanesyan S.S., Sizonenko M.N., Shakhbanov M.Sh., Nagdalian A.A., Rebezov M.B.

Введение/Introduction

Современное птицеводство предоставило целый ряд важных решений в области здравоохранения и науки о жизни (в частности, за счет использования куриного эмбриона) [1–3]. Этот модельный организм идеально подходит для изучения раннего развития сердца, являющегося первым функционирующим органом, формирующимся в эмбриогенезе. Главным преимуществом куриного эмбриона в этом плане выступает внеутробное развитие в яйце, что обеспечивает легкий доступ для исследований сердца на всех стадиях эмбриогенеза [4]. Четырехкамерное сердце цыпленка, несмотря на некоторые отличия в формировании перегородок и ремоделировании дуги аорты, анатомически больше приближено к сердцу человека в сравнении с другими модельными системами, не относящимися к млекопитающим, в связи с чем куриный эмбрион как модель продолжает вызывать научный интерес и вносить существенный вклад в изучение морфологии развивающегося сердца [5, 6].

Особое внимание привлекает ранний период эмбриогенеза. На этом этапе развития сердце претерпевает сложный морфогенетический процесс, который представляет собой координацию многих событий, где небольшие отклонения могут привести к аномалиям развития и врожденным порокам сердца [7]. Эмбриональное сердце одновременно и функционирует, и формируется. Происходящие изменения в его морфологии весьма быстротечны, что вкупе с маленькими размерами и сложными пространственными деталями органа определяют главную проблему сложности их визуализации [8].

Текущее отсутствие доступных данных точных изменений отдельных структур сердца куриного эмбриона требует проведения качественной визуализации. Исследователи применяют и совершенствуют различные технические подходы с целью получения изображений развивающегося сердца с высоким разрешением [9]. Незаменимыми инструментами в этом аспекте выступают методы трехмерной визуализации, среди которых особый интерес вызывает метод рентгеновской микромографии (микроКТ). Это неразрушающий метод визуализации, преимуществами которого выступают скорость исследования, высокое разрешение, количественная оценка размера и морфологии тканей, возможность полнообъемной визуализации [10].

Авторы предлагают разработку методических принципов, а также создание набора пространственных и количественных микроКТ данных для оценки морфогенеза сердца куриного эмбриона раннего периода эмбриогенеза, где в цифровом виде представлены точные формы и топография структур, которые можно использовать для выявления тонких изменений в морфологии органа.

Цель работы — визуализационный и количественный анализ морфогенеза сердца куриного эмбриона на раннем этапе развития методом рентгеновской микроКТ.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Исследования проведены на базе межкафедральной научно-образовательной лаборатории экспериментальной иммуноморфологии, иммунопатологии и иммунобиотехнологии медико-биологического факультета Северо-Кавказского федерального университета (г. Ставрополь, Россия).

Для научно-исследовательской работы использовались оплодотворенные куриные яйца «Хайсекс Браун»,

приобретенные в ООО «Агротормсервис плюс» (станция Гиагинская, Республика Адыгея, Россия).

Яйца инкубировались до срока 4–8 суток (от HH22 до HH34) [11] при температуре 37,5 °C и 50% относительной влажности в цифровом инкубаторе Rcom Maru Deluxe Max 380 (AUTOELEX CO., LTD, Корея). На каждые сутки инкубации (согласно рекомендациям по гуманной эвтаназии) [12, 13] зародыши умерщвлялись путем воздействия CO₂ (70%) продолжительностью 20 минут.

Исследование было проведено в соответствии с Хельсинской декларацией и одобрено этическим комитетом Северо-Кавказского федерального университета (протокол от 3 августа 2023 года № 003).

Извлеченные зародыши фиксировали в 10%-ном забуференном растворе формалина 72 часа. Фиксированных в формалине зародышей промывали под проточной водой в течение 12 часов, обезжировали в сменных порциях этанола 30%-ного (2 часа), 50%-ного (2 часа), 70%-ного (12 часов), помещали в 1%-ный раствор фосфорно-вольфрамовой кислоты (ФВК) 1:20 (объем зародыша к объему раствора) и выдерживали при 40 °C в течение 24 часов (методика по результатам ранее проведенных исследований).

Пробирки с образцами зародышей в 70%-ном растворе этилового спирта были перенесены в микромограф Skyscan 1176 (Bruker, Бельгия) и закреплены на месте пенопластовыми направляющими. Сканирование выполняли путем поворота 11-мегапиксельной камеры (4000 × 2672 пикселей) на 180° (0,3°/шаг), усреднение трех изображений на шаг, в результате чего получали (8,87 мкм) изометрическое пространственное разрешение. Сгруппированные изображения (стеки изображений) были обработаны и реконструированы в наборы 3D-данных с использованием NRecon (версия 1.7.4.2, Bruker, Бельгия). Процесс занял около двух часов для каждой пробирки с образцом. Постобработка, выравнивание, ориентация в пространстве (x, y, z), отображение профилей рентгеноконтрастности и выделение отдельных областей реконструированных материалов проводились в программе DataViewer (1.5.6.2, Bruker, Бельгия). Визуализация 3D-изображений проводилась в программе CTvox (3.3.0r1403, Bruker, Бельгия). Морфометрия и оценка рентгеноплотности в единицах шкалы Хаунсфилда (HU) осуществлялись с помощью программного обеспечения CT-analyser (1.18.4.0, Bruker, Бельгия) по разработанным авторами методикам для различных тканей [14, 15].

Количественные данные обрабатывались с помощью программного пакета Biostat 4.03 (Россия) и представлялись в виде среднего арифметического ± стандартная ошибка среднего арифметического ($M \pm m$). Применялся однофакторный дисперсионный анализ. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Полученные результаты складывались из следующих компонентов:

- 1) общая 3D-картина микроКТ куриных зародышей на ранних стадиях эмбриогенеза с обозначением внутренних органов, позволяющая определить правильность расположения сердца (рис. 1);
- 2) микроКТ сердца с обозначением основных структур (рис. 2);
- 3) морфометрические параметры зародыша, сердца и их рентгеноплотность в единицах шкалы Хаунсфилда (HU) (табл. 1).

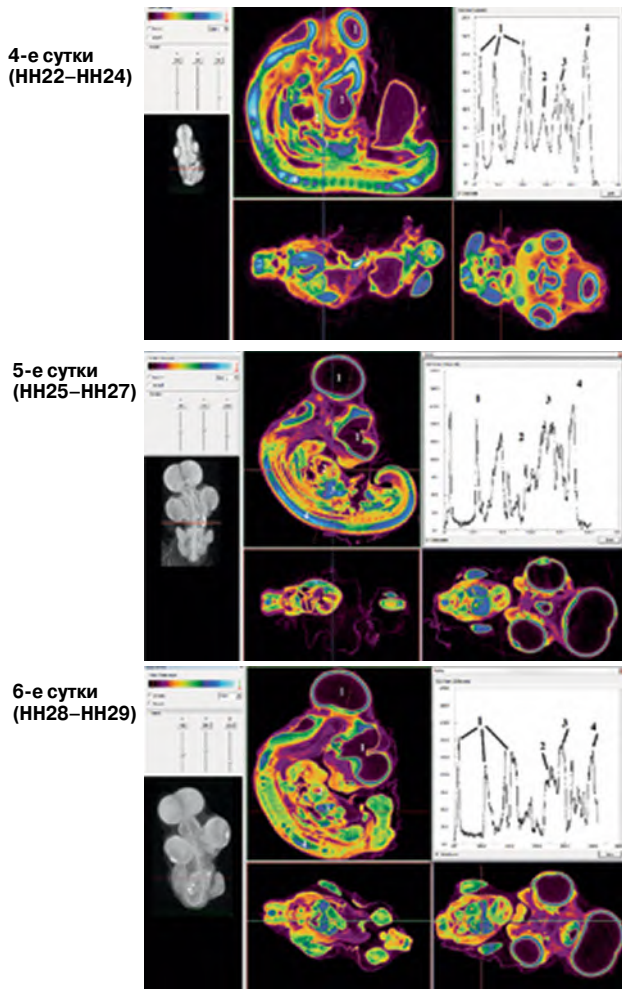


Рис. 1. Типичные изображения различных проекций куриных зародышей (4–8-е сутки, эмбриональные стадии — HH22–HH34), контрастно окрашенные 1%-ной ФВК. На изображениях куриных эмбрионов отмечены следующие органы: мозг — 1, сердце — 2, печень — 3, склеротом (позвоночник и нервный канал) — 4. Визуализация и отображение профилей рентгеноконтрастности различных структур — в программе DataViewer. Шкала распределения плотности в зависимости от цвета — в верхнем левом углу каждого изображения

Fig. 1. Typical images of various projections of chicken embryos (day 4–8, embryonic stages HH22–HH34), contrast-colored with 1% FVC. The following organs are marked on the images of chicken embryos: brain — 1, heart — 2, liver — 3, sclerotome (spine and nerve channel) — 4. Visualization and display of X-ray contrast profiles of various structures — in the DataViewer program. The density distribution scale depending on the color is in the upper left corner of each image

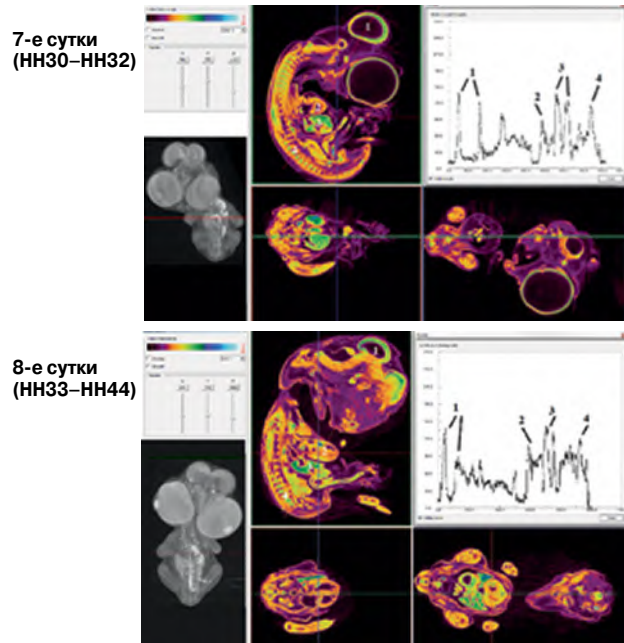


Рис. 2. Типичные изображения различных проекций области сердца куриных зародышей (4–8-е сутки, эмбриональные стадии — HH22–HH34), контрастно окрашенные 1%-ной ФВК. На изображениях отмечены следующие структуры сердца: Ж — желудочек (лат. *ventriculus*), ПЖ — правый желудочек (лат. *ventriculus dexter*), ЛЖ — левый желудочек (лат. *ventriculus sinister cordis*), ПП — правое предсердие (лат. *atrium dextrum*), ЛП — левое предсердие (лат. *atrium sinistrum*), ДА — дуга аорты (лат. *arcus aortae*), А — аорта (лат. *aorta*), ВС — венозный синус (лат. *sinus venosus*), ВП — венозный проток (лат. *ductus venosus*), НПВ — нижняя полая вена (лат. *vena cava inferior*), Л — легкие (лат. *pulmones*), Печ. — печень (греч. *hepar*), Жел. — желудок (греч. *gaster*). Визуализация структур — в программе DataViewer. Масштабная линейка — 1 мм

Fig. 2. Typical images of various projections of the heart region of chicken embryos (day 4–8, embryonic stages — HH22–HH34), contrast-colored with 1% FVC. The following structures of the heart are marked in the images: W — ventricle (Latin *ventriculus*), RV — right ventricle (Latin *ventriculus dexter*), LV — left ventricle (Latin *ventriculus sinister cordis*), PP — right atrium (Latin *atrium dextrum*), LP — left atrium (Latin *atrium sinistrum*), YES — aortic arch (Latin *arcus aortae*), A — aorta (Latin *aorta*), VS — venous sinus (Latin *sinus venosus*), VP — venous duct (Latin *ductus venosus*), NPV — inferior vena cava (Latin *vena cava inferior*), L — lungs (Latin *pulmones*), Liver — liver (Greek. *hepar*), Yellow — stomach (Greek. *gaster*). Visualization of structures — in the DataViewer program. Scale ruler — 1 mm

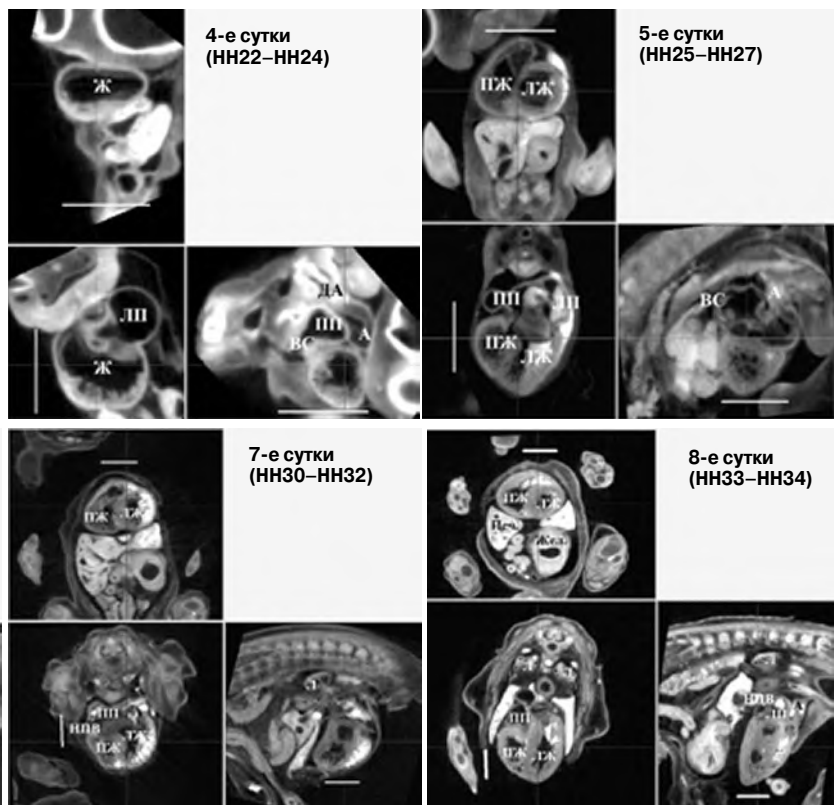


Таблица 1. Морфометрические данные и рентгеноплотность куриных зародышей (4–8-е сутки, эмбриональные стадии — НН22–НН34), контрастно окрашенных 1%-ной ФВК, $n = 5$, $M \pm m$

Table 1. Morphometric data and X-ray density of chicken embryos (day 4–8, embryonic stages — НН22–НН34), contrast-stained with 1% FVC, $n = 5$, $M \pm m$

Параметры	4-е сутки (НН22–НН24)	5-е сутки (НН25–НН27)	6-е сутки (НН28–НН29)	7-е сутки (НН30–НН32)	8-е сутки (НН33–НН35)
Длина зародыша, мм	4,0 ± 0,3 ^a	8,9 ± 0,24 ^b	10,1 ± 0,5 ^b	14,3 ± 0,5 ^c	17,1 ± 0,5 ^d
Объем зародыша, мм ³	17,5 ± 1,6 ^a	102,0 ± 5,1 ^b	135,1 ± 8,0 ^c	355,6 ± 20,2 ^d	540,3 ± 35,0 ^e
Объем сердца, мм ³	0,7 ± 0,03 ^a	2,3 ± 0,1 ^b	2,9 ± 0,2 ^b	6,6 ± 0,5 ^c	10,5 ± 0,9 ^d
Рентгеноплотность зародыша, HU	3100,9 ± 111 ^a	2065,5 ± 116 ^{bc}	2443,7 ± 125 ^c	1500,2 ± 84 ^d	1807,9 ± 120 ^{bd}
Рентгеноплотность сердца, HU	4720,2 ± 226 ^a	5510,7 ± 160 ^b	5201,1 ± 225 ^{ab}	3219,8 ± 164 ^c	3461,9 ± 174 ^c

Примечание: значения в одной строке, не имеющие одинаковых буквенных индексов, статистически различны между собой ($p < 0,05$).

На изучаемых с применением микроКТ эмбриональных стадиях зародышевого этапа эмбриогенеза НН22–НН34 все основные органы и структуры куриного зародыша хорошо визуализировались и соответствовали нормативным показателям [11, 16]. Обозначенные разными цветами различия в рентгеноплотности между органами и структурами зародышей связаны с неравномерным распределением соединительнотканых элементов, что характерно для рентгеноконтрастирования ФВК. Пики профилей рентгеноконтрастности, проходящих через основные органы, высокие, базовая линия, характеризующая окружающий фон, ниже 30, что свидетельствует о правильно подробных методиках контрастирования, параметрах сканирования и реконструирования. Общая диффконтрастность на высоком уровне в связи с низким уровнем деформации и сохранением пространств и полостей как между органами, так и внутри органов. Особый интерес в соответствии с задачей исследования касался визуализации сердца. Локализация сердца на всех исследуемых стадиях эмбрионального развития соответствовала норме. Сердце располагается в грудобрюшной полости, верхушка сердца — между долями печени справа и желудком слева, основание сердца обращено вверх назад и направо, формируясь из предсердий и входящих и исходящих сосудов (рис. 1).

На 4–8-е сутки (НН22–НН34) хорошо визуализировались основные части сердца и окружающие сосуды зародыша. Полученные результаты совпали с данными других исследователей, таких как [17–24], использовавших различные методики исследований (рис. 2).

На 4-е сутки эмбриогенеза (НН22–НН24) между левым и правым предсердием визуализировалась межпредсердная перегородка, не изолирующая два условных предсердия, образующих единую предсердную камеру.

Желудочек сердца не имеет даже зачатка перегородки, верхушка сердца сглажена, округлой формы. Между желудочком и единой предсердной камерой хорошо видны атриовентрикулярные эндокардиальные подушки. Справа хорошо виден венозный проток двух соединившихся желточно-брыжеечных вен, проходящий через зачаток печени и впадающий в венозный синус, частично формирующий левое предсердие.

На 5-е и 6-е сутки инкубации (НН25–НН29) начали формироваться и хорошо видны, но не до конца сформированы межпредсердная и межжелудочковая перегородки, однако на их основе уже хорошо можно разделить и визуализировать левое и правое предсердия и левый и правый желудочки сердца. Сердце приобретает конусовидную форму с выраженной верхушкой.

На 7-е и 8-е сутки инкубации (НН30–НН34) левый и правый желудочки сердца полностью разделены. Левый накачивает кровь в аорту через аортную дугу, а правый — в легочную артерию в спинную аорту, где происходит смешивание крови из обоих желудочков. Межпредсердная перегородка хорошо сформирована, но останется не полной до вылупления. Хорошо видно, как нижняя полая вена входит в правое предсердие.

Кроме общего описания, авторами были проведены морфометрические исследования и получены результаты (табл. 1).

Рост зародыша довольно равномерно изменялся при анализе изучаемых эмбриональных стадий. Так, за 4–8-е сутки длина зародыша увеличилась более чем в 4 раза, а объем — более чем в 30 раз (при $p < 0,05$), объем сердца при этом увеличился всего в 15 раз (при $p < 0,05$). Соотношение объема тела зародыша и объема сердца на 4-е сутки инкубации — 4%, на 5-е и 6-е сутки объем сердца составлял выше 2%, на 7-е и 8-е сутки — ниже 2%.

Замедление роста линейных размеров было зарегистрировано с 5-х на 6-е сутки инкубации, где увеличение длины зародыша составило лишь 13,5%. В этом промежутке незначительно увеличился объем зародыша (на 33,1 мм³) и объем сердца (всего на 0,6 мм³). Значительное увеличение размеров, повлиявшее на общий уровень контрастности зародыша (и в частности, сердца), регистрировалось с 6-х на 7-е сутки инкубации, при этом объем зародыша увеличился на 163%, сердца — на 128%, рентгеноплотность тканей зародыша уменьшилась на 61,4%, сердца — на 62% (при $p < 0,05$). Увеличение линейных размеров куриного зародыша с 7-х на 8-е сутки инкубации практически не повлияло на рентгеноплотность тканей, что свидетельствует о достаточной проницаемости ФВК при нагреве до 40 °С для таких размеров зародыша (при $p > 0,05$).

Полученные морфометрические данные соответствуют результатам других исследователей [22].

Выводы/Conclusion

Доказана эффективность нового методического подхода и получены микроКТ данные о трехмерной организации сердца куриного эмбриона в динамике зародышевого периода развития (4–8-е сутки, НН22–НН34), которые могут помочь выявить тонкие изменения в морфологии органа. Зарегистрированные характеристики куриного эмбриона расширяют его потенциал как биологической модели и позволяют раскрыть возможности микроКТ для оценки аномалий развития и врожденных пороков сердца в раннем периоде эмбриогенеза интересных как для птицеводства, так и для тератологии и фармакологии.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

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

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00282. <https://rscf.ru/project/23-24-00282/>

FUNDING

The study was funded by a grant from the Russian Science Foundation No. 23-24-00282. <https://rscf.ru/en/project/23-24-00282/>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Garcia P., Wang Y., Viallet J., Macek Jilkova Z. The Chicken Embryo Model: A Novel and Relevant Model for Immune-Based Studies. *Frontiers in Immunology*. 2021; 12: 791081. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.791081>
- Chen L. *et al.* Dynamic 3D-morphology of chick embryos and allantois depicted nondestructively by 3.0T clinical magnetic resonance imaging. *Poultry Science*. 2023; 102(9): 102902. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102902>
- Vimalraj S., Renugaa S., Dhanasekaran A. Chick embryo chorioallantoic membrane: a biomaterial testing platform for tissue engineering applications. *Process Biochemistry*. 2023; 124: 81–91. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2022.11.007>
- Wittig J.G., Münsterberg A. The Early Stages of Heart Development: Insights from Chicken Embryos. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*. 2016; 3(2): 12. <https://doi.org/10.3390/jcdd3020012>
- Vilches-Moure J.G. Embryonic chicken (*Gallus gallus domesticus*) as a model of cardiac biology and development. *Comparative Medicine*. 2019; 69(3): 184–203. <https://doi.org/10.30802/AALAS-CM-18-000061>
- Lansford R., Rugonyi S. Follow Me! A Tale of Avian Heart Development with Comparisons to Mammal Heart Development. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*. 2020; 7(1): 8. <https://doi.org/10.3390/jcdd7010008>
- Ma Y. *et al.* OCT based four-dimensional cardiac imaging of a living chick embryo using an impedance signal as a gating for post-acquisition synchronization. *Biomedical Optics Express*. 2022; 13(12): 6595–6609. <https://doi.org/10.1364/BOE.476254>
- Raiola M., Sendra M., Torres M. Imaging Approaches and the Quantitative Analysis of Heart Development. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*. 2023; 10(4): 145. <https://doi.org/10.3390/jcdd10040145>
- Sukumaran V., Mutlu O., Murtaza M., Alhalbouni R., Dubansky B., Yalcin H.C. Experimental assessment of cardiovascular physiology in the chick embryo. *Developmental Dynamics*. 2023. <https://doi.org/10.1002/dvdy.589>
- Metscher B.D. MicroCT for developmental biology: A versatile tool for high-contrast 3D-imaging at histological resolutions. *Developmental Dynamics*. 2009; 238(3): 632–640. <https://doi.org/10.1002/dvdy.21857>
- Hamburger V., Hamilton H.L. A series of normal stages in the development of the chick embryo. *Developmental Dynamics*. 1992; 195(4): 231–272. <https://doi.org/10.1002/aja.1001950404>
- Bjørnstad S., Austdal L.P.E., Roald B., Glover J.C., Paulsen R.E. Cracking the Egg: Potential of the Developing Chicken as a Model System for Nonclinical Safety Studies of Pharmaceuticals. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. 2015; 355(3): 386–396. <https://doi.org/10.1124/jpet.115.227025>
- AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2020 Edition. *American Veterinary Medical Association*. 2020; 121. ISBN 978-1-882691-09-8
- Rzhepakovsky I. *et al.* Anti-arthritis effect of chicken embryo tissue hydrolyzate against adjuvant arthritis in rats (X-ray microtomographic and histopathological analysis). *Food Science & Nutrition*. 2021; 9(10): 5648–5669. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2529>
- Nagdalian A.A. *et al.* Analysis of the content of mechanically separated poultry meat in sausage using computing microtomography. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2021; 100: 103918. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103918>
- Рагозина М.Н. Развитие зародыша домашней курицы в его соотношении с желтком и оболочками яйца (с таблицами последовательных стадий развития). М.: *Издательство Академии наук СССР*. 1961; 167.
- Петренко В.М. Морфогенез задней полой вены в эмбриогенезе домашней курицы. I. Закладка. *Успехи современного естествознания*. 2014; (5-2): 90–93. <https://elibrary.ru/sdzgvy>
- Петренко В.М. Морфогенез задней полой вены в эмбриогенезе домашней курицы. II. Формирование ствола. *Успехи современного естествознания*. 2014; (9-1): 55–58. <https://elibrary.ru/sjlpsx>

REFERENCES

- Garcia P., Wang Y., Viallet J., Macek Jilkova Z. The Chicken Embryo Model: A Novel and Relevant Model for Immune-Based Studies. *Frontiers in Immunology*. 2021; 12: 791081. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.791081>
- Chen L. *et al.* Dynamic 3D-morphology of chick embryos and allantois depicted nondestructively by 3.0T clinical magnetic resonance imaging. *Poultry Science*. 2023; 102(9): 102902. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102902>
- Vimalraj S., Renugaa S., Dhanasekaran A. Chick embryo chorioallantoic membrane: a biomaterial testing platform for tissue engineering applications. *Process Biochemistry*. 2023; 124: 81–91. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2022.11.007>
- Wittig J.G., Münsterberg A. The Early Stages of Heart Development: Insights from Chicken Embryos. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*. 2016; 3(2): 12. <https://doi.org/10.3390/jcdd3020012>
- Vilches-Moure J.G. Embryonic chicken (*Gallus gallus domesticus*) as a model of cardiac biology and development. *Comparative Medicine*. 2019; 69(3): 184–203. <https://doi.org/10.30802/AALAS-CM-18-000061>
- Lansford R., Rugonyi S. Follow Me! A Tale of Avian Heart Development with Comparisons to Mammal Heart Development. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*. 2020; 7(1): 8. <https://doi.org/10.3390/jcdd7010008>
- Ma Y. *et al.* OCT based four-dimensional cardiac imaging of a living chick embryo using an impedance signal as a gating for post-acquisition synchronization. *Biomedical Optics Express*. 2022; 13(12): 6595–6609. <https://doi.org/10.1364/BOE.476254>
- Raiola M., Sendra M., Torres M. Imaging Approaches and the Quantitative Analysis of Heart Development. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*. 2023; 10(4): 145. <https://doi.org/10.3390/jcdd10040145>
- Sukumaran V., Mutlu O., Murtaza M., Alhalbouni R., Dubansky B., Yalcin H.C. Experimental assessment of cardiovascular physiology in the chick embryo. *Developmental Dynamics*. 2023. <https://doi.org/10.1002/dvdy.589>
- Metscher B.D. MicroCT for developmental biology: A versatile tool for high-contrast 3D-imaging at histological resolutions. *Developmental Dynamics*. 2009; 238(3): 632–640. <https://doi.org/10.1002/dvdy.21857>
- Hamburger V., Hamilton H.L. A series of normal stages in the development of the chick embryo. *Developmental Dynamics*. 1992; 195(4): 231–272. <https://doi.org/10.1002/aja.1001950404>
- Bjørnstad S., Austdal L.P.E., Roald B., Glover J.C., Paulsen R.E. Cracking the Egg: Potential of the Developing Chicken as a Model System for Nonclinical Safety Studies of Pharmaceuticals. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. 2015; 355(3): 386–396. <https://doi.org/10.1124/jpet.115.227025>
- AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2020 Edition. *American Veterinary Medical Association*. 2020; 121. ISBN 978-1-882691-09-8
- Rzhepakovsky I. *et al.* Anti-arthritis effect of chicken embryo tissue hydrolyzate against adjuvant arthritis in rats (X-ray microtomographic and histopathological analysis). *Food Science & Nutrition*. 2021; 9(10): 5648–5669. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2529>
- Nagdalian A.A. *et al.* Analysis of the content of mechanically separated poultry meat in sausage using computing microtomography. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2021; 100: 103918. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103918>
- Ragozina M.N. The development of the domestic chicken embryo in its relation to the yolk and shells of the egg (with tables of successive stages of development). Moscow: *Academy of Sciences of the USSR publ.* 1961; 167 (In Russian).
- Petrenko V.M. Morphogenesis of posterior vena cava in embryogenesis of domestic fowl. I. The anlage. *Advances in current natural sciences*. 2014; (5-2): 90–93 (In Russian). <https://elibrary.ru/sdzgvy>
- Petrenko V.M. Morphogenesis of posterior vena cava in embryogenesis of domestic fowl. II. Formation of the stem. *Advances in current natural sciences*. 2014; (9-1): 55–58 (In Russian). <https://elibrary.ru/sjlpsx>

19. Zhang X., Yelbuz T.M., Cofer G.P., Choma M.A., Kirby M.L., Johnson G.A. Improved preparation of chick embryonic samples for magnetic resonance microscopy. *Magnetic Resonance in Medicine*. 2003; 49(6): 1192–1195. <https://doi.org/10.1002/mrm.10460>
20. Kim J.S., Min J., Recknagel A.K., Riccio M., Butcher J.T. Quantitative Three-Dimensional Analysis of Embryonic Chick Morphogenesis Via Microcomputed Tomography. *The Anatomical Record*. 2010; 294(1): 1–10. <https://doi.org/10.1002/ar.21276>
21. Martinsen B.J. Reference guide to the stages of chick heart embryology. *Developmental Dynamics*. 2005; 233(4): 1217–1237. <https://doi.org/10.1002/dvdy.20468>
22. Ruffins S.W. et al. Digital Three-Dimensional Atlas of Quail Development Using High-Resolution MRI. *The Scientific World Journal*. 2007; 7: 259090. <https://doi.org/10.1100/tsw.2007.125>
23. Tan G.X.Y., Jamil M., Tee N.G.Z., Zhong L., Yap C.H. 3D-reconstruction of Chick Embryo Vascular Geometries Using Non-invasive High-Frequency Ultrasound for Computational Fluid Dynamics Studies. *Annals of Biomedical Engineering*. 2015; 43(11): 2780–2793. <https://doi.org/10.1007/s10439-015-1339-y>
24. Wang Y. et al. Aortic Arch Morphogenesis and Flow Modeling in the Chick Embryo. *Annals of Biomedical Engineering*. 2009; 37(6): 1069–1081. <https://doi.org/10.1007/s10439-009-9682-5>

ОБ АВТОРАХ

- Игорь Владимирович Ржепаковский¹**, кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Медико-биологический факультет irzhepakovskii@ncfu.ru <http://orcid.org/0000-0002-2632-8923>
- Людмила Дмитриевна Тимченко¹**, доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник, Медико-биологический факультет ltimchenko@ncfu.ru <https://orcid.org/0000-0003-2011-880X>
- Сергей Иванович Писков¹**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Медико-биологический факультет spiskov@ncfu.ru <https://orcid.org/0000-0002-5558-5486>
- Светлана Суменовна Аванесян¹**, научный сотрудник, Медико-биологический факультет savanesian@ncfu.ru <https://orcid.org/0000-0003-3536-1247>
- Марина Николаевна Сизоненко¹**, кандидат биологических наук, научный сотрудник, Медико-биологический факультет msizonenko@ncfu.ru <https://orcid.org/0000-0002-1009-7112>
- Магомед Шамилович Шахбанов¹**, ассистент кафедры зоологии и паразитологии, Медико-биологический факультет mshakhbanov@ncfu.ru <https://orcid.org/0000-0003-2580-7233>
- Андрей Ашотович Нагдалян¹**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, НИЛ пищевой и промышленной биотехнологии, факультет пищевой инженерии и биотехнологий anagdalian@ncfu.ru <https://orcid.org/0000-0002-6782-2821>
- Максим Борисович Ребезов^{2, 3}**,
• доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник²;
• доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов³ rebezov@ya.ru <https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>
- ¹Северо-Кавказский федеральный университет, ул. Пушкина, 1, Ставрополь, 355017, Россия
- ²Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, ул. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия
- ³Уральский государственный аграрный университет, ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

19. Zhang X., Yelbuz T.M., Cofer G.P., Choma M.A., Kirby M.L., Johnson G.A. Improved preparation of chick embryonic samples for magnetic resonance microscopy. *Magnetic Resonance in Medicine*. 2003; 49(6): 1192–1195. <https://doi.org/10.1002/mrm.10460>
20. Kim J.S., Min J., Recknagel A.K., Riccio M., Butcher J.T. Quantitative Three-Dimensional Analysis of Embryonic Chick Morphogenesis Via Microcomputed Tomography. *The Anatomical Record*. 2010; 294(1): 1–10. <https://doi.org/10.1002/ar.21276>
21. Martinsen B.J. Reference guide to the stages of chick heart embryology. *Developmental Dynamics*. 2005; 233(4): 1217–1237. <https://doi.org/10.1002/dvdy.20468>
22. Ruffins S.W. et al. Digital Three-Dimensional Atlas of Quail Development Using High-Resolution MRI. *The Scientific World Journal*. 2007; 7: 259090. <https://doi.org/10.1100/tsw.2007.125>
23. Tan G.X.Y., Jamil M., Tee N.G.Z., Zhong L., Yap C.H. 3D-reconstruction of Chick Embryo Vascular Geometries Using Non-invasive High-Frequency Ultrasound for Computational Fluid Dynamics Studies. *Annals of Biomedical Engineering*. 2015; 43(11): 2780–2793. <https://doi.org/10.1007/s10439-015-1339-y>
24. Wang Y. et al. Aortic Arch Morphogenesis and Flow Modeling in the Chick Embryo. *Annals of Biomedical Engineering*. 2009; 37(6): 1069–1081. <https://doi.org/10.1007/s10439-009-9682-5>

ABOUT THE AUTHORS

- Igor Vladimirovich Rzhepakovsky¹**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Faculty of Medicine and Biology irzhepakovskii@ncfu.ru <http://orcid.org/0000-0002-2632-8923>
- Lyudmila Dmitrievna Timchenko¹**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Chief Scientific Officer, Faculty of Medicine and Biology ltimchenko@ncfu.ru <https://orcid.org/0000-0003-2011-880X>
- Sergey Ivanovich Piskov¹**, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Faculty of Medicine and Biology spiskov@ncfu.ru <https://orcid.org/0000-0002-5558-5486>
- Svetlana Surenovna Avanesyan¹**, Research Associate, Faculty of Medicine and Biology savanesian@ncfu.ru <https://orcid.org/0000-0003-3536-1247>
- Marina Nikolaevna Sizonenko¹**, Candidate of Biological Sciences, Research Associate, Faculty of Medicine and Biology msizonenko@ncfu.ru <https://orcid.org/0000-0002-1009-7112>
- Magomed Shamilovich Shakhbanov¹**, Assistant of the Department of Zoology and Parasitology, Faculty of Medicine and Biology mshakhbanov@ncfu.ru <https://orcid.org/0000-0003-2580-7233>
- Andrey Ashotovich Nagdalian¹**, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Food and Industrial Biotechnology, Faculty of Food Engineering and Biotechnology anagdalian@ncfu.ru <https://orcid.org/0000-0002-6782-2821>
- Maksim Borisovich Rebezov^{2, 3}**,
• Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher²;
• Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products³ rebezov@ya.ru <https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>
- ¹North-Caucasus Federal University, 1 Pushkin Str., Stavropol, 355017, Russia
- ²V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, 26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia
- ³Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia



Ayub Yu. Aliyev ✉
Karine A. Karpuschenko

*Caspian Zonal Veterinary Research
Institute — Branch of the Federal Agrarian
Scientific Center of the Republic of Dagestan,
Makhachkala, Russia*

✉ aliyevayb1@mail.ru

Received by the editorial office:
12.05.2023

Accepted in revised:
15.09.2023

Accepted for publication:
29.09.2023

Научная статья



Открытый доступ

А.Ю. Алиев ✉
К.А. Карпущенко

*Прикаспийский зональный научно-
исследовательский ветеринарный
институт — филиал Федерального
аграрного научного центра Республики
Дагестан, Махачкала, Россия*

✉ aliyevayb1@mail.ru

Поступила в редакцию:
12.05.2023

Одобрена после рецензирования:
15.09.2023

Принята к публикации:
29.09.2023

An alternative remedy for the treatment of mastitis in cows

ABSTRACT

Relevance. Mastitis in farm animals is widespread and ubiquitous and causes great economic damage to dairy cattle. The drugs used do not always give the desired results. The search of new highly effective methods and means of therapy for all forms of mastitis in cows is a top priority of scientific and practical veterinary workers.

Methods. The therapeutic effect of the cream was carried out in the SPK «Red Partizan» of the Khunzakh region, on 90 dairy cows of the red steppe breed, on different stages of lactation, with inflammation of the skin of the nipples of the udder. Cows after milking were lubricated with inflamed nipples 2 times a day. In the experimental group 50 heads, inflamed nipples were smeared with a developed cream. In the second (control) group — 40 heads, the means used in this farm was used.

Results. Studies have established that 98.0% recovered in the experimental group. The course of treatment was 3–4 days. It should be noted that in animals after 2–3 procedures of applying of the cream on the inflamed nipples, the skin became softer, dryness disappeared. On cracks and abrasions tissue, regeneration began and complete healing occurred on the 3–6th day. The animals tolerated the milking process more calmly. In the control group, 75.0% of cows were cured. Duration of treatment — 5–8 days.

Key words: cows, udder teat skin inflammation, cracks, treatment, milking cream, mastitis

For citation: Aliyev A.Yu., Karpuschenko K.A. An alternative remedy for the treatment of mastitis in cows. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 36–33. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-30-33>

© Aliyev A.Yu., Karpuschenko K.A.

Альтернативное средство для лечения мастита у коров

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Мастит у сельскохозяйственных животных широко и повсеместно распространен и наносит молочному скотоводству большой экономический ущерб. Применяемые лекарственные препараты не всегда дают желаемые результаты. Изыскание новых высокоэффективных методов и средств терапии всех форм мастита у коров представляет собой первоочередную задачу научных и практических ветеринарных работников.

Методы. Изучение лечебного действия крема проводили в СПК «Красный партизан» Хунзахского района на 90 молочных коровах красной степной породы на разных стадиях лактации, имеющих воспаление кожи сосков вымени. Коровам после завершения доения смазывали воспаленные соски два раза в день. В опытной группе 50 голов, воспаленные соски смазывали разработанным кремом. Во второй (контрольной) группе — 40 голов, использовали средство, применяемое в данном хозяйстве.

Результаты. Исследованиями установлено, что в опытной группе выздоровели 98%. Курс лечения составил 3–4 дня. Необходимо отметить, что у животных уже после 2–3 процедур нанесения крема на воспаленные соски кожа становилась более мягкой, исчезала сухость. На трещинах и ссадинах начиналась регенерация тканей, полное заживление происходило на 3–6-й день. Животные более спокойно переносили процесс доения. В контрольной группе излечены 75% коров. Длительность лечения — 5–8 дней.

Ключевые слова: коровы, воспаление кожи сосков вымени, трещины, лечение, крем для доения, мастит

Для цитирования: Алиев А.Ю., Карпущенко К.А. Альтернативное средство для лечения мастита у коров. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 30–33 (In English). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-30-33>

© Алиев А.Ю., Карпущенко К.А.

Введение/Introduction

In the conditions of industrial animal husbandry, the productivity of the industry, including the quality of the resulting meat, milk and wool, are significant indicators of its effectiveness. The quality of milk depends, mainly, on the condition of the mammary gland. One of the main diseases are mastitis, which, under conditions of intensification, cause significant damage to dairy cattle breeding [1–4].

V.P. Goncharov, V.A. Karpov, I.L. Yakimchuk (1987) and others note the diversity of etiological factors and the heterogeneity of pathological changes in the tissues of the udder, which indicates that the prevention and treatment of mastitis must be carried out taking into account the care, maintenance and sanitary and hygienic measures in farms. The etiology of mastitis in cows has infectious (it occurs due to the fact that various pathogenic bacteria penetrate into the udder) and non-infectious nature (they include udder skin diseases, violation of housing and feeding conditions, non-compliance with machine milking technology, intoxication of the animal's body, leading to a decrease in local and general immunity, etc.). These factors can lead to premature culling of cows and breeding heifers [5–7].

Therapeutic measures in mastitis with the use of drugs do not always lead to the desired results and the expected effect. In this regard, the search of effective means and methods of treating of various manifestations of mastitis in cows is an urgent task [8].

The etiological factors of the non-infectious manifestation of mastitis include a violation of the integrity of the mammary gland tissues, through which microbes freely penetrate into damaged tissues, develop in them, acquiring pathogenic properties, being a predisposing factor to drying, chapping, loss of elasticity, and the appearance of cracks.

Penetrating through the cracks, microbes through the lymphatic vessels enter the breast tissue and contribute to the occurrence of mastitis [9].

Often, irritation first appears, which can be considered the initial stage of mastitis, and subsequently can be layered on the infectious process. This once again proves that the basis of measures to combat mastitis should be the prevention and treatment of udder irritations that occur as a result of violations of the rules of feeding, keeping and exploiting of animals.

Currently, veterinary practice has an arsenal of tools to combat udder skin diseases, but not all of them are sufficiently effective. Therefore, the search of highly effective means is an urgent task.

Many authors note a positive effect when applied on the skin of the udder after milking means that have a beneficial effect on the skin of the nipples and udder with mastitis^{1, 2} [10–12].

It is impossible to eliminate the problem with the help of ointments or creams alone, but they can be an excellent addition to the treatment prescribed by the doctor. These drugs are used as anti-inflammatory, anesthetic and warming drugs, which helps to restore the skin in its deep layers with mastitis and bruises in the udder of a cow. In combination with other medicines, they can be used as an adjuvant for

mastopathy and endometritis. The high efficiency of this product is due to its constituent components.

Taking into account the above, the staff of the laboratory of the study of diseases of agricultural animals of non-contagious etiology of the Caspian zonal NIVI — branch of the Federal State Budget Scientific Institution «FANC RD» — developed a Cream for milking³.

Purpose of the study. To study the allergenic, sensitizing, regenerating and healing properties of the developed Milking Cream as an alternative treatment of mastitis in cows.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Allergenic, sensitizing, regenerating and healing properties of the preparations were studied according to the Guidelines⁴.

The study of allergenic (sensitizing) properties of Milking Cream was carried out on 8 clinically healthy rabbits, weighing 2–3 kg, 4 of which were experimental and 4 — control. The studies were carried out by the method of epicutaneous applications. For this purpose, in the rabbits on the back, in a 5 × 5 cm area, were cut off the hairline and a cream was applied 2 times a day. Rabbits of the control group were treated with fir ointment intended for the treatment of hand skin diseases in humans. The processing of rabbits of both groups was carried out during 15 days in a row, with a systematic monitoring of their health.

The regenerating and healing properties of the cream were studied on 10 white rats, weighing 170–210 g (5 experimental, 5 control). The hair was removed from the animals in a 5 × 5 cm area, and a wound area was created with superficial incisions of the scalpel, on which a culture of *St. aureus* 209 P, in a concentration of 1 billion ml in 1 cm, in an amount of 0.5 cm. The entire surface of the wound was wetted last. After 1–2 days, a pronounced inflammatory lesion on the skin appeared.

Animals of the experimental group were treated with the developed ointment in a thin layer on the focus of inflammation, 2 times a day, until healing. In the control, fir ointment was used.

The material for the study was Milking Cream, which includes: veterinary vaseline, anhydrous lanolin, biologically active additives, emulsifier and electrified water. As a bactericidal component, the cream includes 15% decoction of green walnut leaves and electrified water, as biosafe biologically active and antibacterial additives and stimulants of regeneration processes — black cummin oil, chamomile oil, rosehip oil, as an emulsifier — Olivem 1000, prolongator — bentonite (dry powder), preservative — citric acid.

Emulsifier Olivem 1000 is a substance of natural origin, prevents irritation, gives energy and nourishment to the skin, is hypoallergenic, softens the aggressive effect of surfactants.

The therapeutic effect of the Milking Cream was studied from March 15 to June 15, 2021 in the Krasny Partizan farm, Khunzakh district, Dagestan, on 90 dairy cows of the red steppe breed with cracks, abrasions, scratches, wounds, erosion, dermatitis of the udder teats, divided into 2 groups: experimental — 50, control — 40 heads.

¹ Patent RF 2245133, A61 K9/06, 31/14/ Antiseptic ointment for the udder / publ.2005.01.27/ A.G. Milyanovsky, A.M. Toktaeva.

² Patent RF 2189237, A61 K33/00 Means for the prevention of mastitis in lactating cows — cream «Garant» / publ. 2002.09.02 // N.I. Polyantsev, O.F. Shakirov.

³ Patent RF 2787381 / Cream for milking / publ. 01/09/2023, bul. No. 1 / A.Yu. Aliev, A.M. Bittirov, K.A. Karpuschenko, S.Sh. Abdulmagomedov; applicant and patent holder FGBNU «FANC RD».

⁴ Guidelines on toxicological assessment of chemicals and pharmacological preparations used in veterinary medicine (approved by MS MHP RB No. 10-1-5 / 198 of March 16, 2007).

Cows were lubricated with inflamed nipples 2 times a day. In the experimental group, the nipples were lubricated with a developed cream. In the control group, the agent used in this household (Vaseline) was used.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

When determining of the allergenic and sensitizing properties of the developed cream, it was found that during the entire period of its application and 15 days after the end, the skin of both experimental and control rabbits did not observe the appearance of swelling, hyperemia, soreness and other signs of an inflammatory reaction. With intradermal administration of 0.1 cm³ of sterile saline, it was found that it was absorbed within 60 minutes in both experimental and control animals. The data obtained indicated the absence of allergenic and sensitizing properties in the resulting cream.

The study of the regenerating and healing properties of the obtained cream showed that after its application on 3–4 days, the experimentally induced inflammatory process on the skin of white rats decreased, tissue swelling decreased, the wound surface was cleaned and active growth of granulation tissue began. On the 7–8th days, healing occurred. In the control group, the process of regeneration and healing of the inflammatory focus occurred 2–3 days later.

It was established that the use of Milking Cream during the observation period did not have a negative effect on the skin of the udder teats.

Restorative and regenerating properties of the developed cream appeared on the 3–4th days.

The therapeutic properties of the cream were tested on 90 cows, which were divided into 2 groups: experimental — 50, control — 40 heads, in which pathology of the skin of the udder teats (cracks, abrasions, scratches, wounds, erosion, dermatitis) was observed before the start of the experiment.

The results of the conducted studies are presented in table 1.

Table 1. Data of the therapeutic efficacy of the Cream for milking in «Red Partizan» Khunzakhsky district

Groups	Number of living	Days of treatment	Recovered		Remaining patients	
			head.	%	head.	%
Experimental	50	3–4	49	98.0	1	2.0
Control	40	5–8	30	75.0	10	25.0

From table 1 it follows that the effectiveness of treatment in the experimental group of cows was 98.0%, with a course of treatment — 3–4 days.

It should be noted that the process of restoration and regeneration of the skin of the udder teats lasted 3–6 days.

In the control group, the effectiveness of treatment is 75.0%, with a course of treatment of 5–8 days. Further observations of the animals for 10 days did not reveal any deviations in the condition of the teats and udders.

As a result of the research, a pronounced ability of the Milking Cream to activate the processes of healing and regeneration of the skin epithelium was established, in the absence of allergenic and sensitizing properties.

Выводы/Conclusion

Studies have shown the high efficiency of Milking Cream for the treatment of udder teat skin pathologies (cracks, abrasions, scratches, wounds, erosions, dermatitis) in cows and the possibility of using it as an alternative remedy. The effectiveness of treatment in the experimental group — 98%, with a course of treatment — 3–4 days. It should be noted that the process of restoration and regeneration of the skin of the udder teats lasted 3–6 days.

In the control group, the effectiveness is 75%, with a course of treatment of 5–8 days. Further observations for the animals during 10 days did not reveal any deviations in the condition of the teats and udders.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

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

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Решетка М.Б., Коба И.С. Профилактика маститов у дойных коров на промышленных фермах. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2015; (10): 58–62. <https://elibrary.ru/ulszxr>
- Guarín J.F., Paixão M.G., Ruegg P.L. Association of anatomical characteristics of teats with quarter-level somatic cell count. *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(1): 643–652. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11459>
- Jamali H. *et al.* Invited review: Incidence, risk factors, and effects of clinical mastitis recurrence in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101(6): 4729–4746. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13730>
- Penry J.F. *et al.* Estimating teat canal cross-sectional area to determine the effects of teat-end and mouthpiece chamber vacuum on teat congestion. *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(1): 821–827. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11533>
- Гончаров В.П., Карпов В.А., Якимчук И.Л. Профилактика и лечение маститов у животных. М.: Россельхозиздат. 1987; 208.
- Сорокина А.А., Баркова А.С. Маститы крупного рогатого скота. Аспекты терапии. *Молодежь и наука*. 2021; (3): 42. <https://elibrary.ru/uuluwv>
- Новикова Е.Н., Лысенко А.А., Козлов Ю.В., Решетка М.Б. Распространение и профилактика мастита коров. *Ветеринария Кубани*. 2018; (3): 3–6. <https://elibrary.ru/xskbtv>
- Алиев А.Ю. Эффективный метод лечения мастита у коров. *Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»*. 2020; (2): 263–267. <https://doi.org/10.36871/vet.san.hyg.ecol.202002023>

REFERENCES

- Reshetka M.B., Koba I.S. Mastitis prevention in dairy cows on commercial farms. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2015; (10): 58–62 (In Russian). <https://elibrary.ru/ulszxr>
- Guarín J.F., Paixão M.G., Ruegg P.L. Association of anatomical characteristics of teats with quarter-level somatic cell count. *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(1): 643–652. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11459>
- Jamali H. *et al.* Invited review: Incidence, risk factors, and effects of clinical mastitis recurrence in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101(6): 4729–4746. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13730>
- Penry J.F. *et al.* Estimating teat canal cross-sectional area to determine the effects of teat-end and mouthpiece chamber vacuum on teat congestion. *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(1): 821–827. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11533>
- Goncharov V.P., Karpov V.A., Yakimchuk I.L. Prevention and treatment of mastitis in animals. Moscow: *Rosselkhozizdat*. 1987; 208 (In Russian).
- Sorokina A.A., Barkova A.S. Cattle mastitis. Aspects of therapy. *Molodezh' i nauka*. 2021; (3): 42 (In Russian). <https://elibrary.ru/uuluwv>
- Novikova E.N., Lysenko A.A., Kozlov Yu.V., Reshetka M.B. Distribution of mastitis in cows and its prevention. *Veterinaria Kubani*. 2018; (3): 3–6 (In Russian). <https://elibrary.ru/xskbtv>
- Aliiev A.Y. Treatment of cows with mastitis. *Russian Journal «Problems on Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology»*. 2020; (2): 263–267 (In Russian). <https://doi.org/10.36871/vet.san.hyg.ecol.202002023>

9. Алиев А.Ю. Диагностика субклинического мастита у коров. *Ветеринария и кормление*. 2020; (4): 11, 12. <https://doi.org/10.30917/АТТ-ВК-1814-9588-2020-4-3>

10. Конопельцев И.Г., Николаев С.В. Экспериментально-клиническое испытание озонированного льняного масла. *Ветеринарный фармакологический вестник*. 2019; (1): 25–35. <https://doi.org/10.17238/issn2541-8203.2019.1.25>

11. Иванова Е.А., Коба И.С. Эффективность геля при субклиническом мастите у крупного рогатого скота. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2019; 239(3): 129–133. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-239-3-129-134>

12. Данилов М.С. Мазь на основе подорожника большого при заболеваниях кожи сосков вымени у коров. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2012; (6): 77–79. <https://elibrary.ru/oxwsox>

9. Aliev A.Yu. Diagnosis of subclinical mastitis in cows. *Veterinariya i kormlenie*. 2020; (4): 11, 12 (In Russian). <https://doi.org/10.30917/АТТ-ВК-1814-9588-2020-4-3>

10. Konopeltsev I.G., Nikolaev S.V. Experimental clinical testing of the ozonated flaxseed oil. *Bulletin of Veterinary Pharmacology*. 2019; (1): 25–35 (In Russian). <https://doi.org/10.17238/issn2541-8203.2019.1.25>

11. Ivanova E.A., Koba I.S. The effectiveness of the gel in subclinical mastitis in cattle. *Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2019; 239(3): 129–133 (In Russian). <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-239-3-129-134>

12. Danilov M.S. Ointment based on plantain large in diseases of the skin of the udder teats in cows. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2012; (6): 77–79 (In Russian). <https://elibrary.ru/oxwsox>

ОБ АВТОРАХ

Аюб Юсупович Алиев,

доктор ветеринарных наук, директор,
alievayb1@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4433-602X>

Карине Альбертовна Карпущенко,

кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник
лаборатории по изучению болезней сельскохозяйственных
животных незаразной этиологии,
pznivi@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4639-241X>

Прикаспийский зональный научно-исследовательский
ветеринарный институт — филиал Федерального аграрного
научного центра Республики Дагестан,
ул. Дахадаева, 88, Махачкала, 367000, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Ayub Yusupovich Aliyev,

Doctor of Veterinary Sciences, Director,
alievayb1@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4433-602X>

Karine Albertovna Karpuschenko,

Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher
of the Laboratory of the Study of Agricultural Animal Diseases
of Non-contagious Etiology,
pznivi@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4639-241X>

Caspian Zonal Research Veterinary Institute — branch of the Federal
Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan,
88 Dahadaev Str., Makhachkala, 367000, Russia



Ahmed A. Halikov ✉
Mikail M. Mikailov
Shakhrudin A. Gunashev
Elmira A. Yanikova
Dzhavgarat M. Ramazanova
Atiya T. Gulieva

Caspian Zonal Veterinary Research
Institute — Branch of the Federal Agrarian
Scientific Center of the Republic of Dagestan,
Makhachkala, Russia

✉ vetmedservis@mail.ru

Received by the editorial office:
15.05.2023

Accepted in revised:
15.09.2023

Accepted for publication:
29.09.2023



А.А. Халиков ✉
М.М. Микайлов
Ш.А. Гунашев
Э.А. Яникова
Д.М. Рамазанова
А.Т. Гулиева

Прикаспийский зональный научно-
исследовательский ветеринарный
институт — филиал Федерального
аграрного научного центра Республики
Дагестан, Махачкала, Россия

✉ vetmedservis@mail.ru

Поступила в редакцию:
15.05.2023

Одобрена после рецензирования:
15.09.2023

Принята к публикации:
29.09.2023

New brucellosis erythrocyte diagnosticum for IHT in comparison with other serological methods (SAT, CFT, RBT and IDT)

ABSTRACT

Relevance. Brucellosis is registered in many countries of the world, including Russia. The most unfavorable situation in the Russian Federation has developed in the Southern and North Caucasus Federal Districts. In the first place among the number of identified sick animals is the Dagestan Republic, where, despite the efforts of veterinary specialists, it is not possible to reduce the number of foci of brucellosis. With the help of classical methods (SAT, CFT), only 70% of animals infected with brucellosis can be detected. In this regard, domestic and foreign researchers have done a lot of work to improve existing and develop new diagnostic tools and methods.

Methods. One of the most sensitive methods for the diagnosis of brucellosis is the indirect hemagglutination reaction (IHT). In comparative tests in IHT, with an improved antigen, good results were obtained.

Results. The possibility of obtaining a highly active erythrocyte diagnosticum has been established with the combined use of two new surfactants: Progress products manufactured by AMC Media LLC (Losino-Petrovsk, Moscow region) and sodium dodecyl sulfate.

The most rational parameters of the use of detergents for the treatment of brucella suspension and their optimal concentrations have been determined.

It was found that IHT with a new antigen is specific and highly sensitive, compared with other serological reactions.

Key words: brucellosis, diagnostics, serological methods, cattle, antigen, IHR

For citation: Halikov A.A., Mikailov M.M., Gunashev Sh.A., Yanikova E.A., Ramazanova D.M., Gulieva A.T. New brucellosis erythrocyte diagnosticum for IHT in comparison with other serological methods (SAT, CFT, RBT and IDT). *Agrarian science*. 2023; 375(10): 34–37. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-34-37>

© Halikov A.A., Mikailov M.M., Gunashev Sh.A., Yanikova E.A., Ramazanova D.M., Gulieva A.T.

Новый бруцеллезный эритроцитарный диагностикум для РНГА в сравнении с другими серологическими методами (РА, РСК, РБП и РИД)

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Бруцеллез регистрируется во многих странах мира, в том числе и в России. Самая неблагоприятная ситуация РФ сложилась в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах. На первом месте по числу выявленных больных животных находится Республика Дагестан, где, несмотря на усилия ветеринарных специалистов, не удается сократить число очагов бруцеллеза. С помощью классических методов (РА, РСК) можно выявить только 70% инфицированных бруцеллезом животных. В связи этим отечественными и зарубежными исследователями проведена огромная работа по совершенствованию существующих и разработке новых диагностических средств и методов.

Методы. Одним из наиболее чувствительных методов для диагностики бруцеллеза является реакция непрямой гемагглютинации (РНГА). При сравнительных испытаниях в РНГА (с усовершенствованным антигеном) были получены хорошие результаты.

Результаты. Установлена возможность получения высокоактивного эритроцитарного диагностикума при сочетанном применении двух новых поверхностно-активных веществ — средства «Прогресс» производства ООО «АМС «Медиа»» (г. Лосино-Петровск, Московская обл.) и додецилсульфата натрия.

Определены наиболее рациональные параметры применения детергентов для обработки суспензии бруцелл и их оптимальные концентрации.

Установлено, что РНГА с новым антигеном является специфичной и высокочувствительной по сравнению с другими серологическими реакциями.

Ключевые слова: бруцеллез, диагностика, серологические методы, крупный рогатый скот, антиген, РНГА

Для цитирования: Халиков А.А., Микайлов М.М., Гунашев Ш.А., Яникова Э.А., Рамазанова Д.М., Гулиева А.Т. Новый бруцеллезный эритроцитарный диагностикум для РНГА в сравнении с другими серологическими методами (РА, РСК, РБП и РИД). *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 34–37 (In English). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-34-37>

© Халиков А.А., Микайлов М.М., Гунашев Ш.А., Яникова Э.А., Рамазанова Д.М., Гулиева А.Т.

Введение/Introduction

Brucellosis is registered in many countries of the world, including Russia. The most unfavorable situation of the Russian Federation has developed in the Southern and North Caucasus Federal Districts. In the first place among the identified sick animals is Dagestan Republic, where, despite the efforts of veterinary specialists, it is not possible to reduce the number of disadvantaged points [1–3].

Antibrucellar measures include diagnostics, prevention and disinfection of infected farms and subsidiary farms. For the effectiveness of these measures, it is necessary to use modern brucellosis vaccines and highly sensitive diagnostic tests. To improve existing and develop new diagnostic tests and methods, domestic and foreign researchers have developed and put into practice test systems: enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) with S and R antigens, polymerase chain reaction (PCR) and for differential post-vaccination diagnostics — immunodiffusion test (IDT) [4, 5].

According to many authors, one of the promising diagnostic methods is indirect hemagglutination test (IHT) using a specific and highly sensitive erythrocyte antigen [4–6].

The performed studies and the comparative analysis of IHT in laboratory, technological environment showed the specificity and its sensitivity in the diagnosis of brucellosis of animals, compared with CFT, SAT, RBT and IDT [7, 8].

The main purpose of our research was to develop a method for manufacturing an antigen for IHT, through the combined use of Progress preparations manufactured by AMC Media LLC and sodium dodecyl sulfate, to study the diagnostic value of this antigen in comparison with other serological reactions.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

The studies were conducted from 2021–2022 in the laboratory of infectious pathology of farm animals of the Caspian zonal research veterinary institute — a branch of federal state budgetary scientific institution «Federal agrarian scientific center of Dagestan Republic» and the sheep breeding farm of Dagestan Republic, which is disadvantaged by brucellosis.

Sensitin for loading (sensitization) of stabilized erythrocytes was extracted from a suspension (bakmass) of brucellas of a weakly virulent highly antigenic strain of *B. abortus 19* grown on a dense nutrient medium — meat-peptone liver-glucose-glycerin agar (MPLGGA) by salt extraction, to compound a brucellosis erythrocyte diagnosticum.

One of the main factors of manufacturing an antigen for IHT is the treatment of brucella suspension in the production process with a detergent (surfactant — secondary sodium alkyl sulfate). At the same time, the extraction of antigenic complexes improves. For this purpose, the preparation «Progress» of the Novocherkassk Factory of Synthetic Products (NFSP) (Russia) was used [9–12].

Due to the closure of this factory, we decided to replace the preparation «Progress» of NFSP (Russia) with the most affordable. Optimal results were obtained using the preparation «Progress» produced by LLC «AMS «Media»» (Losino-Petrovsky, Moscow region, Russia) and sodium dodecyl sulfate.

The determination of the necessary concentrations of detergents required for maximum extraction of antigenic complexes from brucella strain *B. abortus 19* was carried out by treating brucella suspension in various modes with increasing doses of «Progress» produced by «AMS «Media»» LLC (Losino-Petrovsky, Moscow region, Russia) and sodium dodecyl sulfate. The optimal concentrations are: for «Progress» — 4.0–4.5%, sodium dodecyl sulfate — 0.2–0.25% to the volume of 70–80 billion (in 1 ml) brucella suspension.

Erythrocyte formalinization was performed using the R. Weinbach method in the modification of the Caspian zonal RVI¹. In the manufacture of the diagnosticum used in IHT, the erythrocyte sensitin was extracted from a brucella suspension of the *Br. abortus 19* strain, with autoclaving in a hypertonic 12% NaCl solution.

Studies of blood sera in SAT, CFT, RBT and IHT were carried out according to all-Union State Standard 34105-2017².

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Diagnosticums made with the use of the preparation «Progress» — produced by «AMC «Media»» LLC (Losino-Petrovsky, Moscow region, Russia) and sodium dodecyl sulfate did not have sufficient activity (Tables 1, 2).

Table 1. Results of checking the activity and specificity of IHT manufactured using the «Progress» tool — produced by «AMC «Media»» LLC (Losino-Petrovsky, Moscow region, Russia)

Amount of antigen per 1 ml	IHT titers						
	with a standard sample of antibrucella abortus serum						With a negative serum
	1:200	1:400	1:800	1:1600	1:3200	1:50	1:100
1,0	++++	+++	++	–	–	–	–
1,5	++++	++++	+++	+	–	–	–
2,0	++++	++++	+++	+	–	–	–
2,5	++++	++++	++++	+	–	–	–
3,0	++++	++++	++++	+	–	–	–

Note: the highest dilution in which erythrocyte agglutination occurred with a score of 4 or 3 crosses is taken as the titer of antibodies. Reactions with a rating of 2 crosses, 1 cross and minus (–) are considered negative.

Table 2. The result of checking the activity and specificity of IHT with the use of sodium dodecyl sulfate

The amount of antigen per 1 ml of erythrocytes	IHT titers						
	with a standard sample of antibrucella abortus serum						With a negative serum
	1:200	1:400	1:800	1:1600	1:3200	1:50	1:100
1,0	++++	++++	++	–	–	–	–
1,5	++++	++++	+++	–	–	–	–
2,0	++++	++++	+++	+	–	–	–
2,5	++++	++++	++++	++	–	–	–
3,0	++++	++++	++++	++	–	–	–

A negative result was obtained in the study of negative serum with all samples (Tables 1, 2).

The reaction titer did not exceed 1:800, when examining a standard sample of antibrucella abortus serum in IHT using these diagnostics whereas according to Technic Specification 9388-001-73917611-2005, its titer should not be lower than 1:1600.

«Progress», manufactured by «AMC «Media»» LLC, was combined with sodium dodecyl sulfate to increase the activity of the antigen.

¹ Modification of the R. Weinbach method is consisted in the following: red blood cells were formalized for 15–16 hours instead of 24 hours in a Shuttel apparatus. The erythrocytes were shaken for 1.5–2 minutes at half-hour intervals, unlike the R. Weinbach method, where it must be done constantly. Due to this, the time was reduced, and more red blood cells were obtained in the process. In the process of obtaining erythrocytes, there was no gluing and no signs of hemolysis, which are usually observed with constant 24-hour shaking. The adsorption properties of stabilized erythrocytes have not changed, and the shelf life has been extended to 2 years or more.

² All-Union State Standard 34105-2017 Animals. Laboratory diagnosis of brucellosis. Serological methods.

The optimal ratios of various variants of these detergents were determined, to obtain a highly specific diagnosticum with an activity of 1:1600, with an estimate of four or three crosses (Table 3).

As can be seen from Table 3, the diagnostic for IHT, made in combination with a standard serum, had a titer of 1:1600 and higher, and a negative result was obtained with a negative serum, which corresponds to the requirement of Technic

Table 3. Results of checking the activity and specificity of the new diagnostic for IHT

The amount of antigen per 1 ml of erythrocytes	IHT titers						
	with a standard sample of antibrucella abortus serum					With a negative serum	
	1:200	1:400	1:800	1:1600	1:3200	1:50	1:100
1,0	++++	++++	+++	++	-	-	-
1,5	++++	++++	++++	+++	-	-	-
2,0	++++	++++	++++	++++	+	-	-
2,5	++++	++++	++++	++++	++	-	-
3,0	++++	++++	++++	++++	++	-	-

Table 4. Checking the activity of diagnosticums

IHT titers with a standard sample of antibrucella abortus serum									
with a diagnosticum No. 1 made by a new method					with a diagnosticum No. 2 made by a previously known method				
1:200	1:400	1:800	1:1600	1:3200	1:200	1:400	1:800	1:1600	1:3200
++++	++++	++++	++++	++	++++	++++	++++	++++	+

Table 5. Test results of two erythrocyte diagnosticums in IHT in comparison with traditional diagnostic methods

IHT				SAT, ME					CFT				RBT		IDT		
with diagnosticum No. 1, manufactured according to a new method with the combined use of two detergents		with diagnosticum No. 2, manufactured according to a known method		neg.	25	50	100	200	neg.	1:5	1:10	1:20	1:40	pos.	neg.	pos.	neg.
titre	quantity	titre	quantity														
1:400	3	1:400	3	1	-	1	-	1	-	-	-	-	3	3	-	2	1
1:200	5	1:200	5	3	-	1	-	1	-	1	1	2	1	4	1	3	2
1:100	16	1:100	16	8	-	7	1	-	3	-	4	5	4	13	3	5	11
1:50	20	1:50	20	14	-	4	2	-	8	2	6	2	2	8	12	1	19
1:25	4	1:25	5	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	4	-	4
neg.	4	neg.	3	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	4	-	4
Total	52		52	34	-	13	3	2	19	3	11	9	10	28	24	11	41
pos.	44		44														
%	84.6		84.6														
contr.	4		5														
neg.	4		3	34					19						24		41

Note: pos. — positive result, contr. — controversial result, neg., - — negative result.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анагону С.И.Н., Складов О.Д., Ватников Ю.А. Особенности проявления бруцеллеза животных и борьбы с ним в странах африканского континента. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство.* 2013; 2: 55–60. DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2013-2>

2. Баканов Д.С. Распространенность бруцеллеза в Республике Ингушетия. *Современные достижения ветеринарии и биотехнологии: Сборник научных трудов студентов, аспирантов и молодых ученых.* Ставрополь. 2020; 136–139. <https://elibrary.ru/luoyzy>

Specification 9388-001-73917611-2005. The preparation made in this way will be used by us for further research.

This antigen does not differ from the antigen produced by the previously known method. The results of these tests are shown in tables 4.

As can be seen from the data in Table 4, erythrocyte diagnosticum No. 1 had the same activity as erythrocyte diagnosticum No. 2. The activity of these diagnosticums in the study with a standard sample of antibrucella abortus serum in IHT showed a titer of 1:1600 at an intensity of 4 crosses.

Negative results were obtained in the study of negative serum with these diagnoses, which indicates their specificity.

Both diagnosticums were examined, in comparison with SAT, CFT, RBT and IDT, in the blood sera of 52 goats and sheep from a dysfunctional farm of Dagestan Republic, with an active infection. Data on the comparative test of erythrocyte diagnosticums are given in Table 5.

As can be seen from Table 6, both diagnosticums showed identical results in IHT, at the same time, the new test diagnosticum revealed all animals reacting in other serological reactions. The results of the studies showed that the combined use of the preparation «Progress» and sodium dodecyl sulfate makes it possible to obtain an erythrocyte diagnosticum with high activity and specificity. The patent for the invention RU No. 2667121 dated 31.10.2016 was obtained for this diagnostic.

Выводы/Conclusion

The possibility of obtaining a highly active erythrocyte diagnosticum has been established with the combined use of two surfactants — «Progress» products manufactured by «AMC «Media»» LLC (Losino-Petrovsk, Moscow region) and sodium dodecyl sulfate.

The most rational parameters of the use of detergents for the treatment of brucellar suspension and their optimal concentrations have been determined.

In the study of blood sera of small cattle, brucellosis was diagnosed in IHT in 44 samples (84.6%), SAT — 18 (34.6%), CFT — 33 (63.4%), RBT — 28 (53.8%) and IDT — 11 (21.1%), respectively.

It was found that IHT with a new antigen is specific and highly sensitive, compared with other serological reactions.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

REFERENCES

1. Anagonu S.I., Sklyarov O.D., Vatinikov Yu.A. The particularities of the manifestation of animal brucellosis in African countries. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries.* 2013; (2): 55–60 (In Russian). <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2013-2-55-60>

2. Bakanov D.S. The prevalence of brucellosis in the Republic of Ingushetia. *Modern achievements of veterinary medicine and biotechnology. Collection of scientific papers of students, postgraduates and young scientists.* Stavropol: Stavropol State Agrarian University. 2020; 136–139 (In Russian). <https://elibrary.ru/luoyzy>

3. Джамбулатов З.М., Сакидибиров О.П., Ахмедов М.М., Гаджиев Б.М., Джабарова Г.А., Баратов О.М. Бруцеллез: проблемы и суждения. *Проблемы развития АПК региона*. 2018; 1(33): 80–84. <https://elibrary.ru/ytuhba>
4. Агольцов В.А., Веселовский С.Ю., Частов А.А., Попова О.М. Эпидемиологические и эпизоотологические особенности бруцеллеза в Саратовской и Западно-Казакхстанской областях. *Научная жизнь*. 2017; 7: 92–100. <https://elibrary.ru/zhtthh>
5. Микайлов М.М., Гунашев Ш.А., Яникова Э.А., Халиков А.А., Гулиева А.Т., Рамазанова Д.М. Проблемы бруцеллеза мелкого рогатого скота в Республике Дагестан и пути решения. *Ветеринария и кормление*. 2021; 3: 38–40. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-3-11
6. Нурлыгаянова Г., Зюзгина С., Скоморина Ю., Белоусов В., Базарбаев С. Бруцеллез крупного и мелкого рогатого скота в Центральном федеральном округе. *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. 2022; 3: 7–12. <https://elibrary.ru/ukvrcl>
7. Федоров А.И. и др. Эффективность диагностических методов исследования бруцеллеза животных. *Ветеринария и кормление*. 2020; 1: 21–23. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-1-5
8. Расулов С.А., Мирзоев Д.М., Искандаров М.И., Фёдоров А.И., Искандарова С.С., Альбертян М.П. Диагностическая ценность современных и традиционных методов исследований при бруцеллезе мелкого рогатого скота. *Ветеринария и кормление*. 2017; 2: 45–51. <https://elibrary.ru/ymrxf>
9. Гулюкин М.И. и др. Эффективность мероприятий против бруцеллеза сельскохозяйственных животных. *Ветеринария*. 2019; 11: 20–24. DOI: 10.30896/0042-4846.2019.22.11.20-25
10. Мурзалиев И. Бруцеллез овец: как не допустить инфекции. *Белорусское сельское хозяйство*. 2018; 3: 54, 55. <https://elibrary.ru/cdjeud>
11. Хаиров С.Г., Юсупов О.Ю. Новый эритроцитарный бруцеллезный диагностикум для РНГА. *Вестник ветеринарии*. 2008; 2(45): 22–30. <https://elibrary.ru/jtwjhd>
12. Кабардиев С.Ш., Юсупов О.Ю. Научные достижения и основные результаты исследований Прикаспийского зонального НИВИ по проблеме бруцеллеза. *Ветеринария и кормление*. 2018; 2: 47–50. <https://elibrary.ru/xnhstrn>
3. Dzhambulatov Z.M., Sakidibirov O.P., Akhmedov M.M., Gadzhiev B.M., Dzhabarova G.A., Baratov O.M. Brucellosis: problems and judgments. *Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex*. 2018; (1): 80–84 (In Russian). <https://elibrary.ru/ytuhba>
4. Agoltsov V.A., Veselovsky S.Yu., Chastov A.A., Popova O.M. Epidemiological and epizootic features of brucellosis in the Saratov region and Western Kazakhstan. *Scientific life*. 2017; (7): 92–100 (In Russian). <https://elibrary.ru/zhtthh>
5. Mikailov M.M., Gunashev Sh.A., Yanikova E.A., Halikov A.A., Gulieva A.T., Ramazanova D.M. The problems of brucellosis of small ruminants in Dagestan Republic and its solution. *Veterinaria i kormlenie*. 2021; (3): 38–40 (In Russian). <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-3-11>
6. Nurlygayanova G., Zyuzgina S., Skomorina Yu., Belousov V., Bazarbayev S. Brucellosis of cattle and small ruminants in the Central Federal District. *Veterinariya selskokhozyaystvennykh zhivotnykh*. 2022; (3): 7–12 (In Russian). <https://elibrary.ru/ukvrcl>
7. Fedorov A.I. et al. The effectiveness of diagnostic studies of brucellosis in animals. *Veterinaria i kormlenie*. 2020; (1): 21–23 (In Russian). <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-1-5>
8. Rasulov S.A., Mirzoev D.M., Iskandarov M.I., Fedorov A.I., Iskandarova S.S., Albertyan M.P. Diagnostic value of modern and traditional methods of diagnosis brucellosis in small cattle. *Veterinaria i kormlenie*. 2017; (2): 45–51 (In Russian). <https://elibrary.ru/ymrxf>
9. Gulyukin M.I. et al. Analysis of the effectiveness of measures against brucellosis in farm animals. *Veterinary medicine*. 2019; (11): 20–24 (In Russian). <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2019.22.11.20-25>
10. Murzaliev I. Brucellosis of sheep: how to prevent infection. *Belorusskoe sel'skoe khozyaystvo*. 2018; (3): 54, 55 (In Russian). <https://elibrary.ru/cdjeud>
11. Khairov S.G., Yusupov O.Yu. New erythrocytic brucellosis diagnosticum for IHR. *Vestnik veterinarii*. 2008; (2): 22–30 (In Russian). <https://elibrary.ru/jtwjhd>
12. Kabardiev S.Sh., Yusupov O.Yu. Scientific achievements and main results of investigations of the Caspian zonal research veterinary institute on the problem of brucellosis. *Veterinaria i kormlenie*. 2018; (2): 47–50 (In Russian). <https://elibrary.ru/xnhstrn>

ОБ АВТОРАХ

Ахмед Алиасхабович Халиков,
кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник,
axmedx93@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9765-008X>

Микаил Муслимович Микайлов,
кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник,
mikhail.mikailov1981@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9620-431X>

Шахрудин Алиевич Гунашев,
кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник,
sgunashev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4804-2755>

Эльмира Арслановна Яникова,
кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник,
vetmedservis@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5561-2499>

Джавгарат Магомедовна Рамазанова,
научный сотрудник,
ramazanovadm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4928-1635>

Атия Темирболатовна Гулиева,
младший научный сотрудник,
vetmedservis@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1308-1343>

Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт — филиал Федерального аграрного научного центра Республики Дагестан, ул. Дахадаева, 88, Махачкала, 367000, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Ahmed Aliashabovich Halikov,
Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher,
axmedx93@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9765-008X>

Mikail Muslimovich Mikailov,
Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher,
mikhail.mikailov1981@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9620-431X>

Shakhrudin Alievich Gunashev,
Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher,
sgunashev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4804-2755>

Elmira Arslanovna Yanikova,
Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher,
vetmedservis@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5561-2499>

Dzhavgarat Magomedovna Ramazanova,
Research Associate,
ramazanovadm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4928-1635>

Atiya Temirbolatovna Gulieva,
Junior Research Assistant,
vetmedservis@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1308-1343>

Caspian Zonal Research Veterinary Institute — branch of the Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan, 88 Dahadaev Str., Makhachkala, 367000, Russia

Г.Н. Величко ✉

Т.В. Гальнбек

Федеральный научный центр —
Всероссийский научно-
исследовательский институт
экспериментальной ветеринарии
им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко
Российской академии наук, Москва,
Россия

✉ galina.velichko.68@mail.ru

Поступила в редакцию:
16.08.2023

Одобрена после рецензирования:
15.09.2023

Принята к публикации:
29.09.2023

Galina N. Velichko ✉

Tatyana V. Galnbek

Federal Scientific Center —
All-Russian Research Institute of
Experimental Veterinary Medicine named
after K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko
of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia

✉ galina.velichko.68@mail.ru

Received by the editorial office:
16.08.2023

Accepted in revised:
15.09.2023

Accepted for publication:
29.09.2023

Чувствительность культур клеток к парвовирусу гусей

РЕЗЮМЕ

Вирусный энтерит гусей является одной из наиболее значимых болезней водоплавающих птиц. Это заболевание вызывает высокую летальность молодняка гусей 16,3–99,6 % и наносит значительный экономический ущерб отрасли. Инфекция широко распространена в различных регионах России. Работа с культурой клеток является неотъемлемой частью лабораторной диагностики парвовирусного энтерита гусей. Для выделения вируса, изучения биологических свойств, накопления возбудителя используют развивающиеся эмбрионы гусей и культуры клеток из органов и тканей эмбрионов гусей. Но получение этих культур связано с сезонностью яйцекладки у данного вида птиц. Информация о культивировании парвовируса гусей на других культурах весьма ограничена. Необходимость проведения более широких исследований для определения спектра чувствительных культур клеток, пригодных для репродукции вируса независимо от сезона, является актуальной научной проблемой. Для культивирования многих вирусов успешно применяют культуры клеток гетерологичного видового происхождения. В связи с этим была изучена возможность репродукции парвовируса гусей в культурах клеток разного тканевого и видового происхождения: крупного рогатого скота (КРС), свиней, коз, овец, обезьян, кошек, гусей и гибридных культур. Было установлено, что гетерологичные культуры клеток не поддерживают репродукцию парвовируса гусей. Более того, полученная авторами гибридная культура «С х Г» (свинья и гусь) также не проявляла чувствительности к вирусу.

Ключевые слова: парвовирус гусей, культура клеток, цитопатическое действие, полимеразная цепная реакция (ПЦР)

Для цитирования: Величко Г.Н., Гальнбек Т.В. Чувствительность культур клеток к парвовирусу гусей. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 38–41. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-38-41>

© Величко Г.Н., Гальнбек Т.В.

Sensitivity of cell cultures to goose parvovirus

ABSTRACT

Virus enteritis of geese is one of the most important diseases of waterfowl. This disease causes high lethality in young goslings — up to 16,3–99,6% and significant economic damage to the industry. The infection is widespread in various regions of Russia. It is known that cell culture is an integral part of the laboratory diagnosis of goose parvovirus enteritis. For virus isolation, studying its biological properties, and its accumulation, cell cultures from the organs and tissues of goose embryos and their embryos are widely used. However, the cell cultures' derivation from goose embryos depends on the seasonality of oviposition in this species of bird. Information on the cultivation of goose parvovirus in other species of cell culture is very limited. To determine the range of cell cultures suitable for virus replication, regardless of the season, is an urgent scientific problem that demands more extensive research. Cell cultures of heterologous species are successfully used for the cultivation of many viruses. In this regard, we studied the possibility of reproduction of the geese parvovirus in cell cultures of different tissues and species of origin: cattle, pigs, goats, sheep, monkeys, cats, geese, and hybrid cultures. It was found that heterologous cell cultures do not support goose parvovirus replication. Moreover, the pig-geese hybrid culture derived by the authors did not show sensitivity to the virus.

Key words: goose parvovirus, cell cultures, cytopathic effect, polymerase chain reaction (PCR)

For citation: Velichko G.N., Galnbek T.V. Sensitivity of cell cultures to goose parvovirus. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 38–41 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-38-41>

© Velichko G.N., Galnbek T.V.

Введение/Introduction

Вирусный энтерит гусей — контагиозная болезнь с высокой летальностью молодняка гусей, достигающей 16,3–99,6%. Возбудителем является Parvovirus рода *Dependovirus* подсемейства *Parvoviridae* семейства *Parvovirinae*. К этому возбудителю чувствительны гуси, мускусные и пекинские утки. Данное заболевание регистрируют в Китае, Венгрии, Турции, России и других странах [1–10].

Характерное свойство данного возбудителя — крайне узкий спектр хозяев. Для выделения и культивирования возбудителя используют развивающиеся эмбрионы гусей и культуры клеток из органов и тканей эмбрионов гусей [11–13]. Чувствительность к парвовирусу гусей также обнаружена у культур фибробластов эмбрионов мускусных уток [14]. Для культивирования многих вирусов применяют культуры клеток гетерологичного происхождения [15]. Попытки культивирования парвовируса на гетерологичных культурах до настоящего времени не увенчались успехом, однако следует отметить, что эти исследования носили ограниченный характер. Изучение чувствительности к парвовирусу гусей перевиваемой культуры подкожной соединительной ткани мыши (L) и перевиваемой культуры клеток почки африканской зеленой мартышки (*Vero*) также не выявило репродукции вируса [16]. Сообщений о более широких исследованиях в доступной литературе не обнаружено. Первично-трипсинизированная культура фибробластов эмбриона гусей остается наиболее распространенной моделью для культивирования возбудителя.

Однако получение этой культуры клеток связано с сезонностью яйцекладки гусей. В связи с этим возникла необходимость проведения более широких исследований для определения спектра культур клеток, пригодных для репродукции вируса.

Проведенный анализ обобщает результаты данных исследований изучения чувствительности культур клеток различного видового и тканевого происхождения к парвовирусу гусей.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Работа выполнена в 2022 году в лаборатории вирусологии и в отделе клеточной биотехнологии и питательных сред со специализированной коллекцией сельскохозяйственных и промысловых животных Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук» (г. Москва, Россия)..

Для выполнения работы использовали перевиваемые (постоянные) культуры клеток различного видового и тканевого происхождения из Российской коллекции культур клеток сельскохозяйственных и промысловых животных ВИЭВ, таких как: почка теленка (МДВК, ПТ-80), легкое плода коров (ЛПК, ЛЭК), тестикулы эмбриона бычка (ТЭБ), тестикулы поросенка (ППП), почка эмбриона свиньи (СПЭВ), почка свиньи (ПК-15); почка кошки (ПК-91), селезенка кошки (FS); почка кролика (РК-13), две клеточные линии почки зеленой мартышки (*Vero*), тестикулы козленка (Т-коз ВИЭВ), тестикулы ягненка (ТЯ), яичники овцы (ЯО), фибробласты мыши (Л-929), в том

числе — первичную культуру клеток почки, селезенки, фибробластов эмбрионов гусей¹. Также исследовали чувствительность гибридной линии клеток свиньи и гуся С х Г.

Первично-трипсинизированную культуру клеток готовили из кожно-мышечных тканей 12–13-дневных гусиных эмбрионов. Выделение клеток проводили с использованием 0,25%-ного раствора трипсина. Для культивирования клеток использовали смесь среды 199 и гидролизата лактальбумина с добавлением 10% сыворотки крови крупного рогатого скота. Клеточную культуру выращивали в термостате при 37 °С.

Все вышеуказанные культуры клеток заражали парвовирусом гусей в дозе 0,1 ТЦД₅₀/клетку. Данная доза вызывала полноценную репродукцию вируса в чувствительной культуре клеток и была выбрана для сравнительной оценки чувствительности испытываемых культур.

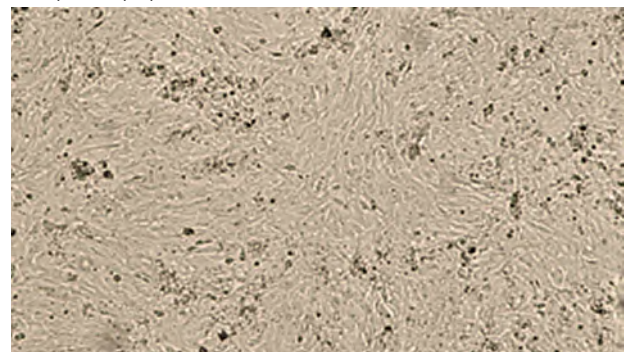
Репродукцию вируса регистрировали по наличию цитопатического действия, а также в полимеразной цепной реакции (ПЦР). ДНК выделяли с помощью набора реактивов производства компании «ВЕТ ФАКТОР» (Россия). ПЦР в режиме реального времени проводили с использованием тест-системы для амплификации ДНК Goose parvovirus (GPV) GenPak DNA-Fluo PCR test («Изоген», Россия) в термоциклере LightCycler 96 (Roche, Швейцария).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Работа с клеточными культурами является неотъемлемой частью лабораторной диагностики парвовирусного энтерита гусей. Культуры клеток фибробластов эмбрионов гусей традиционно используются для выделения возбудителя из патологического материала, изучения биологических свойств, накопления препаративных количеств возбудителя. Культура фибробластов эмбрионов гусей была использована в качестве эталонной культуры. Первично-трипсинизированные культуры клеток формировали конфлуэнтный монослой через 24 часа после посева при посевной концентрации 400–500 тыс. кл/мл. Монослой такой культуры был морфологически неоднородным с преобладанием фибробластоподобных клеток. При инфицировании культуры клеток парвовирусом штаммом G-8 цитопатическое действие (ЦПД) проявлялось в виде зернистости цитоплазмы на третьи сутки культивирования. В дальнейшем клетки округлялись и отслаивались от стекла с образованием пустот. Полное отторжение клеток от стекла наступало на пятые–шестые сутки (рис. 1–4).

Рис. 1. Неинфицированная культура клеток фибробластов эмбрионов гусей через 24 часа после засева. Неокрашенный препарат. Увел. 40X

Fig. 1. Culture of goose embryo fibroblasts 24 h days after sowing. Unpainted preparation. Increase 40



¹ Гулюкин М.И., Дьяконов Л.П., Какпаков В.Т., Гальнбек Т.В., Акиншина Г.Т., Киселева Д.Р., Завьялова Е.А. Каталог клеточных культур позвоночных и беспозвоночных животных, 3-е изд. Москва. 2011; 155

Рис. 2. Культура клеток фибробластов эмбрионов гусей, зараженная парвовирусом, штамм G-8, через 4 сут. Увел. 40X

Fig. 2. Fibroblast culture of goose embryos infected parvovirus st. G-8, 4 days. Unpainted preparation. Increase 40

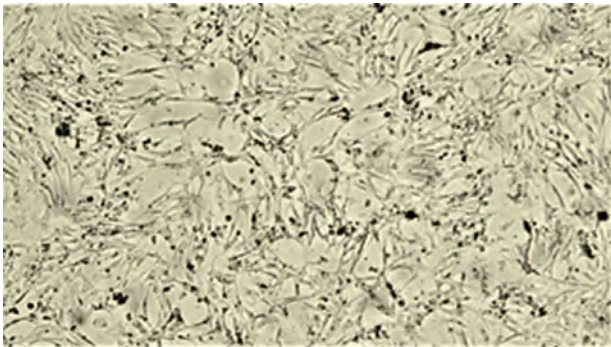
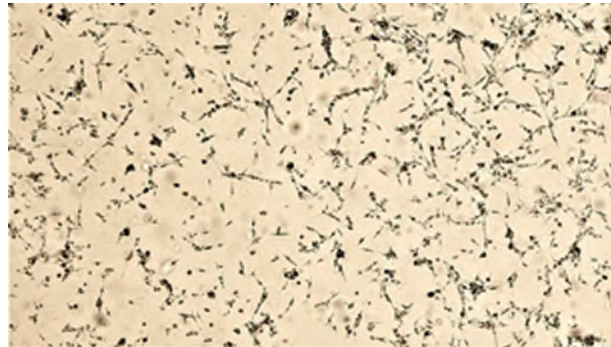


Рис. 3. Культура клеток фибробластов эмбрионов гусей, зараженная парвовирусом, штамм G-8, через 5 сут. Увел. 40X

Fig. 3. Fibroblast culture of goose embryos infected parvovirus st. G-8, 5 days. Unpainted preparation. Increase 40



Накопление вируса в эти сроки достигало максимальных значений: титр составлял 4,5 Ig ТЦД₅₀/мл. В ПЦР геном вируса выявляли в разведении до 10⁵. Первично-трипсинизированные культуры клеток почек, селезенки эмбрионов гусей обладали аналогичной чувствительностью. Последовательные пассажы вируса в этих культурах (до 5) не приводили к снижению уровня накопления, изменения картины ЦПД и результатов ПЦР.

В культурах клеток КРС постоянных линий и первичных культур, репродукции вируса не отмечено. Слепые пассажы не привели к адаптации вируса. Исключением была культура клеток MDBK, в которой наблюдали образование локальных фокусов округлившихся клеток. По мере культивирования эти клетки формировали цитоагломераты. На протяжении всего срока наблюдения — 7–10 суток — дальнейшего развития изменений не происходило. Титр вируса был менее 1 Ig. Геном вируса выявляли только в нативной культуральной жидкости.

Культуры клеток свиней ПТП, СПЭВ, ПК–15 не поддерживали репродукции данного вируса. Гибридная линия клеток С х Г не поддерживала репродукции парвовируса гусей. Однако полученная гибридная линия клеток С х Г оказалась чувствительной к широкому

спектру ДНК-, РНК-вирусам различного видового происхождения, за исключением парвовируса гусей.

Парвовирус гусей не размножался в культуре фибробластов мышей Л-929: морфологических изменений клеток не происходило на протяжении всего срока наблюдения (10–12 дней). ПЦР показала отрицательный результат.

Репродукции вируса в культурах клеток почки кошки, зеленой мартышки, кролика, коз, овец также не установлено, о чем свидетельствовали отсутствие ЦПД и отрицательные результаты ПЦР.

Выводы/Conclusion

Изучение чувствительности культур клеток различного видового и тканевого происхождения к парвовирусу гусей продемонстрировало, что полноценную репродукцию вируса поддерживают исключительно культуры клеток гусей. Эта особенность видоспецифичности вируса находится в прямой зависимости с его способностью вызывать заболевание у гусей. Гибридная линия клеток С х Г, несмотря на наличие генетического материала гусей, не проявляла чувствительности к вирусу. Можно сделать предположение об отсутствии специфических рецепторов на поверхностной клеточной мембране.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Исследования выполнены в рамках государственного задания Министерства науки и образования Российской Федерации (FGUG-2022-0009).

FUNDING:

The work was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Science and Education of the Russian Federation (FGUG-2022-0009).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Ning K., Wang M., Qu S., Lv J., Yang L., Zhang D. Pathogenicity of Pekin duck- and goose-origin parvoviruses in Pekin. *Veterinary Microbiology*. 2017; 210: 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.08.020>
- Wang K., Wang C.J., Pan L., Wang G.J., Qi K.Z., Liu H.M. Isolation and characterization of a goose parvovirus from Yan goose. *Acta virologica*. 2016; 60(3): 333–335. https://doi.org/10.4149/av_2016_03_333
- Kardog n  ., M stak H.K., M stak  .B. The first detection and characterization of goose parvovirus (GPV) in Turkey. *Tropical Animal Health and Production*. 2021; 53: 36. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02463-8>
- Isidan H., Turan T., Atasoy M.O., Coskun A. Molecular analysis of goose parvovirus field strains from a Derzsy's disease outbreak reveals local European-associated variants. *Archives of Virology*. 2021. 166(7): 1931–1942. <https://doi.org/10.1007/s00705-021-05086-y>
- Li P. *et al.* Isolation and characterization of novel goose parvovirus-related virus reveal the evolution of waterfowl parvovirus. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2018; 65(2): e284–e295. <https://doi.org/10.1111/tbed.12751>

REFERENCES

- Ning K., Wang M., Qu S., Lv J., Yang L., Zhang D. Pathogenicity of Pekin duck- and goose-origin parvoviruses in Pekin. *Veterinary Microbiology*. 2017; 210: 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.08.020>
- Wang K., Wang C.J., Pan L., Wang G.J., Qi K.Z., Liu H.M. Isolation and characterization of a goose parvovirus from Yan goose. *Acta virologica*. 2016; 60(3): 333–335. https://doi.org/10.4149/av_2016_03_333
- Kardog n  ., M stak H.K., M stak  .B. The first detection and characterization of goose parvovirus (GPV) in Turkey. *Tropical Animal Health and Production*. 2021; 53: 36. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02463-8>
- Isidan H., Turan T., Atasoy M.O., Coskun A. Molecular analysis of goose parvovirus field strains from a Derzsy's disease outbreak reveals local European-associated variants. *Archives of Virology*. 2021. 166(7): 1931–1942. <https://doi.org/10.1007/s00705-021-05086-y>
- Li P. *et al.* Isolation and characterization of novel goose parvovirus-related virus reveal the evolution of waterfowl parvovirus. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2018; 65(2): e284–e295. <https://doi.org/10.1111/tbed.12751>

6. JinLong Y. *et al.* A simple and rapid method for detection of Goose Parvovirus in the field by loop-mediated isothermal amplification. *Virology Journal*. 2010. 7: 14. <https://doi.org/10.1186/1743-422X-7-14>
7. Li P. *et al.* Development of a duplex semi-nested PCR assay for detection of classical goose parvovirus and novel goose parvovirus-related virus in sink or dead ducks with short beak and dwarfism syndrome. *Journal of Virological Methods*. 2017; 249: 165–169. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2017.09.011>
8. Bian G. *et al.* Identification and genomic analysis of two novel duck-origin GPV-related parvovirus in China. *BMC Veterinary Research*. 2019; 15: 88. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1833-9>
9. Li D., Zhang L., Chen S., Gu J., Ding M., Li J. Detection and Molecular Characterization of Two Genotypes of Goose Parvoviruses Isolated from Growing Period Geese and Cherry Valley Ducks in China. *Avian Diseases*. 2019; 63(3): 411–419. <https://doi.org/10.1637/12015-121818-Reg.1>
10. Трефилов Б.Б., Никитина Н.В., Явдошак Л.И. Парвовирусная инфекция гусей. Санкт-Петербург; Ломоносов: Агат. 2013; 79. ISBN 978-5-86983-522-2 <https://www.elibrary.ru/tqeqpj>
11. Gough R.E., Spackman D., Collins M.S. Isolation and characterisation of a parvovirus from goslings. *The Veterinary record*. 1981; 108(18): 399–400. <https://doi.org/10.1136/vr.108.18.399>
12. Контримавичус Л.М. История изучения парвовирусной инфекции гусей в России. *Ветеринария*. 2011; (3): 61, 62. <https://www.elibrary.ru/ndjuvn>
13. Kisary J., Derzsy D. Viral disease of Goslings. IV. Characterization of the causal agent in tissue culture system. *Acta veterinaria Academiae Scientiarum Hungaricae*. 1974; 24(3): 287–292.
14. Величко Г.Н. Биологические свойства парвовируса гусей. *Инфекционные болезни*. 2017; 15(S1): 56, 57. <https://www.elibrary.ru/yjgbmr>
15. Калинин А.Г., Гальнбек Т.В., Кулешов К.В., Сотников А.Н., Володько Д.В., Потапова И.В. Скрининг чувствительности культур клеток к вирусу мешотчатого расплода пчел. *Ветеринария и кормление*. 2019; (2): 47–49. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2019-2-17>
16. Петелина Е.А. Биологические и физико-химические свойства вируса энтерита гусей. Дисс. канд. биол. наук. Москва. 1984; 155.
6. JinLong Y. *et al.* A simple and rapid method for detection of Goose Parvovirus in the field by loop-mediated isothermal amplification. *Virology Journal*. 2010. 7: 14. <https://doi.org/10.1186/1743-422X-7-14>
7. Li P. *et al.* Development of a duplex semi-nested PCR assay for detection of classical goose parvovirus and novel goose parvovirus-related virus in sink or dead ducks with short beak and dwarfism syndrome. *Journal of Virological Methods*. 2017; 249: 165–169. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2017.09.011>
8. Bian G. *et al.* Identification and genomic analysis of two novel duck-origin GPV-related parvovirus in China. *BMC Veterinary Research*. 2019; 15: 88. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1833-9>
9. Li D., Zhang L., Chen S., Gu J., Ding M., Li J. Detection and Molecular Characterization of Two Genotypes of Goose Parvoviruses Isolated from Growing Period Geese and Cherry Valley Ducks in China. *Avian Diseases*. 2019; 63(3): 411–419. <https://doi.org/10.1637/12015-121818-Reg.1>
10. Trefilov B.B., Nikitina N.V., Yavdoshak L.I. Parvovirus infection of geese. St. Petersburg; Lomonosov: Agat. 2013; 79 (In Russian). ISBN 978-5-86983-522-2 <https://www.elibrary.ru/tqeqpj>
11. Gough R.E., Spackman D., Collins M.S. Isolation and characterisation of a parvovirus from goslings. *The Veterinary record*. 1981; 108(18): 399–400. <https://doi.org/10.1136/vr.108.18.399>
12. Kontrimavichus L.M. History of studying parvovirus infections of geese in Russia. *Veterinary Medicine*. 2011; (3): 61, 62 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ndjuvn>
13. Kisary J., Derzsy D. Viral disease of Goslings. IV. Characterization of the causal agent in tissue culture system. *Acta veterinaria Academiae Scientiarum Hungaricae*. 1974; 24(3): 287–292.
14. Velichko G.N. Biological properties of goose parvovirus. *Infectious Diseases*. 2017; 15(S1): 56, 57 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yjgbmr>
15. Kalinin A.G., Galnbek T.V., Kuleshov K.V., Sotnikov A.N., Volodko D.V., Potapova I.V. Screening of sensitivity of cell cultures to the sacbroodvirus of bees. *Veterinaria i kormlenie*. 2019; (2): 47–49 (In Russian). <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2019-2-17>
16. Petelina E.A. Biological and physicochemical properties of goose enteritis virus. Diss. candidate biol. Sci. Moscow. 1984; 155.

ОБ АВТОРАХ**Галина Николаевна Величко,**

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник,
galina.velichko.68@mail.ru
<http://orcid.org/0000-0003-2915-222X>

Татьяна Валерьевна Гальнбек,

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник,
tatyana-galnbek@yandex.ru
<http://orcid.org/0000-0001-7753-5263>

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

ABOUT THE AUTHORS**Galina Nikolaevna Velichko,**

Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher,
galina.velichko.68@mail.ru
<http://orcid.org/0000-0003-2915-222X>

Tatyana Valerievna Galnbek,

Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher,
tatyana-galnbek@yandex.ru
<http://orcid.org/0000-0001-7753-5263>

Federal Scientific Center — All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko Russian Academy of Sciences, 24 Ryazan Ave., Moscow, 109428, Russia

Rasul D. Ustarov

Caspian Zonal Research Veterinary
Institute — branch of the Federal Agrarian
Scientific Center of the Republic of Dagestan,
Makhachkala, Russia

✉ vetrach85@gmail.comReceived by the editorial office:
15.05.2023Accepted in revised:
15.09.2023Accepted for publication:
29.09.2023

Научная статья

Р.Д. Устаров

Прикаспийский зональный научно-
исследовательский ветеринарный
институт — филиал Федерального
аграрного научного центра Республики
Дагестан, Махачкала, Россия

✉ vetrach85@gmail.comПоступила в редакцию:
15.05.2023Одобрена после рецензирования:
15.09.2023Принята к публикации:
29.09.2023

Prevention of psoroptosis of sheep in Dagestan Republic in winter

ABSTRACT

Relevance. Sheep breeding in Dagestan has its own distinctive features compared to other regions, territories and republics of our country. They are associated with extremely diverse natural and climatic conditions of various geographical zones of the republic. Currently, preventive measures against psoroptosis of sheep and goats in the Caspian region of Russia are carried out by practitioners and workers of farms of various forms of ownership using outdated acaricidal agents of past generations. The main peak of psoroptosis of sheep in the Republic of Dagestan falls on the autumn-spring period — from November to mid-December and from March to May. At this time, bathing activities are not possible, the injection method is not always convenient, especially taking into account pregnant queens and young animals, spraying is ineffective and carries the risk of hypothermia of animals. It follows from the above that the search for acaricidal agents capable of preventing psoroptosis of sheep in winter on the territory of the Caspian region of Russia is of great scientific and practical importance.

Results. The experimental data obtained allow us to conclude that the preventive use of the acaricidal agent Delcid 7.5 in a dosage of 10 ml per 50 kg of live weight provides protection against *Psoroptes ovis* for up to 23 days, Sanofly — up to 18, which is 5 days less. Delcid 7.5 turned out to be 10% more effective in acaricidal action, as well as in the number of new lesions on average per animal with an indicator of 1, whereas after Sanoflaya, this indicator reached 2 after 23 days of the experiment. The reasons for the results obtained are various main active substances and their acaricidal effect against the *Psoroptes ovis* tick, in Delcid 7.5 it is deltamethrin, in Sanoflaya it is cyflutrin.

Key words: delcid 7.5, sanofly, deltamethrin, prevention, sheep, psoroptosis, antiparasitic drugs

For citation: Ustarov R.D. Prevention of psoroptosis of sheep in the Republic of Dagestan in winter. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 42–45. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-42-45>

© Ustarov R.D.

Профилактика псороптоза овец в Республике Дагестан в зимний период

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Овцеводство в Дагестане имеет свои отличительные особенности по сравнению с другими областями, краями и республиками нашей страны. Они связаны с крайне разнообразными природно-климатическими условиями различных географических зон республики. Во многих хозяйствах горной и предгорной зон исторически сложилась отгонно-пастбищная система ведения овцеводства, а в равнинной — в основном стационарно-пастбищное содержание овцепоголовья. В настоящее время профилактические мероприятия против псороптоза овец и коз в Прикаспийском регионе России практикующие специалисты и работники хозяйств различных форм собственности проводят с использованием устаревших акарицидных средств прошлых поколений. Основной пик поражения псороптозом овец в Республике Дагестан приходится на осенне-весенний период — с ноября по середину декабря и с марта по май. В это время не представляются возможными купочные мероприятия, инъекционный метод не всегда удобен, особенно с учетом суягных маток и молодняка, опрыскивание малоэффективно и несет риск переохлаждения животных. Из вышеизложенного следует, что изыскание акарицидных средств, способных профилактировать псороптоз овец в зимний период на территории Прикаспийского региона России, имеет важное научное и практическое значение.

Результаты. Полученные экспериментальные данные позволяют сделать вывод, что профилактическое применение акарицидного средства Дельцид 7,5 в дозировке 10 мл на 50 кг живого веса дает защиту от *Psoroptes ovis* сроком до 23 дней, Санофлай — до 18, что на 5 суток меньше. Дельцид 7,5 оказался эффективнее на 10% по акарицидному действию, а также и по количеству новых очагов поражения в среднем на одно животное с показателем 1, тогда как после Санофлая этот показатель после 23 суток эксперимента достиг 2. Причины полученных результатов — различные основные действующие вещества и их акарицидное действие против клеща *Psoroptes ovis*, у Дельцида 7,5 это дельтаметрин, у Санофлая — цифлутрин.

Ключевые слова: дельцид 7,5, санофлай, дельтаметрин, профилактика, овцы, псороптоз, противопаразитарные препараты

Для цитирования: Устаров Р.Д. Профилактика псороптоза овец в Республике Дагестан в зимний период. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 42–45 (In English). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-42-45>

© Устаров Р.Д.

Введение/Introduction

Dagestan is a peculiar, unique region of our country, which is characterized by sharp natural contrasts. The territory of the republic extends from the vast steppes of the Caspian lowland to the snow-white peaks of the Greater Caucasus Range, the area is 50.3 thousand square kilometers.

3349.4 thousand hectares are occupied by agricultural land, including pastures — 1227.6 thousand hectares. Although most of the farms are diversified, sheep breeding occupies a leading place, for farms in the mountainous zone, sheep breeding is the main source of income [1].

Sheep breeding in Dagestan has its own distinctive features in comparison with other regions, territories and republics of our country. They are associated with a variety of natural and climatic conditions of various geographical zones of the republic. In many farms of the mountainous and foothill zones, a transhumance-pasture system of sheep breeding has historically developed [2, 3].

Sheep farms of the republic also use winter pastures on the territory of the Republic of Kalmykia and the Stavropol Territory.

One of the urgent problems of parasitology on the present stage is the fight against arachnoentomosis, including psoroptosis, which causes significant economic damage to the livestock farms of the region [4, 5].

Psoroptosis of sheep and goats is a chronic disease, caused by the *Psoroptes ovis* mite, occurring in subacute, acute, chronic, sometimes generalized forms. It is characterized by lesions in sheep and goats of thick-haired parts of the body, goats — sometimes the auricles. Psoroptosis causes great economic damage to farms due to the culling of raw materials (skins and wool), most importantly — losses in milk and meat productivity [6–8].

Currently, preventive measures against psoroptosis of sheep and goats in the Caspian region of Russia are carried out by practitioners and workers of farms of various forms of ownership using obsolete acaricides of past generations [9, 10]. The main method for the prevention of psoroptosis in sheep and goats, taking into account the vertical zonality of the region and the livestock management system, remains the buying method with the use of acaricidal preparations in swimming baths, spraying, watering and subcutaneous injection methods are less commonly used [11–13]. Do not fully satisfy the needs of business executives, veterinary specialists in the fight against sheep psoroptosis and create certain restrictions on the use, especially in winter [14]. The main peaks of sheep psoroptosis in the Dagestan Republic occur in the autumn-spring periods — from November to mid-December and from March to May. During these peaks of the incidence, it is not possible to purchase measures, the injection method is not always convenient, especially taking into account pregnant queens and young animals, and spraying is ineffective and carries the risk of hypothermia of animals.

Based on the foregoing, it follows that the search for acaricidal agents that can prevent sheep psoroptosis in the winter on the territory of the Caspian region of Russia is of great scientific and practical importance.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

The work was carried out in the laboratory of parasitology of the Caspian Zonal Research Veterinary Institute —

a branch of the federal state budgetary scientific institution «Federal Agrarian Research Center Dagestan Republic» and the peasant farm «Bukhty» in the Gunibsky district.

When making a diagnosis on psoroptosis, the clinical signs of the disease in sheep were initially taken into account by external examination, taking into account epizootological data.

In order to study the preventive effect of the acaricidal drug Delcid 7.5 (OOO «Agrovetzaschita», Russia), we selected a farm that was unfavorable on sheep psoroptosis. The choice of the drug Delcid 7.5 is determined ovlen for a number of reasons. This is, first of all, the form of application — drip application along the spine, the main active ingredient — deltamethrin, which has proven itself well in preparations, of other forms of application, also played a role, in indications for use.

In order to study the preventive effect of acaricides — Delcid 7.5 and Sanofly (OOO «API-SAN», Russia) — against *Psoroptes ovis*, a farm that was unfavorable on sheep psoroptosis was chosen. For the experiments, 3 groups of healthy animals were made up, 20 heads each, each group was separately marked. The first group was treated with the acaricide Delcid 7.5 in dosage of 10 ml per 50 kg live weight, the second — with Sanofly at a dosage of 1.5 ml per 50 kg of live weight, according to the manufacturer's instructions. Both products were applied by drip irrigation, without cutting the hair, pushing it to the sides by hand, on intact and dry skin, along the spine of the animal from the withers to the sacrum. The third control group did not undergo any chemoprophylactic treatments.

After the prophylactic treatment with drugs, all three groups were kept together in a common flock with psoroptosis-unfavorable sheep. The duration of the observation period for animals and manifestations of clinical signs of the disease was 25 days. Tests of drugs were carried out in accordance with the «Methodological guidelines the primary selection of new acaricides and comparative study of their activity against sarcoptoid mites» (1982)¹.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

The results of experimental experiments after prophylactic treatment of all groups with acaricides Deltsid 7.5 and Sanofly are shown in tables 1 and 2. In experiments with drugs, emphasis was placed on their acaricidal activity against the skin mite *Psoroptes ovis*, which belongs to the permanent parasites of sheep in the Dagestan Republic and parasitizes on the epidermal layer of the skin of animals.

As can be seen from Table 1, the use of Delcid at a dosage of 10 ml per 50 kg of live weight provides protection against *Psoroptes ovis* for up to 23 days, treatment with Sanofly at a dosage of 3 ml per 50 kg of live weight, provides protection up to 18 days. In the control group, not subjected to chemoprophylactic treatments, lesions of *Psoroptes ovis* were observed on the 13th day (Table 1).

Table 1. Preventive action of acaricides Delcid 7.5 and Sanofly against *Psoroptes ovis*

A drug	Dose	Psoroptosis lesions were found after x days													
		1	3	5	10	13	15	18	20	21	22	23	24	25	
Delcid 7.5	Drip along the spine, 10 ml / 50 kg fl. masses	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Sanofly	Drip along the spine, 3 ml / 50 kg fl. mass	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Control	—	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+

¹ Стринадкин П.С.. Методические указания по первичному отбору новых акарицидов и сравнительному изучению их активности против саркоптоидных клещей. Отделение ветеринарии. М.: ВАСХНИЛ. 1982; 12. (P.S. Strinadkin. Guidelines for the primary selection of new acaricides and comparative study of their activity against sarcoptic mites. Department of Veterinary Medicine. M.: VASKHNIL. 1982; 12.)

The number of lesions of *Psoroptes ovis* on average per animal after prophylactic treatment with Delcid 7.5, and Sanofly is shown in Table 2. As follows from the data, after treatment with Delcid 7.5, at a dosage of 10 ml per 50 kg of live weight, the number of lesions on average per animal — 1 (Table 2).

After treatment with Sanofly, this indicator was also 1, from 18 to 23 days and then rose to 2. In the control group, from 13 to 21 days, the number of *Psoroptes ovis* — 1 foci appeared, from 21 to 25 — increased to 2.

Comparative acaricidal efficacy of Delcid 7.5 and Sanofly preparations is shown in Table 3. Over the 25-days period of production experience for the prevention of psoroptosis, the following result was obtained: after treatment with Delcid 7.5 — on average, new lesions per animal — 1, total sick — 3. After the use of Sanofly average of lesions on one animal — 2, all sick — 5 out of 20 in the experimental group. The drug Delcid showed a prophylactic effect against *Psoroptes ovis* 10% higher than that of Sanofly (Table 3).

Выводы/Conclusion

The experimental data obtained allow us to conclude that the prophylactic use of the acaricide Delcid 7.5, at a dosage 10 ml per 50 kg of live weight, provides protection against *Psoroptes ovis* for up to 23 days, Sanofly up to 18 days, which is on 5 less. Delcid 7.5 turned out to be 10% more effective in terms of acaricidal action, as well as the number of new lesions on average per animal, with an indicator — 1, while after Sanofly this indicator reached 2 after 23 days of the experiment. The reason of the results obtained it is necessary to consider the various main active substances and their acaricidal action specifically against the *Psoroptes ovis*, mite, in Delcid 7.5 it is deltamethrin,

Table 2. The number of lesions of *Psoroptes ovis* on average per animal after prophylactic treatment with Delcid 7.5 and Sanofly

A drug	Dose	Lesions detected on 1 animal after x days													
		1	3	5	10	13	15	18	20	21	22	23	24	25	
Delcid 7.5	Drip along the spine, 10 ml / 50 kg fl. masses	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	
Sanofly	Drip along the spine, 3 ml / 50 kg fl. mass	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	2	2		
Control	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2	2	2	2		

Table 3. Comparative acaricidal efficacy in the prevention of psoroptosis with drugs Ivermek and Santomectin

A drug	Number of animals per group	Method applications dosage	Lesions per 1 animal in 25 days	Number of diseased animals in 25 days	Acaricidal effect activity, %
Delcid 7.5	20	Drip along the spine 10 ml / 50 kg and. mass	1	3	85
Sanofly	20	Drip along the spine 3 ml / 50 kg and. mass	2	5	75.5

Sanofly — cyfluthrin. It should also be taken into account that the manufacturers of Sanofly do not include sarcoptoid mites and proven acaricidal efficacy in the list of indications for use.

Based on the foregoing, we can conclude that Delcid 7.5 at a dosage according to the manufacturer's instructions, is an effective and topical acaricidal agent that allows you successfully to prevent sheep psoroptosis in the winter, when other methods of treatment are impossible or difficult.

Автор несет ответственность за работу, представленные данные и ответственность за плагиат.

The author is responsible for the work, the data presented and responsibility for plagiarism.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Газимагомедов М.Г. и др. Совершенствование методики интегрированной этиотропно-иммунокорректирующей терапии и профилактики псороптоза овец. *Ветеринарный врач*. 2018; (1): 38–40. <https://elibrary.ru/ysztkno>
- Устаров Р.Д. Сравнительная экономическая эффективность современных акарицидных средств при терапии псороптоза овец. *Ветеринария Кубани*. 2021; (6): 25–27. <https://elibrary.ru/yuknpr>
- Байсарова З.Т. Лечение псороптоза овец в условиях хозяйств Чеченской Республики. *Вестник Медицинского института*. 2020; (2): 63–66. <https://doi.org/10.36684/med-2020-18-2-63-66>
- Магомедшапиев Г.М. Распространение и экономический ущерб от псороптоза овец в Республике Дагестан. *Ветеринария и кормление*. 2020; (4): 35–37. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-4-12>
- Малыарчук В.И., Солопов Н.В. Синтетические пиретроиды как акарициды при псороптозе овец. *Проблемы ветеринарной медицины Северного Казахстана и Сибири*. Астана: Техсервис К-С. 2001; 78–81. <https://elibrary.ru/vcskrv>
- Толешов Е., Аленова У.М. Эффективность ивомека и дорасулеса при псороптозе овец. *Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы Международной студенческой научной конференции*. Белгород: Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина. 2022; 3: 189, 190. <https://elibrary.ru/mcurgv>
- Мураталиев К.Э., Смаилов Э.А., Осмонов Ы.Д., Карасартов У.Э., Назаров С.О. Поточная линия профилактической обработки овец против псороптоза. *Вестник НГИЭИ*. 2019; (11): 27–36. <https://elibrary.ru/opmnnv>
- Удавлев Д.И., Степанова С.П., Карадурдыев Р.А., Филипенкова Г.В. Препарат «Ципер-даг» для профилактики и лечения псороптоза овец. *Проблемы взаимодействия науки и общества. Сборник статей Международной научно-практической конференции*. Уфа: Аэтерна. 2018; 1: 192–195. <https://elibrary.ru/yqhtnr>
- Куртеков В.А. Изучение эффективности препаратов на основе циперметрина при псороптозе крупного рогатого скота. *Научная мысль XXI века: результаты фундаментальных и прикладных исследований. Сборник статей Международной научно-практической конференции*. Самара: Поволжская научная корпорация. 2018; 178–183. <https://elibrary.ru/xrivid>

REFERENCES

- Gazimagomedov M.G. et al. Improvement of methods of integrated-immunocorrective causal therapy and prevention of common scab of sheep. *Veterinary Vrach*. 2018; (1): 38–40 (In Russian). <https://elibrary.ru/ysztkno>
- Ustarov R.D. Comparative economic efficiency of modern acaricidal agents in sheep psoroptosis treatment. *Veterinaria Kubani*. 2021; (6): 25–27 (In Russian). <https://elibrary.ru/yuknpr>
- Baysarova Z.T. Treatment of sheep psoroptosis in the farm conditions of the Chechen Republic. *Vestnik Meditsinskogo instituta*. 2020; (2): 63–66 (In Russian). <https://doi.org/10.36684/med-2020-18-2-63-66>
- Magomedshapiev G.M. The distribution and economic losses from common scab of sheep in the Republic of Dagestan. *Veterinaria i kormlenie*. 2020; (4): 35–37 (In Russian). <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-4-12>
- Malyarchuk V.I., Solopov N.V. Synthetic pyrethroids as acaricides in sheep psoroptosis. *Problems of veterinary medicine in Northern Kazakhstan and Siberia*. Astana: Tekhservis K-S. 2001; 78–81 (In Russian). <https://elibrary.ru/vcskrv>
- Toleshov E., Alenova U.M. The effectiveness of ivomek and dorasules in sheep psoroptosis. *Gorinsky Readings. Innovative solutions for the agro-industrial complex. Proceedings of the International Student Scientific Conference*. Belgorod: Belgorod State Agricultural University named after V.Ya. Gorin. 2022; 3: 189, 190 (In Russian). <https://elibrary.ru/mcurgv>
- Muratalliev K.E., Smailov E.A., Osmonov Y.D., Karasartov U.E., Nazarov S.O. Sheep prevention line for prevention against psoroptosis. *Bulletin NGIEI*. 2019; (11): 27–36 (In Russian). <https://elibrary.ru/opmnnv>
- Udavlev D.I., Stepanova S.P., Karadurdyev R.A., Filipenkova G.V. The drug «Tsiper-dag» for the prevention and treatment of sheep psoroptosis. *Problems of interaction between science and society. Collection of articles of the International scientific and practical conference*. Ufa: Aeterna. 2018; 1: 192–195 (In Russian). <https://elibrary.ru/yqhtnr>
- Kurtekov V.A. Study of the effectiveness of preparations based on cypermethrin in psoroptosis of cattle. *Scientific thought of the XXI century: the results of fundamental and applied research. Collection of articles of the International scientific-practical conference*. Samara: Volga Scientific Corporation. 2018; 178–183 (In Russian). <https://elibrary.ru/xrivid>

10. Студент Ж., Кадиров М., Жанабаев А.А., Усенбаев А.Е. Эффективность авермектинов при псороптозе крупного рогатого скота в условиях Северо-Казакстанской области. *Молодежная наука — гарант инновационного развития АПК. Материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия. 2019; 2: 101–104. <https://elibrary.ru/dzctbv>

11. Василевич Ф.И., Фатахов К.Ф. Эффективность препарата «Липомек» 2% при гематопинозе телят и псороптозе овец. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2022; (5): 84–88. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202205010>

12. Турдиев Ш.А., Саторов Н.Р., Абдуллоев З.Н., Сидоркин В.А. Эффективность новой лекарственной формы ивермектина — «Ивермек»: при псороптозе овец. *Кिशоварз*. 2008; (3): 25, 26. <https://elibrary.ru/kwbvrx>

13. Мальцева Б.М. Препарат «Мустанг» для борьбы с псороптозом овец. *Ветеринария*. 2001; (1): 285. <https://elibrary.ru/ecfrpj>

14. Акбаев Р.М., Бабичев Н.В., Денисенко Т.Е. Особенности эпизоотологического процесса при псороптозе крупного рогатого скота и овец. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2022; (6): 166–169. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-98-6-166-169>

10. Student Zh., Kadyrov M., Zhanabaev A.A., Usenbaev A.E. The effectiveness of avermectins in psoroptosis of cattle in the conditions of the North Kazakhstan region. *Youth science is a guarantor of the innovative development of the agro-industrial complex. Proceedings of the X All-Russian (national) scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists*. Kursk: Kursk State Agricultural Academy. 2019; 2: 101–104 (In Russian). <https://elibrary.ru/dzctbv>

11. Vasilevich F.I., Fatakhov K.F. The effectiveness of the drug lipomec 2% for hematopinososis of calves and psoroptosis of sheep. *Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*. 2022; (5): 84–88 (In Russian). <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202205010>

12. Turdiev Sh.A., Satorov N.R., Abdulloev Z.N., Sidorkin V.A. The efficiency of the new medicinal form ivermectin — «Ivermec» on psoroptosis of sheep. *Kishovarz*. 2008; (3): 25, 26 (In Russian). <https://elibrary.ru/kwbvrx>

13. Maltseva B.M. «Mustang» drug to combat psoroptosis in sheep. *Veterinariya*. 2001; (1): 285 (In Russian). <https://elibrary.ru/ecfrpj>

14. Akbayev R.M., Babichev N.V., Denisenko T.E. Features of the epizootological process in psoroptosis of cattle and sheep. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022; (6): 166–169 (In Russian). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-98-6-166-169>

ОБ АВТОРАХ

Расул Джамалудинович Устаров,

старший научный сотрудник лаборатории изучения инвазионных болезней сельскохозяйственных животных и птиц,
vetvrach85@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6272-7438>

Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт — филиал Федерального аграрного научного центра Республики Дагестан,
ул. Дахадаева, 88, Махачкала, 367000, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Rasul Jamaludinovich Ustarov,

Senior Researcher at the Laboratory for the Study of Invasive Diseases of Farm Animals and Birds,
vetvrach85@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6272-7438>

Caspian Zonal Research Veterinary Institute — branch of the Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan,
88 Dakhadaev Str., Makhachkala, 367000, Russia

Н. Р. Будулов

Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт — филиал Федерального аграрного научного центра Республики Дагестан, Махачкала, Россия

✉ budulov1951@mail.ru

Поступила в редакцию:
15.05.2023Одобрена после рецензирования:
15.09.2023Принята к публикации:
29.09.2023

Research article

 creative commons

Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-46-49

Nurdin R. Budulov

Caspian Zonal Research Veterinary Institute — branch of the Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala, Russia,

✉ budulov1951@mail.ru

Received by the editorial office:
15.05.2023Accepted in revised:
15.09.2023Accepted for publication:
29.09.2023

Зональные особенности распространения вируса лейкоза крупного рогатого скота в Дагестане

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Широко распространенная по экономическому ущербу заразная болезнь среди крупного рогатого скота (КРС) — вирусный лейкоз, регистрируемый в Дагестанской провинции с 60-х годов XX века. Регион имеет отличительные особенности, обусловленные природными и климатическими условиями местности. В связи с этим анализ зональных особенностей распространения вируса лейкоза КРС (ВЛКРС) остается актуальной задачей при дальнейшем изучении эпизоотического процесса и разработке комплексной программы оздоровительных мероприятий.

Методы. Объектом серологического исследования служил скот, содержащийся на территории сельскохозяйственных формирований всех форм собственности. С целью изучения зональных особенностей проявления и постоянства возникновения инфекции ВЛКРС использовали комплекс данных, таких как число выявленных, оздоровленных и оставшихся на конец года неблагополучных пунктов, количество сероположительных в реакции иммунной диффузии (РИД) животных, отраженных в документах отчетности Комитета по ветеринарии Республики Дагестан за 2022 год.

Результаты. Результаты мониторинговых исследований определено различие эпизоотической ситуации по вирусному лейкозу вследствие зональной классификации сельских районов и городских округов региона. В частности, из 138 неблагополучных по лейкозу пунктов, обнаруженных в течение анализируемого периода, 134 (97,1%) официально зарегистрированы на равнинной территории, из них 65 приходится на горную и высокогорную зоны, 4 — на предгорную. В предгорной провинции Дагестана отмечено 4 (2,9%) пункта. Следовательно, горная и высокогорная зоны свободны от лейкозной инфекции и не представляют эпизоотической опасности.

Ключевые слова: лейкоз, инфекция ВЛКРС, Республика Дагестан, природно-климатические зоны, неблагополучный пункт

Для цитирования: Будулов Н.Р. Зональные особенности распространения вируса лейкоза крупного рогатого скота в Дагестане. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 46–49. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-46-49>

© Будулов Н.Р.

Zonal features of the spread of bovine leukemia virus in Dagestan

ABSTRACT

Relevance. A contagious disease widespread in economic damage among cattle (cattle) is viral leukemia, registered in the Dagestan province since the 60s of the XX century. The region has distinctive features due to the natural and climatic conditions of the area. In this regard, the analysis of the zonal features of the spread of the cattle leukemia virus (VLCRS) remains an urgent task in the further study of the epizootic process and the development of a comprehensive program of health measures.

Methods. The object of serological research was livestock, kept on the territory of agricultural formations of all forms of ownership. In order to study the zonal features of the manifestation and persistence of the occurrence of VLCRS infection, a set of data was used, such as the number of identified, rehabilitated and disadvantaged points remaining on the end of the year, the number of seropositive animals in the immune diffusion reaction (AGID), reflected in the reporting documents of the Veterinary Committee of the Dagestan Republic for 2022.

Results. The results of monitoring studies determined the difference in the epizootic situation on viral leukemia, due to the zonal classification of rural areas and urban districts of the region. In particular, out of 138 leukemia-affected localities, found during the analyzed period, 134 (97,1%) were officially registered on the plain territory. Of these, 65 are in the mountainous and high-altitude zones, 4 is in the foothills. In the foothill province of Dagestan 4 (2,9%) points were noted. Consequently, the mountainous and high-altitude zones are free from leukemia infection and do not pose an epizootic danger.

Key words: leukemia, BLV infection, Dagestan Republic, natural and climatic zones, unfavorable point

For citation: Budulov N.R. Zonal features of the spread of bovine leukemia virus in Dagestan. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 46–49 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-46-49>

© Budulov N.R.

Введение/Introduction

Лейкоз — хроническая инфекционная болезнь КРС, протекающая бессимптомно или проявляющаяся лимфоцитозом и злокачественными образованиями в кровотоке и других органах и тканях. Источником распространения заболевания являются больные и зараженные ВЛКРС животные. Способствуют распространению инфекции несвоевременная диагностика, несоблюдение ветеринарно-санитарных требований при закупках скота для племенных и производственных целей, совместное содержание зараженных и здоровых животных [1–6].

Рядом исследователей, занимающихся проблемой лейкоза, получено много данных, подтверждающих важную роль в эпизоотологии лейкоза КРС климатогеографических факторов. Эти факторы имеют большое значение и для Республики Дагестан. В то же время зональные особенности распространения лейкоза остаются до конца неизученными в связи с отсутствием в сопроводительных документах территории нахождения животных.

Многие хозяйства предгорных, горных и высокогорных районов, согласно закону Республики Дагестан «О внесении изменений в некоторые законодательные акты Республики Дагестан»¹, имеют земли, расположенные в равнинной (низменной) части республики — земли отгонного животноводства (ЗОЖ). Площадь земель отгонного животноводства — более 1,5 млн га, свыше 600 хозяйств из 39 сельских районов [7–12]. В связи с этим изучение лейкозного эпизоотического процесса в условиях Дагестана и разработка комплексной программы оздоровительных мероприятий, анализ зональных особенностей распространения инфекции ВЛКРС остаются актуальными.

Цель исследования — изучение распространения ВЛКРС в различных зонах Дагестана за 2022 год.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Научные исследования выполняли на базе лаборатории инфекционной патологии сельскохозяйственных животных Прикаспийского зонального НИВИ — филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан» и в животноводческих хозяйствах региона.

Объектом серологического исследования служил скот, содержащийся на территории сельскохозяйственных формирований различных форм собственности.

С целью изучения зональных особенностей проявления и постоянства возникновения инфекции ВЛКРС использовали комплекс данных, таких как число выявленных, оздоровленных и оставшихся на конец года неблагополучных пунктов по лейкозу КРС, количество положительных результатов серологических (РИД) исследований на инфекцию, отраженных в документах отчетности Комитета по ветеринарии РД за 2022 год.

Ветеринарными лабораториями региона работа по обнаружению животных-вирусоносителей проводилась с помощью реакции иммунодиффузии (РИД) в агаро-

вом геле². Серологические исследования выполняли согласно методическим указаниям по диагностике лейкоза крупного рогатого скота², эпизоотологические — в соответствии с методическими рекомендациями по эпизоотологическому исследованию при лейкозе крупного рогатого скота³.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В Дагестанской провинции в последнее время Постановлением Правительства Республики Дагестан «Об утверждении зональной классификации муниципальных районов и городских округов Республики Дагестан»⁴ утверждено четыре высотных уровня зональной классификации сельских и городских районов. Высокогорная зона включает 16 сельских районов, расположенных выше 1500 м над уровнем моря, в горной зоне 7 административных районов, в предгорной — 7 районов и г. Буйнакс, в равнинной — 11 административных районов, 9 городских округов и земли отгонного животноводства (ЗОЖ).

Результаты диагностических исследований животных на лейкозную инфекцию за анализируемый период в различных природно-географических зонах Дагестана представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, в 2022 г. в четырех географических зонах Дагестана из всего обследованного КРС (875 854) у 4444 голов (0,51%) в РИД выявили специфические антитела к ВЛКРС. В высокогорной зоне степень зараженности животных вирусом лейкоза — 0,47%, в горной — 0,4%, в предгорной — 0,1%, в равнинной — 0,76% (от количества тестированных животных).

Рассматривая общую эпизоотическую ситуацию по лейкозной инфекции, необходимо отметить, что инфицированность поголовья ВЛКРС по сельским, городским округам и ЗОЖ была различной. Так, инфицированность животных ВЛКРС в административных районах — 0,5%, в городских округах — 1,5%, в ЗОЖ — 0,9% (из числа обследованных).

Козэффициент зараженности КРС варьировал от 0,01 до 4,8%. Гематологические исследования на лейкоз за этот период не проводили ввиду своевременной выбраковки серопозитивных животных.

В настоящее время в регионе животноводческие сельхозпредприятия 17 муниципальных сельских районов,

Таблица 1. Серологические исследования животных на лейкоз в различных зонах Дагестана в 2022 г.

Table 1. Serological studies of animals on leukemia in various zones of Dagestan in 2022

Зоны	Наличие всего Поголовья, в том числе коров	Исследовано гол.	Выявлено инфицированных	
			гол.	%
Высокогорная	320 556/143 629	300 474	1404	0,47
Горная	171 630/82 779	169 241	680	0,40
Предгорная	125 069/53 883	111 383	115	0,10
Равнинная	295 748/155 495	294 756	2245	0,76
Всего по РД	913 003/435 786	875 854	4444	0,51

¹ Закон Республики Дагестан «О внесении изменений в некоторые законодательные акты Республики Дагестан» от 30 декабря 2021 года № 95. Махачкала. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/57828664> (дата обращения: 02.05.2023).

² Методические указания по диагностике лейкоза крупного рогатого скота (утв. Департаментом ветеринарии МСХ РФ от 23.08.2000 № 13-7-2/2130). Москва. 2000; 34. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200118749> (дата обращения: 20.06.2023).

³ Методические рекомендации по эпизоотологическому исследованию при лейкозе крупного рогатого скота (утв. академиком А.М. Смирновым, Отделение ветеринарной медицины РАСХН 19.06.2001). Москва. 2001 28. eLIBRARY ID: 23892805 EDN: UCVZJWJ

⁴ Постановление Правительства Республики Дагестан «Об утверждении зональной классификации муниципальных районов и городских округов Республики Дагестан» от 11 марта 2019 года № 48. Махачкала. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/553164815> (дата обращения: 02.05.2023).

⁵ Ветеринарные правила осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидации очагов лейкоза крупного рогатого скота (утв. Приказом Минсельхоза России от 24 марта 2021 года № 156, зарегистрированы Минюстом РФ от 29.04.2021 № 63300).

Таблица 2. Движение неблагополучных по лейкозу пунктов по зонам Дагестана в 2022 г.

Table 2. Movement of leukemia-affected settlements across Dagestan's zones in 2022

Зоны	Административные единицы	Имелось на начало 2022 года	Выявлено новых	Оздоровлено	Осталось на 01.01.2023
Высокогорная	12	37	24	14	47
Горная	3	12	9	3	18
Предгорная	4	7	2	1	8
Равнинная	12	39	54	28	65
Всего по зонам Дагестана	31	95	89	46	138

г. Каспийск и территория Уланхольской ЗОЖ свободны от лейкозной инфекции.

Неблагополучие по вирусному лейкозу имеет место в 25 сельских районах, г. Махачкале, г. Хасавюрте и на территориях Кочубейской и Бакресской ЗОЖ из числа обследованных.

Результаты анализа движения неблагополучных пунктов по лейкозу КРС, проведенного на основании сведений ветеринарной службы Республики Дагестан за 2022 год, приведены в таблице 2.

Как следует из данных таблицы 2, на начало 2022 года в условиях Дагестана имелось 95 неблагополучных по лейкозу пунктов, которые перешли с 2021-го. За 12 месяцев выявлено в скотоводческих хозяйствах 89 новых очагов лейкозной инфекции. В результате выполнения противолейкозных мероприятий оздоровлено 46 хозяйств, к концу 2022 года осталось официально объявленных 138. Неблагополучные очаги заболевания регистрировали в хозяйствах всех форм собственности, из них 32 — на сельхозпредприятиях, 10 — в крестьянских (фермерских) организациях, 96 — в личных подсобных хозяйствах.

За анализируемый период отмечено увеличение числа неблагополучных пунктов по лейкозу КРС в хозяйствах всех форм собственности (по сравнению с 2021 годом) на 43 пункта. В соответствии с Ветеринарными правилами по лейкозу КРС от 24.03.2021 № 156⁵ неблагополучные пункты регистрируют там, где выявляют РИД положительных животных. В результате соблюдения данных правил в условиях Республики Дагестан произошел скачок зарегистрированных неблагополучных пунктов за 2022 год.

По результатам проведенных мониторинговых исследований определено различие в распространении ВЛКРС вследствие зональной классификации сельских, городских районов и ЗОЖ. В частности, из 138 неблагополучных пунктов, определенных в 2022 году, 134 (97,1%) официально зарегистрированы в равнинной части, из них 107 (79,9%) приходятся на Бабаюртовский, Кизлярский, Кизилюртовский, Тарумовский, Кумторкалинский районы, Кочубейскую ЗОЖ, 27 (20,1%) — на Хасавюртовский, Карабудахкентский, Каякентский, Дербентский районы, г. Махачкалу, Южно-Сухокумск и Бакресскую ЗОЖ.

В предгорной провинции Дагестана официально зарегистрировано 4 (2,9%) неблагополучных пункта по лейкозу КРС, из них на территории Сергокалинского сельского района — 3, Буйнакского — 1. В то же время из 134 неблагополучных пунктов, расположенных на землях равнинной зоны, 47 приходится на высокогорную зону, 18 и 4, соответственно, на горную и предгорную.

Таким образом, в Дагестане лейкозом болеет КРС больше всего в равнинной части и меньше — в предгорной, в которых содержатся высокопродуктивные животные. На территориях горной и высокогорной зон Дагестана не выявили очагов инфекции ВЛКРС.

Выводы/Conclusion

Расчет показателей зональной распространенности инфекции ВЛКРС показал, что в хозяйствах высокогорной зоны Дагестана инфицированность животных — 0,47%, горной — 0,4%, предгорной — 0,1%, равнинной — 0,76%.

Определено различие в распространении ВЛКРС вследствие зональной классификации сельских, городских районов и ЗОЖ. В частности, из 138 неблагополучных пунктов, определенных в 2022 году, 134 (97,1%) официально зарегистрированы на равнинной территории, 4 (2,9%) — на предгорной. В то же время из 134 неблагополучных пунктов по лейкозу КРС, расположенных на ЗОЖ равнинной зоны, 47 приходится на муниципальные районы высокогорной зоны, 18 — муниципалитеты горной зоны, 4 — предгорной.

К территориям, благополучным по лейкозу, относятся административные районы горной и высокогорной провинций Дагестана, которые не представляют эпизоотической опасности.

Автор несет ответственность за работу, представленные данные и ответственность за плагиат.

The author is responsible for the work, the data presented and responsibility for plagiarism.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гулюкин М.И. и др. Анализ эпизоотической ситуации по лейкозу крупного рогатого скота в Сибирском федеральном округе. *Сибирской вестник сельскохозяйственной науки*. 2021; 51(4): 67–75. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-4-8>
2. Забережный А.Д. и др. Современная таксономия вирусов. *Ветеринария и кормление*. 2017; (1): 4–13. <https://www.elibrary.ru/xrummz>
3. Донник И.М., Гулюкин М.И., Бусол В.А., Коваленко Л.В., Коваленко А.М. Лейкоз крупного рогатого скота: диагностика, оздоровление, антропо-зоонозный потенциал (история вопроса) (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2021; 56(2): 230–244. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.2.230rus>
4. Апалькин В.А., Гулюкин М.И., Петров Н.И. Лейкоз крупного рогатого скота. Санкт-Петербург: *Петролазер*. 2005; 100. <https://www.elibrary.ru/ucvzth>
5. Гулюкин М.И. и др. Разработка эффективных мероприятий против лейкоза крупного рогатого скота. *Ветеринария*. 2002; (12): 3–8. <https://www.elibrary.ru/ubyuch>
6. Будулов Н.Р. Современная эпизоотическая ситуация и меры борьбы с лейкозом крупного рогатого скота в Дагестане. *Ветеринария и кормление*. 2020; (4): 21–23. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-4-7>

REFERENCES

1. Gulyukin M.I. et al. Analysis of the epizootic situation of cattle leukemia in the Siberian Federal District. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2021; 51(4): 67–75 (In Russian). <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-4-8>
2. Zaberezhny A.D. et al. Modern taxonomy of viruses. *Veterinaria i kormlenie*. 2017; (1): 4–13 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/xrummz>
3. Donnik I.M., Gulyukin M.I., Busol V.A., Kovalenko L.V., Kovalenko A.M. Bovine leukemia virus infection: diagnostics, eradication, and anthrozoootic potential (background) (review). *Agricultural Biology*. 2021; 56(2): 230–244. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.2.230eng>
4. Apalkin V.A., Gulyukin M.I., Petrov N.I. Leukemia of cattle. St. Petersburg: *Petrolazer*. 2005; 100 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ucvzth>
5. Gulyukin M.I. et al. Development of effective measures against bovine leukemia. *Veterinary Medicine*. 2002; (12): 3–8 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ubyuch>
6. Budulov N.R. The current epizootic situation and measures to combat with leukemia of cattle in Dagestan. *Veterinaria i kormlenie*. 2020; (4): 21–23 (In Russian). <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-4-7>

7. Степанян Э.Д., Степанян А.Н., Петросян Р.А., Беджанова Л.П., Галстян В.А. Лейкоз крупного рогатого скота в разных высотных зонах. *Ветеринария*. 1988; (6): 31, 32.

8. Пау С.М. Зональные особенности распространения вируса лейкоза крупного рогатого скота в условиях Южного Урала. *Труды ВИЭВ*. 1999; 72: 33–37.

9. Каратаева Т.Д. и др. Особенности распространения и территориальная приуроченность лейкоза крупного рогатого скота в Якутии. *Сборник научной конференции Якутского сельскохозяйственного института*. Якутск. 1995; 22–28.

10. Аарт Х.К. О распространении гемобластозов по зонам разведения крупного рогатого скота на территории Эстонской ССР. *Теоретические и практические вопросы ветеринарии. Труды*. 1978; 150–152.

11. Мусалов М.А. Актуальные проблемы правового режима земель отгонного животноводства Республики Дагестан. *Аграрное и земельное право*. 2022; (10): 89–92. https://doi.org/10.47643/1815-1329_2022_10_89

12. Павленко Е.А. Индексный анализ численности и продуктивности крупного рогатого скота (коров) в Республике Дагестан. *Теория и практика общественного развития*. 2014; (21): 123–127. <https://www.elibrary.ru/tkkqgq>

7. Stepanyan E.D., Stepanyan A.N., Petrosyan R.A., Bedzhanova L.P., Galstyan V.A. Leukemia of cattle in different altitude zones. *Veterinary Medicine*. 1988; (6): 31, 32 (In Russian).

8. Pay S.M. Zonal features of the spread of the bovine leukemia virus in the conditions of the Southern Urals. *Trudi VIEV*. 1999; 72: 33–37 (In Russian).

9. Karataeva T.D. et al. Features of the spread and territorial confinement of bovine leukemia in Yakutia. *Collection of the scientific conference of the Yakut Agricultural Institute*. Yakutsk. 1995; 22–28 (In Russian).

10. Aart Kh.K. On the spread of hemoblastoses in cattle breeding zones in the territory of the Estonian SSR. *Theoretical and practical issues of veterinary medicine. Proceedings*. 1978; 150–152 (In Russian).

11. Musalov M.A. Actual problems of the legal regime of lands distilling animal husbandry of the Republic of Dagestan. *Agrarian and Land Law*. 2022; (10): 89–92 (In Russian). https://doi.org/10.47643/1815-1329_2022_10_89

12. Pavlenko E.A. The index analysis of number and productivity of cattle (cows) in the Republic of Dagestan. *Theory and practice of social development*. 2014; (21): 123–127 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/tkkqgq>

ОБ АВТОРАХ

Нурдин Рагимханович Будулов,

доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник лаборатории инфекционной патологии сельскохозяйственных животных, budulov1951@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-4974-7917>

Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт — филиал Федерального аграрного научного центра Республики Дагестан, ул. Дахадаева 88, Махачкала, 367000, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Nuridin Rahimkhanovich Budulov,

Doctor of Veterinary Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Infectious Pathology of Farm Animals, budulov1951@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-4974-7917>

Caspian Zonal Research Veterinary Institute — branch of the Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan, 88 Dahadaev Str., Makhachkala, 367000, Russia

Т.В. Севастьянова^{1, 2, 3}¹ Центр ветеринарии, Москва, Россия² Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности, Лосино-Петровский, Московская обл., Россия³ Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия✉ tatianakenegen@gmail.comПоступила в редакцию:
28.07.2023Одобрена после рецензирования:
15.09.2023Принята к публикации:
29.09.2023Tatyana V. Sevastyanova^{1, 2, 3}¹ Center of veterinary, Moscow, Russia² All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Biological Industry, Losino-Petrovsky City District, Moscow region, Russia³ Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia✉ tatianakenegen@gmail.comReceived by the editorial office:
28.07.2023Accepted in revised:
15.09.2023Accepted for publication:
29.09.2023

Структура рынка пробиотиков в России

РЕЗЮМЕ

В статье приведен обзор российского рынка пробиотических продуктов с учетом регистрации продукции отечественного и зарубежного производства в сегментах лекарственных средств для ветеринарного применения и кормовых добавок для животных путем проведения контент-анализа государственной информационной системы. Увеличение потребительских предпочтений в пользу натуральных продуктов является основным фактором, влияющим на рост рынка. Растущие требования потребителей к содержанию и разведению животных с использованием биологически активных кормовых добавок, включая комплексные функциональные пробиотические продукты, стимулирует расширение рынка. Спрос на ветеринарные пробиотики увеличился также из-за глобального тренда борьбы с антибиотикорезистентностью и рационального применения антибактериальных препаратов, пестицидов и агрохимикатов. Всё более необходимым становится рациональное использование имеющихся антимикробных препаратов с учетом спектра их активности и профиля антибиотикорезистентности основных возбудителей, а также разработка комплексных программ лечения животных с использованием альтернативных продуктов. Во многих странах мира ученые рекомендуют использование пробиотиков для сохранения и коррекции кишечного биоценоза начиная с первых часов жизни животных. Расширились способы применения пробиотиков, их компонентный состав, виды целевых животных. Пробиотики применяют в качестве препаратов для ветеринарного применения, кормовых добавок для коррекции дисбиотических явлений у животных, восстановления индигенной микрофлоры животных, а также для улучшения различных производственных показателей.

Ключевые слова: пробиотики, лекарственные препараты для ветеринарного применения, кормовые добавки для животных, функциональные продукты, дисбактериоз

Для цитирования: Севастьянова Т.В. Структура рынка пробиотиков в России. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 50–56. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-50-56>

© Севастьянова Т.В.

Structure of the probiotic market in Russia

ABSTRACT

The article provides an overview of the Russian market of probiotic products, taking into account the registration of products of domestic and foreign production in the segments of medicines for veterinary use and animal feed additives by conducting a content analysis of the state information system. The increase in consumer preferences in favor of natural products is the main factor influencing the growth of the market. The growing demands of consumers for the maintenance and breeding of animals using biologically active feed additives, including complex functional probiotic products, stimulate the expansion of the market. The demand for veterinary probiotics has also increased due to the global trend of combating antibiotic resistance and the rational use of antibacterial drugs, pesticides and agrochemicals. Rational use of available antimicrobial veterinary drugs is becoming increasingly necessary, taking into account the spectrum of their activity and the profile of antibiotic resistance of the main pathogens, as well as the development of comprehensive animal treatment programs using alternative products. In many countries, scientists recommend the use of probiotics for the preservation and correction of intestinal biocenosis starting from the first hours of animal life. The ways of using probiotics, their component composition, and the types of target animals have expanded. Probiotics are used as preparations for veterinary use, feed additives to correct intestinal dysbiosis in animals, restore the resident microflora of animals, as well as to improve various production indicators.

Key words: probiotics, medicines for veterinary use, animal feed additives, functional products, dysbiosis

For citation: Sevastyanova T.V. Structure of the probiotic market in Russia. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 50–56 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-50-56>

© Sevastyanova T.V.

Введение/Introduction

Рынок пробиотиков сегментирован по типу продукта на пять групп: лекарственные препараты для ветеринарного применения, кормовые добавки, лекарственные препараты для медицинского применения, пробиотические продукты, пищевые добавки.

Согласно отчету, опубликованному аналитическим агентством Research Dive, на мировом рынке пробиотиков к 2031 году выручка от их продажи достигнет 105 336,5 млн долларов, увеличившись на 7,6% по сравнению с текущим периодом¹ [1].

Из-за пандемии COVID-19 на рынке наблюдался всплеск спроса на продукты, корректирующие иммунитет, что позитивно повлияло на мировой рынок пробиотиков.

Увеличение потребительских предпочтений в пользу натуральных продуктов является основным фактором, влияющим на рост рынка. Растущие требования потребителей к содержанию и разведению животных с использованием биологически активных кормовых добавок, включая комплексные функциональные пробиотические продукты, стимулирует расширение рынка.

Спрос на ветеринарные пробиотики увеличился не только из-за позитивных свойств этих продуктов, которые, помимо обеспечения кормления животных, обладают потенциалом для улучшения здоровья животных и коррекции биоценозов, но и из-за глобального тренда борьбы с антибиотикорезистентностью и рационального применения антибактериальных препаратов, пестицидов и агрохимикатов.

Всё более необходимым становится рациональное использование имеющихся антимикробных препаратов с учетом спектра их активности и профиля антибиотикорезистентности основных возбудителей, а также разработка комплексных программ лечения животных с использованием альтернативных продуктов, не содержащих антибиотики.

Две трети прогнозируемого прироста потребления ветеринарных препаратов в животноводстве связано в первую очередь с увеличением количества продуктивных животных на планете, причем для трети из них используют интенсивные методы выращивания и откорма, включая использование пробиотиков, которые заняли важную роль в мировой торговле, а объем продаж оценивается в миллиарды долларов в год.

Сегодня одним из условий интенсификации животноводства в России является применение концепции рационального кормления животных. Данная концепция предусматривает применение полнорационных кормов, обеспечивающих оптимальное использование генетического потенциала продуктивности животных и получение от них качественной продукции, благополучной в ветеринарно-санитарном отношении. Организация рационального кормления должна обеспечивать условия для эффективного использования кормов и регуляции физиологических и микробиологических процессов пищеварения.

Нарушение кишечной нормофлоры ведет к уменьшению всасывания питательных веществ, раздражению кишечных стенок, вызывающему усиленную перистальтику, диарею и снижение перевариваемости корма. На этом фоне у животных формируются дисбиотические состояния,

снижаются естественная резистентность и продуктивность. Оптимальным путем решения этой проблемы является включение в рацион функциональных кормовых добавок (например, таких, как пробиотики).

Пробиотики представляют из себя продукты на основе живых микроорганизмов, которые улучшают баланс кишечной микробиоты, обменные и иммунные процессы организма животных и человека.

Дефиниция «пробиотики» впервые была введена в 1965 г. Лилли и Стиллуэллом в противоположность антибиотикам. Пробиотики были описаны как микробные факторы, стимулирующие рост других микроорганизмов [1].

В 1981 году Torben Riise опубликовал обзор, в котором предложил под названием «пробиотик» понимать увеличение полезных микроорганизмов в пищеварительном тракте животного-хозяина путем дополнительного введения в организм большого количества желатинных бактерий. В 1989 году Рой Фуллер сформулировал понятие «пробиотик» как «живая микробная добавка, которая оказывает полезное действие на животное путем улучшения его кишечного микробного баланса» [2]. Это определение пробиотика укоренилось в научном сообществе и литературе. Так, по существующей классификации Б.А. Шендерова (1996) [3] препараты для коррекции микробиоценоза можно разделить на шесть групп² (рис. 1).

Составы первых пробиотических препаратов, используемых в ветеринарной медицине с начала 1960-х годов, были в основном однокомпонентные и состояли из представителей нормофлоры млекопитающих *Lactobacillus acidophilus*, лишь значительно позже, в 1990-х, стали применяться бактерии рода *Bifidobacterium*, заняв свое постоянное место в классификаторе Берджи.

Рис. 1. Классификация

Fig. 1. Classification



¹ Агентство экономических новостей Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/press-releases/2023-05-23/global-probiotics-market-anticipated-to-garner-105-336-5-million-growing-at-a-7-6-cagr-in-the-2022-2031-timeframe-280-pages>

² http://astgmu.ru/wp-content/uploads/2020/04/24.04.2020_9_Normoflora.pdf ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава России, кафедра фармакогнозии, фармацевтической технологии и биотехнологии. Лекция 9. Нормофлоры. 24.04.2020. Разработчик — к. биол. н., доцент Н.А. Сальникова.

С развитием биотехнологий на рынке стали появляться поликомпонентные пробиотики в виде лекарственных средств для ветеринарного применения и кормовых добавок для животных.

Пробиотические продукты находят признание во многих странах мира с развитым животноводством, где ученые рекомендуют их использование для сохранения и коррекции кишечного биоценоза начиная с первых часов жизни животных.

За последние 15 лет отрасль производства пробиотиков значительно выросла и увеличилась не только в объеме производства, но и в ассортиментном отношении.

Расширились способы использования пробиотиков, их компонентный состав, а также виды целевых животных, которым их применяют.

Сегодня в Российской Федерации зарегистрировано достаточно большое количество пробиотических продуктов, которые в зависимости от своего компонентного состава, назначения и применения классифицируют либо как ветеринарный препарат, либо как кормовую добавку, либо как функциональный корм.

Пробиотики существенно различаются не только по способности влияния на кишечную микробиоту, но и по иммуностропной активности. На эти различия влияют прежде всего свойства используемых пробиотических микробов, степень их защиты от агрессивных гастроинтестинальных факторов и наличие дополнительных ингредиентов, обеспечивающих эффективную реализацию биологических эффектов потребляемыми симбионтами. Рациональные принципы выбора иммуностропного пробиотика освещены ранее [4].

К этим принципам можно добавить целесообразность использования только тех пробиотиков, которые соответствуют требованиям FAO WHO³,⁴, особенно по критериям безопасности [5].

Прогресс в знаниях микробной экологии гастроинтестинального тракта и механизмов действия пробиотиков вызвало появление новых пробиотиков, что привело к увеличению применения этих продуктов в целях защиты здоровья человека, здоровья животных и окружающей среды.

Применение пробиотиков в кормлении животных повышает их продуктивность (на 15–20%), эффективность лечения гастроинтестинальных болезней (на 30–40%) и сокращает заболеваемость молодняка (на 20–30%).

Комиссия Кодекса Алиментариус (CAC), первоначально созданная FAO и ВОЗ для разработки руководящих принципов безопасности пищевых продуктов, определила кормовую добавку в Кодексе практики надлежащего кормления животных CAC/RCP 54-2004 как «любой преднамеренно добавляемый ингредиент, обычно не употребляемый в качестве корма сам по себе, независимо от того, имеет ли он пищевую ценность или нет, что влияет на характеристики корма или продуктов животного происхождения» (CAC, 2004), который включает микроорганизмы, ферменты, регуляторы кислотности, микроэлементы и витамины⁵.

Пробиотики используют с лечебной или профилактической целью в качестве препаратов для ветеринарного

применения, для коррекции дисбиотических явлений у животных, восстановления индигенной микрофлоры животных, а также для улучшения производственных показателей в качестве кормовых добавок.

При разработке лекарственной формы пробиотика оценивают соотношение его терапевтической и безопасной дозы, при проведении клинических исследований, определяют механизм действия; а также сохранение способности к продукции биологически активных веществ и наличия живых микробных клеток на протяжении срока годности пробиотика [6].

Рекомендуемый для производства пробиотических препаратов штамм должен быть депонирован в официальной национальной или международной коллекции с указанием источника и даты выделения, характеристиками его биологических свойств⁶ [7].

Материалы и методы / Materials and methods

Работа проводилась на базе ФГБУ «Центр ветеринарии» (г. Москва, Россия), кафедре фармакологии и общей патологии Института ветеринарной медицины и биотехнологии Новосибирского государственного аграрного университета (г. Новосибирск, Россия) и ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности» (Лосино-Островский, Россия).

В процессе работы использованы монографический и абстрактно-логический методы исследования.

Исследования российского рынка пробиотических продуктов проводились с учетом зарегистрированных пробиотических продуктов отечественного и зарубежного производства в сегментах лекарственных средств для ветеринарного применения и кормовых добавок для животных методом контент-анализа государственной информационной системы ФГИС «ВетИС»⁷.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Стандартизация пробиотика и процессы его государственной регистрации

Несмотря на многообразие лекарственных форм пробиотиков (капсула, капсула в капсуле, таблетки, саше, гранулы и т. д.), преимущественной формой доставки пробиотических штаммов в толстую кишку служат капсулы, гранулы и микрокапсулы, изготовленные из полимеров, обеспечивающие сохранность и прохождение штаммов пробионтов в условиях кислой среды верхних отделов гастроинтестинального тракта и последовательное их высвобождение и возможность колонизации в толстом отделе кишечника.

Рекомендуемая минимальная эффективная суточная доза пробиотиков должна составлять 10^8 – 10^9 колониеобразующих единиц (КОЕ), но при этом эффективная суточная доза может варьироваться в зависимости от вида штамма продуцента и его иммобилизации, вспомогательных веществ, а также лекарственной формы препарата. Определение дозировки должно быть научно обосновано и базироваться на результатах доклинических и клинических исследований. Фактическое количество жизнеспособных микроорганизмов должно

³ <https://www.fao.org/home/ru/>

⁴ <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/ru/>

⁵ CAC/RCP 54-2004. Кодекс Алиментариус. Кодекс практики по оптимальному вскармливанию животных (принят в 2004 г., с изм. от 2008 г.). https://fsvps.gov.ru/fsvpsdocs/ru/structure/publicState/public_state_drugs_control.pdf

⁶ ОФС.1.7.2.0012.15. Общая фармакопейная статья. Производственные пробиотические штаммы и штаммы для контроля пробиотиков (утв. и введена в действие Приказом Минздрава России от 31.10.2018 № 749). Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание. Том II.

⁷ ФГИС «ВетИС». <https://fsvps.gov.ru/informacionnye-sistemy>

сохраняться до конца срока годности пробиотика, что определяет его эффективность. Скрининговыми исследованиями определения выживаемости штаммов пробиотиков в агрессивной кислой среде верхних отделов желудочно-кишечного тракта большинства животных служат тесты *in vitro*^{8, 9}.

В скрининговых исследованиях воспроизводятся условия, приближенные к среде проксимальных отделов желудочно-кишечного тракта. Помимо исследований *in vitro*, обязательное подтверждение эффективности и правильности выбранной дозы пробиотического лекарственного препарата или кормовой добавки проводят на лабораторных и целевых видах животных, изучая все параметры действия пробиотика на организм животных (токсичность, эффективность, переносимость и т. д.)¹⁰.

Регистрация пробиотиков в качестве лекарственных препаратов для ветеринарного применения

Пробиотики для ветеринарного применения подлежат обязательной государственной регистрации и должны быть зарегистрированы на территории Российской Федерации в качестве лекарственных препаратов для ветеринарного применения (далее — ЛПВП) или в качестве кормовых добавок для животных (далее — КД) в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации. Регистрацию ЛПВП и КД осуществляет Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору согласно требованиям российского законодательства¹¹.

Пробиотик, зарегистрированный в качестве ЛПВП, идентифицируется как иммунобиологический лекарственный препарат, содержащий живые или инактивированные апатогенные штаммы — пробионты, обладающие антагонистической активностью в отношении патогенных и условно-патогенных бактерий. Такие пробиотики должны соответствовать фармакопейным требованиям, включенным в нормативный документ, а получение производственного штамма и его посевного материала для формирования производственной биомассы должно быть осуществлено в соответствии с требованиями надлежащей производственной практики (GMP). Зарегистрированный в качестве ЛПВП пробиотик должен быть отнесен к определенной фармакотерапевтической группе (пробиотик, противодиарейный препарат, иммуномодулирующий или иммунокорректирующий препарат). Зарегистрированные пробиотики вносятся в государственный реестр лекарственных препаратов для ветеринарного применения.

В соответствии с вышеуказанной законодательной нормой государственная регистрация лекарственного препарата осуществляется в срок, не превышающий 160 рабочих дней со дня принятия соответствующего заявления о государственной регистрации лекарственного препарата.

Регистрация пробиотиков в качестве КД

Регистрация пробиотика в качестве КД осуществляется на основании отнесения функционального продукта к кормовой добавке и проводится согласно требованиям законодательства¹².

С 1 марта 2022 года регистрации подлежат КД, которые используются с целью обогащения рациона животных недостающими питательными веществами, улучшения усвоения питательных веществ, повышения продуктивности животных, улучшения потребительских свойств кормов и продуктов животноводства, нормализации обмена веществ животных (утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2021 года № 3920-р)¹³.

Государственная регистрация КД осуществляется в срок, не превышающий 45 рабочих дней со дня принятия федеральным органом исполнительной власти в области ветеринарного надзора документов и сведений, указанных в статье 11.5 настоящего закона. Кроме того, в 2022 году введены новые правила государственной регистрации КД, внесения изменений в документы, содержащиеся в регистрационном досье на зарегистрированную КД, приостановления, возобновления и отмены государственной регистрации КД (далее — Правила) и правила ведения государственного реестра зарегистрированных КД (далее — Реестр).

Следует отметить, что для российских производителей КД по заявлениям о государственной регистрации кормовых добавок, поданным с 23 июня 2022 года до 31 декабря 2023 года, Правилами вводится режим ускоренной процедуры государственной регистрации, не превышающий 35 рабочих дней. Все зарегистрированные КД должны быть внесены в Реестр¹⁴.

Пробиотики, входящие в состав КД, по факту являются парафармацевтиками с конкретными заданными свойствами, однако в настоящее время данная классификация законодательством не предусмотрена, равно как и определение пробиотических продуктов в качестве функциональных продуктов направленного действия.

С помощью методов геномики и протеомики выяснено, что штаммы пробионты могут радикально влиять на экспрессию генов как других бактериальных штаммов кишечника, так и самих клеток кишечного эпителия, включая и выключая сотни генов, имеющих отношение к реализации иммунного ответа и метаболических реакций. В частности, выяснено, что в зависимости от штамма пробиотика или от их консорциума начинают вырабатываться различные интерлейкины, что регулируется сигнальными белками эпителиальных клеток, которые первыми оповещают иммунную систему о вторжении патогена.

Оценивая рынок пробиотических препаратов Российской Федерации, проведен контент-анализ подкомпонента «Ирена» государственной информационной системы ФГИС «ВетИС» и таможенной статистики^{15, 16}.

⁸ Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. JointFAO/WHO (Food and Agriculture Organization / World Health Organisation) Working Group. London, Ontario, Canada. 2002.

⁹ Глобальные практические рекомендации Всемирной гастроэнтерологической организации «Пробиотики и пребиотики». © World Gastroenterology Organisation. 2017; 10–12.

¹⁰ Федеральный закон от 12.04.2010 № 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств». Статья 12.

¹¹ Статья 13 Федерального закона Российской Федерации № 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств».

¹² Статья 11.1. Закона РФ от 14 мая 1993 года № 4979-1 «О ветеринарии».

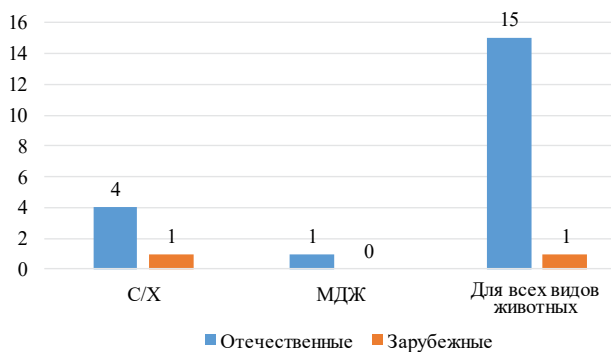
¹³ Постановление Правительства РФ от 15.02.2022 № 178 (ред. от 26.08.2023) «О государственной регистрации кормовой добавки» (вместе с «Правилами государственной регистрации кормовой добавки, внесения изменений в документы, содержащиеся в регистрационном досье на зарегистрированную кормовую добавку, приостановления, возобновления и отмены государственной регистрации кормовой добавки», «Правилами ведения государственного реестра кормовых добавок»).

¹⁴ Постановлением Правительства РФ от 15 февраля 2022 года № 178 «О государственной регистрации кормовой добавки» (с изм. и доп.).

¹⁵ ФГИС «ВетИС». <https://fsvps.gov.ru/ru/informacionnyye-sistemy>

¹⁶ Котлер Ф., Армстронг Г., Сондерс Д., Вонг В. Основы маркетинга: пер. с англ. 2-е европ. изд. М.; СПб.; К.: Вильямс. 2005; 502–512.

Рис. 2. Отечественные и зарубежные пробиотические ветпрепараты (по данным ФГИС «ВетИС») **Fig. 2.** Domestic and foreign probiotic veterinary drugs (according to FGIS «VetIS»)



Сегодня на территории Российской Федерации зарегистрировано более 213 пре- и пробиотических ЛПВП и КД. Большую часть зарегистрированных пробиотических препаратов оставляют пробиотики, в состав которых входят несколько штаммов бактерий пробионтов.

Исходя из данных системы ФГИС «ВетИС», следует, что 20 препаратов составляют пробиотические лекарственные средства отечественного производства и всего лишь 2 — пробиотические препараты для ветеринарного применения зарубежного производства. При этом 12 отечественных пробиотиков являются монокомпонентными и 8 — поликомпонентными, то есть в их состав входят несколько штаммов бактерий пробионтов (табл. 1).

Как правило, большинство отечественных пробиотических препаратов используют для всех видов животных — как сельскохозяйственных, так и животных-компаньонов. Только четыре препарата предназначены исключительно для сельскохозяйственных животных, один — исключительно для собак.

Что касается зарубежных пробиотических препаратов, то они используются для любых видов животных (рис. 2).

В качестве КД зарегистрировано 164 продукта, из них 37% — отечественного производства, 63% — пробиотических КД зарубежного производства. Большую часть зарегистрированных пробиотических КД представляют КД, в состав которых входят несколько штаммов бактерий пробионтов (табл. 2).

Рис. 3. Монокомпонентные и поликомпонентные отечественные и зарубежные ветеринарные пробиотики (по данным ФГИС «ВетИС») **Fig. 3.** Domestic and foreign probiotic veterinary medicines drugs (domestic and foreign) (according to FGIS «VetIS»)

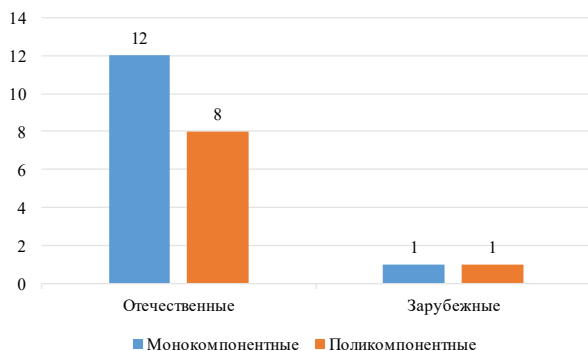
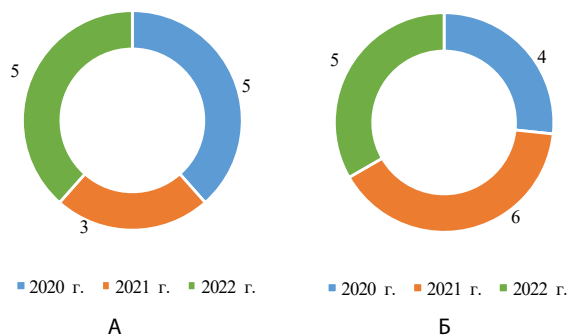


Таблица 1. Примеры пробиотических препаратов для ветеринарного применения моно- и поликомпонентного состава. Составлено: Автором. **Table 1.** Examples of probiotic preparations for veterinary use of mono and multicomponent composition. Compiled by: The author.

Наименование пробиотического препарата	Компонентный состав штаммов микроорганизмов
АБК	<i>L. acidophilus</i>
Активин	<i>P. shermanii</i>
Биосан	<i>L. delbrueckii</i> , <i>L. Buchneri</i>
Бифидумбактерин ветеринарный	<i>Bif. globosum</i>
Бифинорм	<i>Bif. adolescentis</i>
Биопротектин	<i>Bif. bifidum</i> , <i>L. acidophilus</i>
Бифидум СХЖ	<i>Bif. bifidum</i>
Бифитрилак	<i>Bif. bifidum</i> , <i>L. bulgaricus</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. acidophilus</i> .
Препараты группы «Ветом» («Ветом» 1, 2, 3, 4, 5)	<i>Bac. subtilis</i>
Ветосубалин	<i>Bac. subtilis</i>
Галлиферм	<i>L. acidophilus</i>
Закваска Леснова	Целлюлозолитические микроорганизмы рубца лося
Зоонорм	<i>Bif. bifidum</i>
Интестевит	<i>Bac. ssp.</i> , <i>Bif. globosum</i> , <i>Str. faecium</i>
Лаком	<i>L. acidophilus</i> , <i>P. shermanii</i> , <i>Str. faecium</i>
Лактоамиловарин	<i>L. amilovorovus</i>
Лактобактерин	<i>L. plantarum</i> , <i>L. fermentum</i>
Лактоферон	<i>L. acidophilus</i> , <i>Str. faecium</i>
Лактобифадол	<i>Bif. bifidum</i> , <i>L. acidophilus</i>
ПАБК	<i>L. acidophilus</i> , <i>P. shermanii</i>
Ромакол	<i>E. coli M-17</i>
Саратовская-3	<i>Saccaromyces cerevisiae</i> , <i>L. buchneri</i>
Споровит	<i>Bac. subtilis</i>
Стрептобифид	<i>Bif. globosum</i> , <i>Str. faecium</i>
Споробактерин	<i>Bac. subtilis</i> , <i>Bac. licheniformis</i>
Стрептозолакт	<i>Str. lactis</i>
СТФ-1/56	<i>Str. faecium 1/56</i>
Субтилис Ж	<i>Bac. subtilis</i> , <i>Bac. licheniformis</i>
Субтилис С	<i>Bac. subtilis</i> , <i>Bac. licheniformis</i>
Фагосан	<i>L. acidophilus</i> , <i>Str. faecium</i>
Фитобактерин	<i>Ruminococcus albus</i>
Целлобактерин	<i>Ruminococcus albus</i>

Рис. 4. Зарегистрированные пробиотические КД отечественного и зарубежного производства с 2020 по 2022 г. (составлено по данным ФГИС «ВетИС»): А — КД отечественного производства, шт.; Б — КД отечественного производства, шт.

Fig. 4. Registered probiotic feed additives of domestic and foreign production from 2020 to 2022 (compiled according to FGIS «VetIS»): А — feed additives of domestic production, pcs.; Б — КД отечественного производства, pcs.



¹⁵ ФГИС «ВетИС». <https://fsvps.gov.ru/ru/informacionnye-sistemy>

¹⁶ Котлер Ф., Армстронг Г., Сондерс Д., Вонг В. Основы маркетинга: пер. с англ. 2-е европ. изд. М.; СПб.; К.: Вильямс. 2005; 502–512.

Пробиотические КД для животных представлены в значительно большем ассортименте на российском рынке, нежели пробиотические препараты для ветеринарного применения. При этом среди отечественных преобладают поликомпонентные, а среди зарубежных соотношение между моно- и поликомпонентными — 50 × 50% (рис. 3, 4).

Разделяя КД по видам целевых животных, следует отметить, что 104 добавки используются для сельскохозяйственных животных, из них 31 — КД отечественного происхождения.

В сегменте мелких домашних животных также преобладают КД зарубежного производства, однако кормовые добавки для пчел и рыб представлены только российскими производителями.

В настоящее время на отечественном рынке неизвестны пробиотические препараты, содержащие в своем составе бактероиды и крайне ограничен состав стрептококковых препаратов и препаратов с лейконостамиками.

Предпочтительным критерием применения пробиотических продуктов является их использование при неоптимальных условиях содержания животных. Наиболее привлекательно то, что пробиотические КД зачастую дешевле своих лекарственных аналогов. Так как применение пробиотических продуктов, как правило, занимает довольно длительное время, ввиду того что требуются коррекция микробиоты кишечника и заселение ее штаммами, то в условиях животноводства стараются использовать лекарственные препаративные формы пробиотиков для более быстрого восстановления индигенной микрофлоры, что делает биотехнологические и лечебные мероприятия довольно затратными. Однако до настоящего времени так и не изучено, какое минимальное количество пробиотика необходимо для достижения эффекта колонизации кишечника нормофлорой, поэтому в корм животным дается заведомо большее количество препарата в соответствии с инструкцией по применению.

Вместе с тем в отечественном животноводстве по-прежнему используют большое количество пробиотических КД, которые не хуже своих лекарственных аналогов справляются с вопросами нормализации микробиоты кишечника жвачных, а также выступают как фактор, значительно улучшающий гастроинтестинальную рециркуляцию, увеличивающий конверсию корма и качественные показатели молока и мяса.

Выводы/Conclusion

В настоящее время на отечественном рынке неизвестны пробиотические препараты, содержащие в своем составе бактероиды и крайне ограничен

Таблица 2. Примеры пробиотических КД моно- и поликомпонентного состава
Table 2. Examples of probiotic feed additives of mono- and multicomponent composition

Наименование пробиотической КД	Компонентный состав штаммов микроорганизмов
Актив Три	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Clostridium butyricum</i>
Альтерион® NE	<i>Bacillus subtilis</i>
Бактосель	<i>Pediococcus acidilactici</i>
Бенефито	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Bacillus subtilis</i>
Б.И.О. Золь	<i>Enterococcus faecium</i>
Бимулак Пре	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i>
Бимулак Экстра	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i>
Биотал Аксфаст	<i>Pediococcus</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus buchneri</i> , <i>Propionibacterium acidipropionici</i>
Биотал Био Кримп	<i>Lactobacillus buchneri</i>
Бонсилаж Fit M	<i>Lactobacillus buchneri</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus rhamnosus</i>
Бонсилаж Speed M	<i>Lactobacillus diolivorans</i> , <i>Lactobacillus buchneri</i> , <i>Lactobacillus rhamnosus</i>
Бонсилаж Альфа	<i>Lactobacillus buchneri</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus paracasei</i> , <i>Lactococcus lactis</i>
Биоспринт G	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Виаккуль	<i>Lactobacillus buchneri</i>
Иммунофлор	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Bifidobacterium globosum</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
И-САК	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Лактобифид	<i>Bifidobacterium globosum</i> , <i>Streptococcus faecium</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i>
Оптисил НС	<i>Pediococcus pentosaceus</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i>
Пигстарт Плюс	<i>Pediococcus acidilactici</i>
Пионер бренд 11 AFT	<i>Lactobacillus buchneri</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i>
Пионер бренд 11GFT	<i>Lactobacillus buchneri</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i>
ПК Пробиолакт	<i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bifidobacterium globosum</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Пробиотик лакто-вет	<i>Lactobacillus plantarum</i>
Профорт	<i>Bacillus megaterium</i> , <i>Enterococcus faecium</i>
СилоСолв	<i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lactobacillus buchneri</i>
УСЗ-БИОАГРО-1	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus paracasei</i>
Актив Ист П	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Актив Ист Р+	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Альтерион® NE20	<i>Bacillus subtilis</i>
АпиВрач	<i>Bacillus subtilis</i>
Биоконсервант «Биоксимин Силос»	<i>Bifidobacterium animalis</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Wiesella thailandensis</i> , <i>Propionibacterium freudenreichii</i>
Лактобифадол форте	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium adolescentis</i>
Биоконт М	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus buchneri</i> , <i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> , <i>Lactococcus lactis subsp. cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis</i> ; <i>Streptococcus salivarius subsp. thermophilus</i> ; <i>Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris</i>
Биотал Майскул НС Голд	<i>Pediococcus pentosaceus</i> , <i>Lactobacillus buchneri</i>
Биотал Холкроп НС Голд	<i>Pediococcus pentosaceus</i> , <i>Lactobacillus buchneri</i>
Битацел	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Bacillus subtilis</i>
Бифидонол	<i>Bifidobacterium animalis</i> , <i>Enterococcus faecium</i>
Ветоспорин-актив АС	<i>Bacillus subtilis</i>
БиоPlus® YС	<i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Bacillus subtilis</i>
GalliPro®	<i>Bacillus subtilis</i>
GalliPro® Fit	<i>B. subtilis</i> , <i>B. Subtilis</i> , <i>B. amyloliquefaciens</i>
Калф Протектор	<i>Enterococcus faecium</i> , <i>Lactobacillus rhamnosus</i>
КауСелл	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Клостат сухой	<i>Bacillus subtilis</i>
Кофасил FQM	<i>Lactobacillus plantarum</i>
Лактис 300	<i>L. curvatus</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. salivarius</i> , <i>L. salivarius</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>L. rhamnosus</i>
Левисел SB Плюс	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> тип <i>boulardii</i>
МЕГАБУСТ РУМЕН®	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Бонака-АПК	<i>Lactococcus</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Bifidobacterium</i> , <i>Propionibacterium</i>
Муцинол	<i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Bacillus subtilis</i>
Либровит	<i>Bacillus coagulans</i>
Иммугард	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Ликвипро®	<i>Bacillus subtilis</i>
РуминПро ТМР	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
СмартСел	<i>Lactobacillus parabuchneri</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Enterococcus faecium</i> BKM, <i>Brettanomyces bruxellensis</i>
КАРБОМИЛК ДРАЙ ПЛЮС	<i>Bacillus subtilis</i>
РационБаланс®	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Сил-Олл 4x4	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i> , <i>Propionibacterium acidipropionici</i>
Суб-Про Форте	<i>Bacillus subtilis</i>
Фермасил	<i>Lactobacillus</i> , <i>Lactococcus</i> , <i>Propionibacterium</i>
Эмпробио	<i>Lactobacillus parabuchneri</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Brettanomyces bruxellensis</i>
Энвива™ ЕО 101 G	<i>B. amyloliquefaciens</i>
ЭСИД-ПАК 4-УЭЙ 2XWS	<i>Lactobacillus</i>

состав стрептококковых препаратов и препаратов с лейкоцостоками.

Предпочтительным критерием использования пробиотических продуктов является их использование в ситуации, где эффект очевиден, особенно при неоптимальных условиях содержания животных. Наиболее привлекательно то, что пробиотические КД зачастую дешевле своих лекарственных аналогов. Так как применение пробиотических продуктов, как правило, занимает довольно длительное время, ввиду того что требуются коррекция микробиоты кишечника и заселение ее штаммами, то в условиях животноводства стараются использовать лекарственные препаративные формы пробиотиков для более быстрого восстановления индигенной микрофлоры, что делает биотехнологические и

лечебные мероприятия довольно затратными. Однако до настоящего времени так и не изучено, какое минимальное количество пробиотика необходимо для достижения эффекта колонизации кишечника нормофлорой, поэтому в корм животным дается заведомо большее количество препарата в соответствии с инструкцией по применению.

Вместе с тем в отечественном животноводстве по-прежнему используют большое количество пробиотических КД, которые не хуже своих лекарственных аналогов справляются с вопросами нормализации микробиоты кишечника жвачных, а также выступают как фактор, значительно улучшающий гастробилиарную рециркуляцию, увеличивающий конверсию корма и качественные показатели молока и мяса.

Автор несет ответственность за работу, представленные данные и ответственность за плагиат.

The author is responsible for the work, the data presented and responsibility for plagiarism.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Lilly D.M., Stilwell R.H. Probiotics: growth promoting factors produced by microorganisms. *Science*. 1965; 147(3659): 747, 748. <https://doi.org/10.1126/science.147.3659.747>
- Fuller R. Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*. 1989; 66(5): 365–378.
- Шендеров Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. М.: Грантъ. 1998; 1: 288. ISBN 5-89135-002-5
- Калюжин О.В. Пробиотики как современные средства укрепления противoinфекционной иммунной защиты: миф или реальность? *Русский медицинский журнал «РМЖ»*. 2012; 20(28): 1395–1401. <https://elibrary.ru/pngl0f>
- Wang H.H., Schaffner D.W. Antibiotic Resistance: How Much Do We Know and Where Do We Go from Here? *Applied and Environmental Microbiology*. 2011; 77(20): 7093–7095. <https://doi.org/10.1128/AEM.06565-11>
- Чупандина Е.Е., Еригова О.А. Структурный анализ ассортимента пробиотиков, зарегистрированных в Российской Федерации. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация*. 2020; (4): 129–134. <https://elibrary.ru/ebmapd>
- Осипова И.Г., Евлашкина В.Ф., Давыдов Д.С., Саканян Е.И. Общие фармакопейные статьи на препараты пробиотиков для государственной фармакопеи РФ XIII издания — первый опыт в мировой фармакопейной практике. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016; (6-2): 272–277. <https://elibrary.ru/vwxgar>

ОБ АВТОРАХ

Татьяна Владимировна Севастьянова,
кандидат ветеринарных наук:

- заместитель директора, Центр ветеринарии, ул. Летчика Бабушкина, 20, Москва, 129344, Россия;
- старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности, пос. Биокомбината, 17, г. о. Лосино-Петровский, Московская обл., 141142, Россия;
- доцент кафедры фармакологии и общей патологии Института ветеринарной медицины и биотехнологии, Новосибирский государственный аграрный университет, ул. Никитина, 155, Новосибирск, 630036, Россия
tatianakenegen@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8264-1156>

REFERENCES

- Lilly D.M., Stilwell R.H. Probiotics: growth promoting factors produced by microorganisms. *Science*. 1965; 147(3659): 747, 748. <https://doi.org/10.1126/science.147.3659.747>
- Fuller R. Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*. 1989; 66(5): 365–378.
- Shenderov B.A. Medical microbial ecology and functional nutrition. Moscow: Grant. 1998; 1: 288 (In Russian). ISBN 5-89135-002-5
- Kalyuzhin O.V. Probiotics as modern means of strengthening anti-infectious immune protection: myth or reality? *RMJ ("Russian Medical Journal")*. 2012; 20(28): 1395–1401 (In Russian). <https://elibrary.ru/pngl0f>
- Wang H.H., Schaffner D.W. Antibiotic Resistance: How Much Do We Know and Where Do We Go from Here? *Applied and Environmental Microbiology*. 2011; 77(20): 7093–7095. <https://doi.org/10.1128/AEM.06565-11>
- Chupandina E.E., Erigova O.A. Structural analysis of the assortment of probiotics, registered in the Russian Federation. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2020; (4): 129–134. <https://elibrary.ru/ebmapd>
- Osipova I.G., Evlaskina V.F., Davydov D.S., Sakanyan E.I. General pharmacopoeia articles on probiotic preparations for the State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIII edition — the first experience in the world pharmacopoeia practice. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2016; (6-2): 272–277 (In Russian). <https://elibrary.ru/vwxgar>

ABOUT THE AUTHORS

Tatiana Vladimirovna Sevastyanova,
Candidate of Veterinary Sciences:

- Deputy Director, Veterinary Center, 20 Letchik Babushkin Str., Moscow, 129344, Russia;
- Senior Researcher, All-Russian Research and Technological Institute of Biological Industry, 17 village Biokombinat, Losino-Petrovsky, Moscow region, 141142, Russia;
- Associate Professor, Department of Pharmacology and General Pathology, Institute of Veterinary Medicine and Biotechnology, Novosibirsk State Agrarian University, 155 Nikitin Str., Novosibirsk, 630036, Russia
tatianakenegen@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8264-1156>

УДК 636.32:579:636.3

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-57-62

М.В. Довыденкова

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, Подольск, Московская обл., Россия

✉ vijmikrob@mail.ruПоступила в редакцию:
15.05.2023Одобрена после рецензирования:
15.09.2023Принята к публикации:
29.09.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-57-62

Maria V. Dovydenkova

Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst

✉ vijmikrob@mail.ruReceived by the editorial office:
15.05.2023Accepted in revised:
15.09.2023Accepted for publication:
29.09.2023

Выделение и изучение видового состава микроорганизмов рубца у гибридных овец

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Известно, что генотипические особенности животных отражаются на активности функционирования регуляторных систем, что сопровождается изменениями в интенсивности и направленности пищеварительных и обменных процессов. Переваримость и использование питательных веществ, а также потребность в них у животных разного происхождения неодинаковы. Изучение видового состава и ферментативных свойств микроорганизмов у гибридных животных представляет большой интерес. Научные исследования в этой области могут расширить видовое многообразие целлюлозолитических микроорганизмов за счет использования диких форм овец, у которых процесс расщепления и переваривания сырой клетчатки происходит более интенсивно.

Методы. Видовой состав микрофлоры и основные группы микроорганизмов (общее микробное число (ОМЧ), молочнокислые, энтерококки, дрожжеподобные грибы и целлюлозолитические микроорганизмы) определяли в лаборатории микробиологии ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста в 2021–2023 гг. методом высева десятикратных разведений на накопительные и дифференциально-диагностические среды с последующим подсчетом их количества (КОЕ/мл) по группам микроорганизмов.

Результаты. По результатам исследования видового состава рубцового содержимого гибридных овец разной кровности наибольшее количество по основным группам микроорганизмов отмечено у гибридов овец — 1/4 архар × 3/4 романовская. Наибольшее количество целлюлозолитических микроорганизмов, обладающих высокой ферментативной активностью, было выделено у четырехпородных гибридов: 1/32 архар × 7/32 романовская × 8/32 муфлон × 16/32 катадин.

Ключевые слова: рубец, гибридные овцы, микроорганизмы, целлюлозолитические микроорганизмы, жвачные животные

Для цитирования: Довыденкова М.В. Выделение и изучение видового состава микроорганизмов рубца у гибридных овец. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 57–62. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-57-62>

© Довыденкова М.В.

Isolation and study of the species composition of rumen microorganisms in hybrid sheep

ABSTRACT

Relevance. It is known that genotypic features affect the activity of the functioning of regulatory systems, which is accompanied by changes in the intensity and direction of digestive and metabolic processes. The digestibility and use of nutrients, as well as the need for them in animals of different origins are not the same. Therefore, the study of the species composition and enzymatic properties of microorganisms in hybrid animals is of great interest. Scientific research in this area can expand the species diversity of cellulolytic microorganisms through the use of wild forms of sheep, in which the process of splitting and digesting raw fiber occurs more intensively.

Methods. The species composition of the microflora and the main groups of microorganisms (total microbial number (OMH), lactic acid, enterococci, yeast-like fungi and cellulolytic microorganisms) were determined in the microbiology laboratory of the L.K. Ernst FITZ VIZH in 2021–2023 by seeding tenfold dilutions into accumulative and differential diagnostic media, followed by counting their number (CFU/ml) by groups of microorganisms.

Results. According to the results of the study of the species composition of the scar content of hybrid sheep of different bloodlines, the largest number of microorganisms in the main groups was observed in hybrids — sheep 1/4 Argali × 3/4 Romanovskaya. The largest number of cellulolytic microorganisms with high enzymatic activity was isolated from four-breed hybrids: 1/32 Argali × 7/32 Romanovskaya × 8/32 Mouflon × 16/32 Katadin.

Key words: scar, hybrid sheep, microorganisms, cellulolytic microorganisms, ruminants

For citation: Dovydenkova M.V. Isolation and study of the species composition of rumen microorganisms in hybrid sheep. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 57–62 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-57-62>

© Dovydenkova M.V.

Введение/Introduction

На протяжении последних десятилетий изучение микроорганизмов рубца, их роли в пищеварении и обмене веществ в многокамерном желудке жвачных вызывает повышенный интерес как ученых, так и животноводов-практиков, поскольку результаты этих исследований способствуют организации более рационального и полноценного кормления животных и эффективного использования кормов для повышения продуктивности [1–6].

В преджелудках жвачных развиваются в основном анаэробные микроорганизмы — простейшие (инфузории) и бактерии. По современным оценкам, в 1 мл рубцовой жидкости содержится около 10^{11} бактерий, 10^3 – 10^7 грибов, 10^9 архей и 10^6 простейших. Их взаимодействие и совместное обитание в этой многокомпонентной системе связаны с многообразием источников растительной клетчатки и разнообразием спектра продуцируемых микроорганизмами целлюлаз и других ферментов.

Микроорганизмы рубца играют важную роль в переваривании белков, углеводов, крахмала, сахаров и жиров, обеспечивая организм хозяина энергией и протеином за счет продукции ЛЖК и микробного белка в процессе анаэробного брожения [7]. Помимо вклада в переваривание корма, микроорганизмы рубца синтезируют большое количество ценных для организма животного биологических соединений, в числе которых витамины группы B [8].

В настоящее время большинство исследований по изучению взаимосвязей между эффективностью конверсии корма и микробиомом рубца было проведено на крупном рогатом скоте (КРС) [9–11]. Однако овцеводство — перспективная отрасль животноводства, которая отличается от всех иных отраслей большим разнообразием получаемой продукции. Овцы менее дорогие, требуют меньше корма, быстрее достигают зрелости и более управляемы, чем КРС, что делает этот вид практичной и экономичной моделью для исследований физиологии пищеварения у жвачных [12].

Ранее проводились исследования с использованием классических методов микробиологии по изучению микрофлоры рубца овец чистопородной романовской породы [13], исследована целлюлозолитическая активность микробиоценоза рубца [14]. В настоящее время исследования проводятся преимущественно современным методом молекулярно-генетического анализа (Terminal restriction fragment length polymorphism, T-RFLP) и NGS (секвенирование следующего поколения), который позволяет без стадии культивирования изучить практически 100% популяции микроорганизмов и получить полный профиль биологического разнообразия [15].

Согласно исследованиям, проведенным классическими методами, отмечено, что численность и видовой состав микроорганизмов у гибридных и чистопородных животных при смене структуры рациона значительно не изменились, но наибольшее количество — по всем группам микроорганизмов, а также повышенной целлюлозолитической активностью обладали бактерии у гибридов. Также у гибридов (по сравнению с чистопородными овцами) отмечается увеличение численности молочнокислых микроорганизмов (на 17,0%), обеспечивающих молочнокислое брожение, и целлюлозолитических дрожжеподобных грибов (на 26,5%) [15].

Один из способов повышения продуктивности животноводства и качества получаемой продукции — вовлечение в сельскохозяйственное производство ресурсов дикой фауны посредством создания новых форм животных методом межвидовой гибридизации [16, 17].

В ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста ведется работа по созданию новой селекционной формы межвидовых гибридов романовской породы овец (*Ovis aries*) и с использованием генофонда архаров Памирской популяции (*Ovis ammon Poli*) с измененным нутриентным составом, сочетающая желательные продуктивные, биологические признаки и адаптационные возможности исходных видов [18].

Известно, что генотипические особенности отражаются на активности функционирования регуляторных систем, что сопровождается изменениями в интенсивности и направленности пищеварительных и обменных процессов. Вследствие различий в адаптивных возможностях пищеварительного аппарата у животных разных генотипов в желудочно-кишечном тракте создаются специфические условия, влияющие на активность микроорганизмов и биосинтез метаболитов [19–23].

Изучение видового состава и ферментативных свойств микроорганизмов у гибридных животных представляет большой интерес. Научные исследования в этой области могут расширить видовое многообразие целлюлозолитических микроорганизмов за счет использования диких форм овец, у которых процесс расщепления и переваривания сырой клетчатки происходит более интенсивно [24–26].

Проведенные ранее зарубежными авторами исследования различных представителей жвачных позволили выявить, что состав микробиома рубца может зависеть от многих факторов, в числе которых генотип и иммунитет животных [23, 31, 34, 35], местообитание [36], рацион питания [37], экологические процессы.

Цель исследования — сравнительное изучение микробиоценоза рубцового содержимого гибридных овец разной кровности.

Для достижения поставленной цели в задачи исследований входили: выделение и изучение видового и количественного состава микроорганизмов рубца у гибридных овец; выделение целлюлозолитических микроорганизмов из рубца гибридных овец; определение морфологических и культуральных свойств выделенных целлюлозолитических микроорганизмов, сравнение целлюлозолитической активности чистых штаммов целлюлозолитических бактерий в зависимости от генотипа животного.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Микробиоценоз рубцового содержимого новых гибридов ранее не был исследован, поэтому провели серию экспериментов в опытах *in vitro* в лаборатории микробиологии ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста в 2021–2023 гг.

Материалом для исследований служило рубцовое содержимое баранов и ярок в возрасте 4–5 месяцев четырех опытных групп с различными генотипами (табл. 1).

Животные содержались на физиологическом дворе ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. Основной рацион

Таблица 1. Породы гибридных овец

Table 1. Breeds of hybrid sheep

Группа	Генотип	Количество голов
1-я	1/4 Argali × 3/4 Romanovskaya	5
2-я	1/32 Argali × 7/32 Romanovskaya × 8/32 Mouflon × 16/32 Katadin	4
3-я	1/8 Argali × 3/8 Romanovskaya × 4/8 Katadin	3
4-я	1/16 Argali × 3/16 Romanovskaya × 8/16 Katadin	4

для всех групп гибридов состоял из 1,5 кг сена и 0,4 кг комбикорма общей питательностью 1,32 ЭКЕ с содержанием 180 г сырого протеина, 40 г сырого жира, 380 г сырой клетчатки. Кормление осуществлялось два раза в сутки по справочному пособию «Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных»¹. Образцы содержимого рубца отбирали у овец через фистулу рубца шприцем Жанэ через три часа после утреннего кормления. Все диагностические исследования были проведены согласно нормам гуманного обращения с животными, изложенным в директиве Европейского сообщества (86/609/ЕЕС) и Хельсинской декларации.

Видовой состав микрофлоры и основные группы микроорганизмов (общее микробное число (ОМЧ), молочнокислые, энтерококки, дрожжеподобные грибы и целлюлозолитические микроорганизмы) определяли методом высева десятикратных разведений на накопительные и дифференциально-диагностические среды (ФБУН ГНЦ ПМБ, г. Оболонск, Россия; HIMEDIA, Индия) промышленного производства глубинным и поверхностным способом с последующим подсчетом их количества (КОЕ/мл) по группам микроорганизмов.

Для выделения целлюлозолитических микроорганизмов содержимое рубца фильтровали и засевали в среду Хангейта и Гетчинсона с фильтровальной бумагой в качестве источника целлюлозы [26].

Посевы инкубировали в термостате при температуре 35–39 °С в течение 24–48 часов для бактерий, при 28–32 °С (2–5 суток) — для грибов. Целлюлозолитические микроорганизмы культивировали в строго анаэробных условиях (уровень CO₂ — 5%) в CO₂ инкубаторе (ЕСКО, CelCulture CCL-050, Корея) при температуре 37 °С в течение 3–7 суток².

Целлюлозолитическую активность содержимого рубца определяли по методу И.А. Долгова, основанному на измерении разницы в весе целлюлозы до и после ее инкубации в модифицированной среде Чюрлиса с содержимым рубца³.

Для дальнейшей работы с поверхности плотной среды отбирали от 3 до 5 одинаковых по морфотипу изолированных колоний и проводили серию последовательных пересевов для получения чистых культур.

Идентификацию проводили по определителям Берджи (для бактерий⁴).

Морфология клеток бактерий была изучена методом световой микроскопии с использованием иммерсии по методике окрашивания микроорганизмов по Граму⁵.

Ферментативные свойства изучены с использованием сахаров (*D*-мальтоза, *L*-рамноза, *L*-арабиноза, раффиноза, *D*-галактоза, целлобиоза)⁶.

pH содержимого рубца измеряли pH-метром («НПКФ «Аквилон» Россия), диапазон измерения pH — от 0 до 14.

Таблица 2. Параметры рубцового содержимого овец различных генотипов
Table 2. Parameters of the scar content of sheep of various genotypes

Показатели	Группа животных (генотип)				P-value
	1-я	2-я	3-я	4-я	
pH рубцового содержимого	6,98 ± 0,05	6,98 ± 0,02	6,97 ± 0,02	6,98 ± 0,02	0,99
ОМЧ, log ₁₀ КОЕ/мл	4,73 ± 0,19	4,06 ± 0,21	4,22 ± 0,14	4,08 ± 0,09	0,05
<i>Lactobacillus spp.</i> , log ₁₀ КОЕ/мл	4,01 ± 0,29 ^{AC}	1,00 ± 0,30 ^{AF}	3,24 ± 0,06 ^F	2,65 ± 0,27 ^C	< 0,001
<i>Enterobacteriaceae spp.</i> , log ₁₀ КОЕ/мл	3,25 ± 0,15 ^{AC}	0,13 ± 0,13 ^{AD}	3,88 ± 0,41 ^{DF}	2,08 ± 0,28 ^{CF}	< 0,001
Дрожжеподобные грибы, log ₁₀ КОЕ/мл	2,02 ± 0,17 ^{AC}	1,02 ± 0,24 ^A	1,62 ± 0,08	0,97 ± 0,18 ^C	0,004
<i>Bifidobacterium spp.</i> , log ₁₀ КОЕ/мл	3,13 ± 0,17 ^{ABC}	6,68 ± 0,29 ^A	6,17 ± 0,17 ^B	6,30 ± 0,11 ^C	< 0,001
Целлюлозолитические бактерии, log ₁₀ КОЕ/мл	7,44 ± 0,05 ^A	9,03 ± 0,25 ^A	8,71 ± 0,15	8,29 ± 0,37	< 0,001
% расщепления целлюлозы в рубцовом содержимом	31,5 ± 1,15	28,88 ± 0,75	29,75 ± 0,25	30,25 ± 1,13	0,38

Примечание: дисперсионный анализ (ANOVA), жирным шрифтом отмечены эффекты, значимые на уровне $p < 0,05$. Указаны межгрупповые различия (A-A, B-B, C-C, D-D, E-E, F-F) по критерию Тьюки для неравных выборок, $p < 0,05$.

Биометрическую обработку осуществляли с использованием метода дисперсионного анализа (ANOVA) в программе Statistica 10 (StatSoft, Inc., США). В качестве фактора, влияющего на микробный состав рубца гибридов, учитывали породную принадлежность особей. Вычисляли средние арифметические значения (M) и стандартные ошибки средних (\pm SEM). Для выявления статистической значимости различий средних величин использовали *t*-критерий Стьюдента. Для парного сравнения каждого показателя в зависимости от анализируемых факторов использовали тест Тьюки для неравных выборок⁷.

Результаты и обсуждения / Results and discussions

Исследования показывают состав и среднее количество каждой исследуемой группы микробного сообщества рубцового содержимого гибридных овец (табл. 2).

В рубцовом содержимом гибридов 1-й группы наблюдалась наибольшая концентрация основных групп микроорганизмов. Общее микробное число между всеми группами опытных животных различалось незначительно ($p = 0,05$). Для 1-й группы ОМЧ — 4,73 ± 0,19 log₁₀ КОЕ/мл, во 2-й, 3-й и 4-й — меньше на 0,67, 0,51 и 0,70 log₁₀ КОЕ/мл соответственно.

Лактобациллы являются частью нормальной микрофлоры человека и животных, колонизирующей ротовую полость, желудочно-кишечный тракт (ЖКТ). Обладают выраженной антагонистической активностью в отношении патогенных бактерий, регулируют количественный и качественный состав микрофлоры кишечника, замедляют рост и размножение патогенных и условно-патогенных микробов [27]. В преджелудках животных играют важную роль при сбраживании простых углеводов (глюкоза, мальтоза, галактоза, лактоза и сахароза) [28].

Содержание *Lactobacillus spp.* и дрожжеподобных грибов также было выше в 1-й группе — 4,01 ± 0,29 и 2,02 ± 0,17 log₁₀ КОЕ/мл соответственно. Содержание *Lactobacillus spp.* в 1-й группе было достоверно выше по сравнению со 2-й на 3,01 log₁₀ КОЕ/мл, а с 4-й —

¹ Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. Москва. 2003; 456.

² ГОСТ ISO 7218-2011 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Общие требования и рекомендации по микробиологическим исследованиям.

³ Тараканов Б.В. Методы исследования микрофлоры пищеварительного тракта сельскохозяйственных животных и птицы. М.: Научный мир. 2006; 188.

⁴ Определитель бактерий Берджи. В 2 т. Т. 1 / [Р. Беркли и др.]; под ред. Дж. Хоулта [и др.]; пер. с англ. под ред. Г.А. Заварзина. 9-е изд. М.: Мир. 1997; 430.

⁵ Литусов Н.В. Бактериологические методы исследования. Иллюстрированное учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во ГБОУ ВПО УГМУ. 2015; 55.

⁶ Воробьев А.А. Медицинская и санитарная микробиология: учеб. пособие для студентов высших медицинских учебных заведений / А.А. Воробьев, Ю.С. Кривошеин, В.П. Ширококов. 2-е изд., стер. М.: Академия. 2006; 464.

⁷ Лемешко Б.Ю. Критерии проверки гипотез об однородности. Руководство по применению. Новосибирск. 2018; 249.

на $1,36 \log_{10}$ КОЕ/мл соответственно ($p < 0,001$). Различие по содержанию дрожжеподобных грибов между 1-й и 2-й группами — $1,00 \log_{10}$ КОЕ/мл ($p = 0,004$), между 1-й и 4-й — $1,05 \log_{10}$ КОЕ/мл ($p = 0,004$). Также наблюдалась достоверная разница ($p < 0,001$) между содержанием *Lactobacillus spp.* в рубцовом содержимом гибридов 2-й и 3-й групп, разница составила $2,24 \log_{10}$ КОЕ/мл.

Enterobacteriaceae spp. представляют большое число нормальной микрофлоры ЖКТ живого организма. Энтерококки как естественные обитатели кишечника принимают активное участие в метаболических процессах (синтезе витаминов, гидролизе сахаров, в частности лактозы, деконьюгировании желчных кислот) и элиминации патогенных бактерий из кишечника [29].

Повышенное количество *Enterobacteriaceae spp.* выявлено у животных 1-й и 3-й групп и составило $3,25 \pm 0,15$ и $3,88 \pm 0,41 \log_{10}$ КОЕ/мл, соответственно, против $0,13 \pm 0,13 \log_{10}$ КОЕ/мл во 2-й группе и $2,08 \pm 0,28 \log_{10}$ КОЕ/мл — в 4-й ($p < 0,001$).

Бифидобактерии играют важную роль в метаболизме, обезвреживании нитратов, поступающих в организм с пищей и водой. Участвуют в регуляции моторики кишечника, обмене желчных кислот, осуществляют синтез витаминов и биологически активных веществ, таких как аминокислоты, белки, витамины B_1 , B_2 (рибофлавин), B_6 (пиридоксин), B_{12} , викасол, никотиновая и фолиевая кислоты [30].

Наименьшее количество *Bifidobacterium spp.* отмечено у гибридов 1-й группы — $3,13 \pm 0,17 \log_{10}$ КОЕ/мл, что на $3,55 \log_{10}$ КОЕ/мл меньше, чем у животных 2-й группы, на $3,04$ и $3,17 \log_{10}$ КОЕ/мл, чем в 3-й и 4-й группах (различия во всех случаях достоверны при $p < 0,001$).

Наиболее важную функциональную роль в рубце играют микроорганизмы, ферментирующие углеводы кормов в ЛЖК, обеспечивая при этом значительную часть энергии жвачных животных. К основной группе целлюлозолитических микроорганизмов относятся *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens* и *Bacteroides succinogenes*, сыгравшие решающую роль в эволюции жвачных животных благодаря формированию рубцового пищеварения. Прикрепляясь к пищевым субстратам, эти бактерии выделяют ферменты, которые разрушают фрагменты растений, разрушая молекулу целлюлозы, отделяя боковые цепи и далее гидролизуют оставшиеся олигосахариды. Они чувствительны к изменению pH среды, при снижении значения до 5,8, ферментация клетчатки ингибируется [24].

В данных исследованиях установлено достоверное различие ($p < 0,001$) по количественному содержанию целлюлозолитических микроорганизмов между 1-й и 2-й группами гибридов на $1,59 \log_{10}$ КОЕ/мл, что подтверждается исследованиями других авторов, согласно которым установлено, что вариабельность микробиома зависит от генотипа и ареала обитания животного, то есть близкородственные особи оказывают одинаковое избирательное давление на свои микроорганизмы, что приводит к одинаковому количеству филогенетически родственных микроорганизмов среди близкородственных животных [31]. Также (по исследованиям ряда авторов) основными типами, обнаруженными во всех образцах при анализе микробиома рубца жвачных животных, были *Bacteroidetes* и *Firmicutes*. Эти два типа представляли в среднем 52% и 30% последовательностей. Доминирующий вид — *Fibrobacter succinogenes*, семейство Ruminococcaceae, семейство Lachnospiraceae и род *Christensenellaceae* [31–33].

Таблица 3. Показатели целлюлозолитической активности рубцового содержимого овец

Table 3. Indicators of cellulolytic activity of sheep scar content.

Показатель	Группа животных			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Количество целлюлозолитических МО, \log_{10} КОЕ/мл	$7,44 \pm 0,05$	$9,03 \pm 0,25$	$8,71 \pm 0,15$	$8,29 \pm 0,37$
Разведение рубцового содержимого, 10^{-7}				
Вес целлюлозных полосок после ферментации, мг	$31,5 \pm 1,15^A$	$28,88 \pm 0,75^B$	$29,75 \pm 0,25^B$	$30,25 \pm 1,13^A$
Потеря веса полосок, %	5,15	12,12	10,6	7,27

Примечание: исходный вес полосок — 33 мг, $A_p < 0,05$, $B_p < 0,001$.

Достоверных различий по pH рубцового содержимого и проценту расщепления целлюлозы в рубцовом содержимом между группами выявлено не было.

Целлюлозолитическая активность микроорганизмов, выделенных путем высева на чашки со средами, содержащими источник целлюлозы, представлена в таблице 3.

Анализируя полученные результаты (табл. 3), можно отметить, что у животных 2-й и 3-й групп количество целлюлозолитических микроорганизмов составило $9,03 \pm 0,25$ и $8,71 \pm 0,15 \log_{10}$ КОЕ/мл соответственно, которые достоверно обладали повышенной целлюлозолитической ферментацией (активностью) ($p < 0,001$). Ферментативная активность микроорганизмов в 4-й группе была ниже на 3,33% и составила 7,27% против 10,6% по сравнению с целлюлозолитической активностью микроорганизмов у животных 3-й группы (при незначительной количественной разнице целлюлозолитических микроорганизмов у животных в данных группах).

При изучении видового состава рубцовой микрофлоры установлено, что выделенные культуры морфологически представляют собой грамположительные сферические до удлиненных кокковидные клетки, одиночные (часто в парах) или короткими цепочками. На плотных средах растут в виде белых средних и мелких глубинных колоний с неровными краями. Выделенные микроорганизмы по морфобиохимическим свойствам идентифицированы как *Ruminococcus spp.*

Целлюлозолитические микроорганизмы, выделенные из рубцового содержимого гибридов всех четырех групп, были исследованы на целлюлозолитическую активность, в результате чего были отобраны 10 штаммов *Ruminococcus spp.* — Sr28, Sr4, Sr32, Sr10, Sr12, Sr53, Sr8, Sr2, Sr15, Sr25, обладавшие наибольшей целлюлозолитической активностью (рис. 1).

Исследование биохимических характеристик выделенных штаммов показало, что большинство штаммов *Ruminococcus spp.* имели одинаковые биохимические профили с небольшими вариациями (табл. 4). При

Рис. 1. Целлюлозолитическая активность штаммов *Ruminococcus spp.*, %

Fig. 1. Cellulolytic activity of *Ruminococcus spp.* strains, %

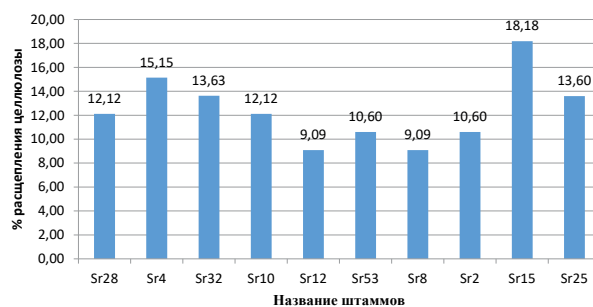


Таблица 4. Биохимические свойства выделенных целлюлозолитических микроорганизмов (*Ruminococcus spp.*)

Table 4. Biochemical properties of isolated cellulolytic microorganisms (*Ruminococcus spp.*)

№ штамма	Тест									
	Глюкоза	Мальтоза	Лактоза	Маннит	Сахароза	Рамноза	D-галактоза	Рафиноза	L-арабиноза	Целлобиоза
Cr28	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Cr4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cr32	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+	+
Cr10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cr12	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+
Cr53	+	+	+/-	-	+	+	+	+	+	+
Cr8	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Cr18	+	+	+/-	-	+	-	+	+	-	+
Cr15	+	+	+	+/-	+	-	+	+	-	+
Cr25	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+

Примечание: + — положительная реакция, - — отрицательная реакция.

посеве на среды с сахарами наблюдалась ферментативная активность в отношении сахарозы, лактозы, глюкозы, D-мальтозы, L-рамнозы, L-арабинозы, рафинозы, D-галактозы, целлобиозы.

Выводы/Conclusions

Полученные результаты согласуются с данными о зависимости состава микробиома рубца от генотипа. У гибридов домашней овцы и архара разной кровности (1/4 архар × 3/4 романовская порода) отмечена наибольшая концентрация основных групп микроорганизмов по сравнению с трех- и четырехпородными гибридами, благодаря чему возрастает интенсивность преджелудочного пищеварения. Однако наибольшее количественное содержание целлюлозолитических бактерий, обладающих высокой ферментативной активностью, отмечено у четырехпородных гибридов (1/32 архар × 7/32 романовская × 8/32 муфлон × 16/32 катадин), что повышает вероятность удовлетворения потребности организма животного в летучих жирных кислотах и незаменимых аминокислотах.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что изучение микробиома рубца гибридных овец является актуальным, так как количественное содержание целлюлозолитических бактерий и вариабельность значений их целлюлозолитической активности зависят от генотипа. Согласно литературным данным, гибриды по этим показателям превосходят чистопородных овец.

Автор несет ответственность за работу, представленные данные и ответственность за плагиат.

The author is responsible for the work, the data presented and responsibility for plagiarism.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Материалы подготовлены в рамках государственного задания НИР по теме FGGN-2021-0002 «Совершенствование систем кормления животных, включая элементы кормопроизводства, на основе новых знаний, полученных при изучении нормирования потребностей в энергии и питательных веществах и разработке новых приемов и способов питания и регулирования физиолого-биохимических, метаболических и микробиологических процессов в организме животных для повышения эффективности производства и улучшения качества животноводческой продукции».

FINANCING

The materials were prepared as part of the state research assignment on the topic FGGN-2021-0002 «Improvement of animal feeding systems, including elements of feed production, based on new knowledge gained in the study of rationing energy and nutrient requirements and the development of new methods and methods of nutrition and regulation of physiological, biochemical, metabolic and microbiological processes in the body of animals to increase production efficiency and improve the quality of livestock products.»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пивняк И.Г., Тараканов Б.В. Микробиология пищеварения жвачных. М.: Колос. 1982; 247.
2. Прохоренко П.Н., Волгин В.И., Романенко Л.В., Бибикина А.С., Федорова З.Л., Стеценко Н.П. Реализация генетического потенциала продуктивности в молочном скотоводстве на основе оптимизации системы кормления. Рекомендации. М.: Росинформгротех. 2006; 36.
3. Стрекозов Н.И., Амерханов Х.А. (ред.). Молочное скотоводство России. М.: ВГНИИ животноводства. 2006; 604. ISBN 5-85941-242-8 <https://www.elibrary.ru/qkybzd>
4. Романенко Л.В., Волгин В.И. Особенности кормления и система рациона для высокопродуктивных коров. *Сельскохозяйственная биология*. 2007; 42(4): 20–27. <https://www.elibrary.ru/iajybsd>
5. Эрнст Л.К., Зиновьева Н.А. Биологические проблемы животноводства в XXI веке. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства РАСХН. 2008; 501. <https://www.elibrary.ru/sfcrwp>
6. Hungate R.E. The Rumen and Its Microbes. New York: Academic Press. 1966; x + 533.
7. Jiang S.Z. et al. Diets of differentially processed wheat alter ruminal fermentation parameters and microbial populations in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 2015; 93(11): 5378–5385. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9547>
8. Santschi D.E., Berthiaume R., Matte J.J., Mustafa A.F., Girard C.L. Fate of Supplementary B-Vitamins in the Gastrointestinal Tract of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 2005; 88(6): 2043–2054. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72881-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72881-2)
9. Лаптев Г.Ю. Микробиом сельскохозяйственных животных: значение для продуктивности и здоровья. *Гастроэнтерология Санкт-Петербурга*. 2020; (1-2): 87–89. <https://www.elibrary.ru/nqbgbo>
10. Ильина Л.А. и др. Выявление закономерностей содержания неидентифицируемых микроорганизмов в рубце крупного рогатого скота. *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2019; (1): 256, 257. <https://www.elibrary.ru/vbhkay>
11. Йылдырым Е.А., Ильина Л.А., Лаптев Г.Ю., Филиппова В.А., Новикова Н.И., Тюрина Д.Г. Изучение связи микробиома рубца с состоянием здоровья жвачных с целью регуляции его состава. *Гастроэнтерология Санкт-Петербурга*. 2020; (1-2): 85–87. <https://www.elibrary.ru/eqqqph>
12. Колоскова Е.М., Остренко К.С., Езерский В.А., Овчарова А.Н., Белова Н.В. Исследование микробиома рубца у овец с использованием молекулярно-генетических методов (обзор). *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2020; (4): 5–26. <https://doi.org/10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2020.4.5-26>
13. Фомичев Ю.П., Боголюбова Н.В., Мишулов А.В., Рыков Р.А. Биокоррекция ферментативных и микробиологических процессов в рубце, межоточный обмен у овец путем применения в питании антиоксиданта и органического йода. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2019; (4): 43–47. <https://doi.org/10.31857/S2500-26272019443-47>

REFERENCES

1. Pivnyak I.G., Tarakanov B.V. Microbiology of ruminant digestion. Moscow: Kolos. 1982; 247 (In Russian).
2. Prokhorenko P.N., Volgin V.I., Romanenko L.B., Bibikova A.C., Fedorova Z.L., Stetsenko N.P. Realization of the genetic potential of productivity in dairy cattle breeding on the basis of optimization of the feeding system. Recommendations. Moscow: Rosinformagrotekh. 2006; 36 (In Russian).
3. Strekozov N.I., Amerkhanov Kh.A. (eds.). Dairy cattle breeding of Russia. Moscow: All-Russian Research Institute for Animal Husbandry. 2006; 604 (In Russian). ISBN 5-85941-242-8 <https://www.elibrary.ru/qkybzd>
4. Romanenko L.B., Volgin V.I. Specificity of feeding and systems of rations for high productive dairy cows. *Agricultural Biology*. 2007; 42(4): 20–27 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/iajybsd>
5. Ernst L.K., Zinovieva N.A. Biological problems of livestock in the 21st century. Moscow: All-Russian Research Institute for Animal Husbandry. 2008; 501 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/sfcrwp>
6. Hungate R.E. The Rumen and Its Microbes. New York: Academic Press. 1966; x + 533.
7. Jiang S.Z. et al. Diets of differentially processed wheat alter ruminal fermentation parameters and microbial populations in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 2015; 93(11): 5378–5385. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9547>
8. Santschi D.E., Berthiaume R., Matte J.J., Mustafa A.F., Girard C.L. Fate of Supplementary B-Vitamins in the Gastrointestinal Tract of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 2005; 88(6): 2043–2054. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72881-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72881-2)
9. Laptev G.Yu. Microbiome of farm animals: importance for productivity and health. *Gastroenterologiya Sankt-Peterburga*. 2020; (1-2): 87–89 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/nqbgbo>
10. Ilyina L.A. et al. Identification of patterns of unidentifiable microorganisms in the rumen of cattle. *Legal regulation in veterinary medicine*. 2019; (1): 256, 257 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/vbhkay>
11. Yyldyrym E.A., Ilyina L.A., Laptev G.Yu., Filippova V.A., Novikova N.I., Tyurina D.G. Study of the relationship of the rumen microbiome with the health status of ruminants in order to regulate its composition. *Gastroenterologiya Sankt-Peterburga*. 2020; (1-2): 85–87 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/eqqqph>
12. Koloskova E.M., Ezerskiy V.A., Ostrenko K.S., Ovcharova A.N., Belova N.V. Studies of the sheep rumen microbiome using molecular genetic methods: a review. *Problems of Productive Animal Biology*. 2020; (4): 5–26 (In Russian). <https://doi.org/10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2020.4.5-26>
13. Fomichev Yu.P., Bogolyubova N.V., Mishurov A.V., Rykov R.A. Biocorrection enzymatic and microbiological processes in the rumen, intermediate metabolism of sheep by applying to the feeding of oxidant and organic iodine. *Rossiiskaya selskhozhoziaistvennaia nauka*. 2019; (4): 43–47 (In Russian). <https://doi.org/10.31857/S2500-26272019443-47>

ВЕТЕРИНАРИЯ

14. Остренко К.С. и др. Влияние адаптогена аскорбата лития на микробиоту рубца овец-ярок. *Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук*. 2022; 60(1): 91–104. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-1-91-104>
15. Артемьева О.А., Колодина Е.Н., Логвинова Т.И. Изучение микробиоценоза у гибридных и чистопородных животных. *Новости науки в АПК*. 2018; (2-1): 247–250. <https://www.elibrary.ru/tbjcvt>
16. Багиров В.А., Эрнст Л.К., Насибов Ш.Н., Кленовицкий П.М., Иолчиев Б.С., Зиновьева Н.А. Сохранение биоразнообразия животного мира и использование отдаленной гибридизации в животноводстве. *Достижения науки и техники АПК*. 2009; (7): 54–56. <https://www.elibrary.ru/kyodqr>
17. Насибов Ш.Н. и др. Генетический потенциал дикой фауны в создании новых селекционных форм животных. *Достижения науки и техники АПК*. 2010; (8): 59–62. <https://www.elibrary.ru/mupimh>
18. Багиров В.А. и др. Цитогенетическая характеристика архара *Ovis ammon ammon*, снежного барана *O. nivicola borealis* и их гибридов. *Сельскохозяйственная биология*. 2012; (6): 43–48. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2012.6.43rus>
19. Zishiri O.T., Cloete S.W.P., Olivier J.J., Dzama K. Genetic parameters for growth, reproduction and fitness traits in the South African Dorper sheep breed. *Small Ruminant Research*. 2013; 112(1–3): 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.01.004>
20. Jetana T., Tasripoo K., Vongpipatana C., Kitsamraj S., Sophon S. The comparative study digestion and metabolism of nitrogen and purine derivatives in male, Thai, Swamp buffalo and Thai, Brahman cattle. *Animal Science Journal*. 2009; 80(2): 130–139. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2008.00618.x>
21. Sales J., Jančík F., Homolka P. Quantifying differences in total tract nutrient digestibilities between goats and sheep. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2007; 96(4): 660–670. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01194.x>
22. Claus M., Hofmann R.R., Streich W.J., Fickel J., Hummel J. Convergence in the macroscopic anatomy of the reticulum in wild ruminant species of different feeding types and a new resulting hypothesis on reticular function. *Journal of Zoology*. 2010; 281(1): 26–38. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2009.00675.x>
23. Henderson G. et al. Rumen microbial community composition varies with diet and host, but a core microbiome is found across a wide geographical range. *Scientific Reports*. 2015; 5: 14567. <https://doi.org/10.1038/srep14567>
24. Грушкин А.Г., Шевелев Н.С. О морфофункциональных особенностях микробиоты рубца жвачных животных и роли целлюлозолитических бактерий в рубцовом пищеварении. *Сельскохозяйственная биология*. 2008; 43(2): 12–19. <https://www.elibrary.ru/siesdx>
25. Эннисон Е.Ф., Льюис Д. Обмен веществ в рубце. М.: *Сельхозиздат*. 1962; 174.
26. Tarakanov B.V. Методы исследования микрофлоры пищеварительно-го тракта сельскохозяйственных животных и птицы. М.: *Научный мир*. 2006; 188. ISBN 5-89176-386-9 <https://www.elibrary.ru/qkpcyr>
27. Lay C., Sutren M., Rochet V., Saunier K., Doré J., Rigottier-Gois L. Design and validation of 16S rRNA probes to enumerate members of the *Clostridium leptum* subgroup in human faecal microbiota. *Environmental Microbiology*. 2005; 7(7): 933–946. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2005.00763.x>
28. Gänzle M.G., Follador R. Metabolism of oligosaccharides and starch in lactobacilli: a review. *Front. Microbiol.* 2012; 3:340. doi:10.3389/fmicb.2012.00340
29. Бондаренко В.М., Суворов А.Н. Симбиотические энтерококки и проблемы энтерококковой оппортунистической инфекции. М.: *Медицина*. 2007; 30.
30. Esteban-Torres M., Ruiz L., Lugli G.A., Ventura M., Margolles A., van Sinderen D. Editorial: Role of Bifidobacteria in Human and Animal Health and Biotechnological Applications. *Front. Microbiol.* 2021. 12: 785664. doi: 10.3389/fmicb.2021.785664
31. Couch C.E. et al. Bighorn sheep gut microbiomes associate with genetic and spatial structure across a metapopulation. *Scientific Reports*. 2020; 10: 6582. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63401-0>
32. Morgavi D.P., Rathahao-Paris E., Popova M., Boccard J., Nielsen K.F., Boudra H. Rumen microbial communities influence metabolic phenotypes in lambs. *Frontiers in Microbiology*. 2015; 6: 1060. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01060>
33. Zeng Y. et al. Characterization of the cellulolytic bacteria communities along the gastrointestinal tract of Chinese Mongolian sheep by using PCR-DGGE and real-time PCR analysis. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2015; 31(7): 1103–1113. <https://doi.org/10.1007/s11274-015-1860-z>
34. Costello E.K., Stagaman K., Dethlefsen L., Bohannan B.J.M., Relman D.A. The Application of Ecological Theory Toward an Understanding of the Human Microbiome. *Science*. 2012; 336(6086): 1255–1262. <https://doi.org/10.1126/science.1224203>
35. Saason G. et al. Heritable Bovine Rumen Bacteria Are Phylogenetically Related and Correlated with the Cow's Capacity To Harvest Energy from Its Feed. *mBio*. 2017; 8(4). <https://doi.org/10.1128/mBio.00703-17>
36. Sundset M.A., Præsteng K.E., Cann I.K.O., Mathiesen S.D., Mackie R.I. Novel Rumen Bacterial Diversity in Two Geographically Separated Sub-Species of Reindeer. *Microbial Ecology*. 2007; 54(3): 424–438. <https://doi.org/10.1007/s00248-007-9254-x>
37. Rustomo B., AlZahal O., Odongo N.E., Duffield T.F., McBride B.W. Effects of Rumen Acid Load from Feed and Forage Particle Size on Ruminal pH and Dry Matter Intake in the Lactating Dairy Cow. *Journal of Dairy Science*. 2006; 89(12): 4758–4768. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72525-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72525-5)
14. Ostrenko K.S. et al. Effect of adaptogen lithium ascorbate on the microbiota of rumen in young ewes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series*. 2022; 60(1): 91–104 (In Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-1-91-104>
15. Artemyeva O.A., Kolodina E.N., Logvinova T.I. Study of microbio-cenosis in hybrid and non-cross animals. *Novosti nauki v APK*. 2018; (2-1): 247–250 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/tbjcvt>
16. Bagirov V.A., Ernst L.K., Nasibov Sh.N., Klenovitskiy P.M., Iolchiev B.S., Zinovieva N.A. Preservation of fauna biodiversity and usage of distant hybridization in the animal production. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2009; (7): 54–56 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/kyodqr>
17. Nasibov Sh.N. et al. Genetic potential of wild fauna in creating new breeding forms of animals. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2010; (8): 59–62 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/mupimh>
18. Bagirov V.A. et al. Cytogenetic characteristic of *Ovis ammon ammon*, *O. nivicola borealis* and their hybrids. *Agricultural Biology*. 2012; (6): 43–48. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2012.6.43eng>
19. Zishiri O.T., Cloete S.W.P., Olivier J.J., Dzama K. Genetic parameters for growth, reproduction and fitness traits in the South African Dorper sheep breed. *Small Ruminant Research*. 2013; 112(1–3): 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.01.004>
20. Jetana T., Tasripoo K., Vongpipatana C., Kitsamraj S., Sophon S. The comparative study digestion and metabolism of nitrogen and purine derivatives in male, Thai, Swamp buffalo and Thai, Brahman cattle. *Animal Science Journal*. 2009; 80(2): 130–139. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2008.00618.x>
21. Sales J., Jančík F., Homolka P. Quantifying differences in total tract nutrient digestibilities between goats and sheep. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2007; 96(4): 660–670. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01194.x>
22. Claus M., Hofmann R.R., Streich W.J., Fickel J., Hummel J. Convergence in the macroscopic anatomy of the reticulum in wild ruminant species of different feeding types and a new resulting hypothesis on reticular function. *Journal of Zoology*. 2010; 281(1): 26–38. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2009.00675.x>
23. Henderson G. et al. Rumen microbial community composition varies with diet and host, but a core microbiome is found across a wide geographical range. *Scientific Reports*. 2015; 5: 14567. <https://doi.org/10.1038/srep14567>
24. Grushkin A.G., Shevelev N.S. About morphofunctional features of rumen microbiota in ruminant animals and the role of cellulolytic bacteria in nimal digestion. *Agricultural Biology*. 2008; 43(2): 12–19 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/siesdx>
25. Ennison E.F., Lewis D. Metabolism in the rumen. Moscow: *Agricultural publishing house*. 1962; 174.
26. Tarakanov B.V. Methods of studying the microflora of the digestive tract of farm animals and poultry. Moscow: *Nauchniy mir*. 2006; 188 (In Russian). ISBN 5-89176-386-9 <https://www.elibrary.ru/qkpcyr>
27. Lay C., Sutren M., Rochet V., Saunier K., Doré J., Rigottier-Gois L. Design and validation of 16S rRNA probes to enumerate members of the *Clostridium leptum* subgroup in human faecal microbiota. *Environmental Microbiology*. 2005; 7(7): 933–946. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2005.00763.x>
28. Gänzle M.G., Follador R. Metabolism of oligosaccharides and starch in lactobacilli: a review. *Front. Microbiol.* 2012; 3:340. doi:10.3389/fmicb.2012.00340
29. Bondarenko V.M., Suvorov A.N. Symbiotic enterococci and problems of enterococcal opportunistic infection. Moscow: *Meditisina*. 2007; 30 (In Russian).
30. Esteban-Torres M., Ruiz L., Lugli G.A., Ventura M., Margolles A., van Sinderen D. Editorial: Role of Bifidobacteria in Human and Animal Health and Biotechnological Applications. *Front. Microbiol.* 2021. 12: 785664. doi: 10.3389/fmicb.2021.785664
31. Couch C.E. et al. Bighorn sheep gut microbiomes associate with genetic and spatial structure across a metapopulation. *Scientific Reports*. 2020; 10: 6582. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63401-0>
32. Morgavi D.P., Rathahao-Paris E., Popova M., Boccard J., Nielsen K.F., Boudra H. Rumen microbial communities influence metabolic phenotypes in lambs. *Frontiers in Microbiology*. 2015; 6: 1060. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01060>
33. Zeng Y. et al. Characterization of the cellulolytic bacteria communities along the gastrointestinal tract of Chinese Mongolian sheep by using PCR-DGGE and real-time PCR analysis. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2015; 31(7): 1103–1113. <https://doi.org/10.1007/s11274-015-1860-z>
34. Costello E.K., Stagaman K., Dethlefsen L., Bohannan B.J.M., Relman D.A. The Application of Ecological Theory Toward an Understanding of the Human Microbiome. *Science*. 2012; 336(6086): 1255–1262. <https://doi.org/10.1126/science.1224203>
35. Saason G. et al. Heritable Bovine Rumen Bacteria Are Phylogenetically Related and Correlated with the Cow's Capacity To Harvest Energy from Its Feed. *mBio*. 2017; 8(4). <https://doi.org/10.1128/mBio.00703-17>
36. Sundset M.A., Præsteng K.E., Cann I.K.O., Mathiesen S.D., Mackie R.I. Novel Rumen Bacterial Diversity in Two Geographically Separated Sub-Species of Reindeer. *Microbial Ecology*. 2007; 54(3): 424–438. <https://doi.org/10.1007/s00248-007-9254-x>
37. Rustomo B., AlZahal O., Odongo N.E., Duffield T.F., McBride B.W. Effects of Rumen Acid Load from Feed and Forage Particle Size on Ruminal pH and Dry Matter Intake in the Lactating Dairy Cow. *Journal of Dairy Science*. 2006; 89(12): 4758–4768. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72525-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72525-5)

ОБ АВТОРАХ

Мария Валентиновна Довыденкова,

кандидат сельскохозяйственных наук,
научный сотрудник лаборатории микробиологии,
vijmikrob@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3093-4117>.

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста,
пос. Дубровицы, 60, Подольск, Московская обл., 142132, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Maria Valentinovna Davydenkova,

Candidate of Agricultural Sciences,
Researcher at the Laboratory of Microbiology,
vijmikrob@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3093-4117>.

Federal Research Center for Animal Husbandry
named after Academy Member L.K. Ernst,
60 Dubrovitsy village, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia

УДК 636.934

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-63-67

А.С. Горелик¹
М.Б. Ребезов^{2, 3}
О.В. Горелик² ✉

¹ Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

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

✉ olgao205en@yandex.ru

Поступила в редакцию:
03.04.2023

Одобрена после рецензирования:
15.09.2023

Принята к публикации:
29.09.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-63-67

Artem S. Gorelik¹
Maksim B. Rebezov^{2, 3}
Olga V. Gorelik² ✉

¹ Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Yekaterinburg, Russia

² Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

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

✉ olgao205en@yandex.ru

Received by the editorial office:
03.04.2023

Accepted in revised:
15.09.2023

Accepted for publication:
29.09.2023

Физико-химические показатели молока коров с разной долей кровности по голштинской породе

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Обеспечение населения страны полноценными продуктами питания собственного производства — важная задача, стоящая перед работниками агропромышленного комплекса страны. Таким продуктом является молоко. Молоко — не только ценный продукт питания, но и сырье для молочной промышленности. Крупный рогатый скот — один из основных источников молока, поэтому исследование молока коров является актуальной задачей. Цель работы — изучение физико-химических и санитарно-гигиенических показателей молока коров разных генотипов по кровности относительно голштинской породы.

Результаты. В результате исследований установлено, что лучшим по содержанию сухого вещества и его компонентов оказалось молоко, полученное от коров, имеющих генотип по голштинской породе 75–91%. По мнению авторов, это объясняется эффектом возврата к среднему у животных этой группы и в какой-то мере эффектом гетерозиса, который проявился при скрещивании коров черно-пестрой породы и быков голштинской породы. Животные с более высоким уровнем (от 91 до 97% по голштинам) имели самые низкие показатели по содержанию в молоке сухого вещества и его компонентов. В 4-й группе, где находились практически чистопородные коровы с долей кровности по голштинам 97% и более, установлено повышение сухого вещества в молоке относительно 3-й группы.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, генотип, коровы, молоко, состав, свойства

Для цитирования: Горелик А.С., Ребезов М.Б., Горелик О.В. Физико-химические показатели молока коров с разной долей кровности по голштинской породе. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 63–67. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-63-67>

© Горелик А.С., Ребезов М.Б., Горелик О.В.

Physico-chemical parameters of milk of cows with different proportions of blood in the Holstein breed

ABSTRACT

Relevance. Providing the country's population with high-grade food products of its own production is an important task facing the workers of the country's agro-industrial complex. Milk is such a product. Milk is not only a valuable food product, but also a raw material for the dairy industry. Cattle are one of the main sources of milk, so the study of cows' milk is an urgent task. The aim of the work was to study the physicochemical and sanitary-hygienic indicators of milk of cows of different genotypes by blood relative to the Holstein breed.

Results. As a result of the research, it was found that the best content of dry matter and its components was milk obtained from cows with a Holstein genotype of 75–91%. In our opinion, this is explained by the effect of reversion to the mean in animals of this group and, to some extent, by the effect of heterosis, which manifested itself when crossing Black-and-White cows and Holstein bulls. Animals with a higher level, ranging from 91% to 97% for Holsteins, had the lowest values in terms of the content of dry matter and its components in milk. In the 4th group, where there were practically purebred cows with a blood ratio of 97% or more according to Holstein, an increase in the dry matter in milk relative to the 3rd group was found.

Key words: cattle, genotype, cows, milk, composition, properties

For citation: Gorelik A.S., Rebezov M.B., Gorelik O.V. Physico-chemical parameters of milk of cows with different proportions of blood in the Holstein breed. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 63–67 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-63-67>

© Gorelik A.S., Rebezov M.B., Gorelik O.V.

Введение/Introduction

В Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации») прописаны цели, задачи и основные направления государственной социально-экономической политики в области обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации. С целью обеспечения населения высококачественными продуктами питания собственного производства необходимо устойчивое развитие сельскохозяйственно-го производства и животноводства, в частности [1, 2].

Особое внимание при этом уделяют развитию молочного скотоводства, от которого получают молоко и говядину. Основным продуктом молочного скотоводства является молоко — ценный продукт питания, созданный самой природой и необходимый для человека любого возраста и состояния здоровья [3]. Из молока производят большой ассортимент молочных продуктов в соответствии с технологическими инструкциями, разработанными на основании свойств молока и его компонентов [4, 5]. В связи с этим к нему (как к продукту питания и сырью для переработки) предъявляются большие требования с точки зрения безопасности и технологических свойств. На состав и свойства молока оказывают влияние множество факторов, в том числе и генетические, а именно происхождение [6, 7].

В Уральском регионе для производства молока используется молочный черно-пестрый скот, который в настоящее время отнесен к голштинской породе. Однако, в связи с тем что селекционная работа с молочным скотом региона длительное время проводилась путем скрещивания маточного поголовья отечественного черно-пестрого уральского скота с быками голштинской породы, в каждом стаде можно выявить определенные генотипы по кровности относительно голштинской

породы [8, 9]. Изучение физико-химических и качественных показателей молока коров новой породной формации актуально и имеет научно-практический интерес.

Цель работы — изучение физико-химических и санитарно-гигиенических показателей молока коров разных генотипов по кровности относительно голштинской породы.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Проведены исследования по влиянию генотипа по голштинской породе на качественные показатели молока и его пригодность к переработке в мягкие сыры. Для этого маточное поголовье было разделено на группы в зависимости от кровности по голштинской породе. Выделены четыре группы: 1-я — до 75% (черно-пестрая порода), 2-я — 75–91%, 3-я — 91–97%, 4-я — 97% и более.

Исследования молока проводили в молочной лаборатории ФГБОУ ВО «Уральский ГАУ» (п. Исток, г. Екатеринбург, Свердловская обл.). Учет молочной продуктивности проводили по результатам ежедневных доек, а также по данным ежемесячных контрольных доек в течение двух смежных дней за 100 дней лактации, 305 дней и всю лактацию (ГОСТ Р 51451¹).

Отбор проб сырья и продукции проводили в соответствии с ГОСТ 3622², ГОСТ 26809.1³, ГОСТ 26809.2⁴, анализ молока — на приборах «Клевер-1М» и «Лактан 1-4М» с определением массовой доли жира (МДЖ) и белка (МДБ), СОМО, содержания лактозы и минеральных веществ. Определяли также кислотность (ГОСТ 3624)⁵ и плотность молока ареометром (ГОСТ Р 54758)⁶.

При оценке технологических свойств молока была изучена массовая доля СОМО, общего белка, казеина, сывороточных белков, лактозы рефрактометрическим методом на анализаторах ИРФ-464 и АМ-2 (ГОСТ 25179⁷).

Массовую долю кальция в молоке (мг %) определяли комплексонометрическим методом (методика А.Я. Дуденкова, 1967)⁸, фосфора — согласно методике ГОСТ 31980⁹, количество соматических клеток (тыс/см) — на приборе «Соматос» по ГОСТ Р 54077¹⁰.

На молокоперерабатывающие предприятия молоко принимается в соответствии с ГОСТ 31449¹¹.

Материалы исследований были обработаны по методу вариационной статистики на ПК с использованием программного обеспечения Microsoft Office и определением критерия достоверности по Стьюденту.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В таблице 1 представлены физико-химические показатели молока коров разных генотипов.

Таблица 1. Физико-химические показатели молока коров разных генотипов, %

Table 1. Physical and chemical parameters of milk of cows of different genotypes, %

Показатель	Генотип				
	до 75%	от 75 до 91%	от 91 до 97%	97% и более	в среднем
Сухое вещество, %	12,87 ± 0,11	12,91 ± 0,06	12,75 ± 0,13	12,87 ± 0,12	12,82 ± 0,13
СОМО, %	8,96 ± 0,03	8,95 ± 0,01*	8,88 ± 0,02	8,93 ± 0,02	8,91 ± 0,03
МДЖ, %	3,91 ± 0,005	3,96 ± 0,004**	3,87 ± 0,005	3,94 ± 0,006*	3,91 ± 0,002
МДБ, %	3,22 ± 0,002***	3,17 ± 0,003**	3,10 ± 0,003	3,06 ± 0,002	3,15 ± 0,002**
В том числе сывороточные белки, %	0,69 ± 0,002**	0,68 ± 0,002*	0,66 ± 0,002	0,65 ± 0,002	0,67 ± 0,002
Казеин, %	2,53 ± 0,002**	2,49 ± 0,002*	2,44 ± 0,002	2,41 ± 0,002	2,48 ± 0,002
Лактоза, %	4,84 ± 0,02	4,81 ± 0,03	4,72 ± 0,01	4,79 ± 0,03	4,78 ± 0,01
Зола, %	0,77 ± 0,002*	0,74 ± 0,003	0,78 ± 0,003**	0,75 ± 0,002	0,75 ± 0,002
Кальций, мг/%	123,0 ± 1,09*	119,6 ± 1,87	119,3 ± 0,78	119,1 ± 1,21	120,4 ± 1,66
Фосфор, мг/%	102,2 ± 1,47	101,1 ± 1,53	99,1 ± 1,40	99,9 ± 2,02	101,1 ± 1,93
Плотность, °А	28,8 ± 0,25	28,9 ± 0,23	28,2 ± 0,10	28,6 ± 0,31	28,7 ± 0,12
Кислотность, °Т	16,6 ± 0,11	16,9 ± 0,14	16,8 ± 0,06	16,5 ± 0,14	16,6 ± 0,11
Калорийность, кКал / 100 г	68,60	68,75	67,27	68,04	68,08

Примечание: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$.

¹ ГОСТ Р 51451-99 Методика учета надоев коровьего молока.

² ГОСТ 3622-68 Молоко и молочные продукты. Отбор проб и подготовка их к испытанию.

³ ГОСТ 26809.1-2014 Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 1. Молоко, молочные, молочные составные и молокосодержащие продукты.

⁴ ГОСТ 26809.2-2014 Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 2. Масло из коровьего молока, спреды, сыры и сырные продукты, плавленные сыры и плавленные сырные продукты.

⁵ ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности.

⁶ ГОСТ Р 54758-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения плотности.

⁷ ГОСТ 25179-90 Молоко. Методы определения белка.

⁸ Дуденков А.Я. Справочное руководство для лаборантов маслодельно-сыродельных заводов. 1967; 150.

⁹ ГОСТ 31980-2012 Молоко. Спектрометрический метод определения массовой доли общего фосфора

¹⁰ ГОСТ Р 54077-2010 Молоко. Методы определения количества соматических клеток по изменению вязкости.

¹¹ ГОСТ 31449-2013 Молоко коровье сырое. Технические условия.

Из данных (табл. 1) видно, что лучшим по содержанию сухого вещества и его компонентов оказалось молоко, полученное от коров, имеющих генотип по голштинской породе 75–91%. По мнению авторов, это объясняется эффектом возврата к среднему у животных этой группы и в какой-то мере эффектом гетерозиса, который проявился при скрещивании коров черно-пестрой породы и быков голштинской породы. Животные с более высоким уровнем (от 91 до 97% по голштинам) имели самые низкие показатели по содержанию в молоке сухого вещества и его компонентов. В 4-й группе, где находились практически чистопородные коровы с долей кровности по голштинам 97% и более, установлено повышение сухого вещества в молоке относительно 3-й группы.

На свойствах компонентов молока основаны технологические свойства молока при его переработке. Наибольший интерес представляют белок молока и его виды (рис. 1).

Несмотря на то что по общему содержанию сухого вещества, МДЖ, МДЛ (массовая доля лактозы — молочного сахара) и даже зоны наблюдались колебания в зависимости от генотипа коров, МДБ в молоке снижается с повышением кровности по голштинам. Это касается и его видов. Исходя из этого, можно сделать однозначный вывод о том, что у коров голштинской породы с повышением кровности по голштинам снижается МДБ в молоке. У коров, имеющих кровность до 75% по голштинам, отмечено самое высокое содержание жира в молоке ($3,22 \pm 0,002$).

Молоко — это биологическая жидкость, предназначенная для вскармливания потомства, в связи с этим оно оценивается не только как пищевой продукт, но и по биологической полноценности. Одним из таких показателей является соотношение жира и белка. Наиболее полноценным считается продукт, в котором на 100 г жира приходится 100 г белка. В нашем случае наиболее биологически полноценным оказалось молоко, полученное от коров с генотипом до 75% по голштинской породе (черно-пестрая порода). Данные о соотношении жира и белка в молоке коров разных генотипов представлены на рисунке 2.

С повышением кровности по голштинам наблюдается снижение биологической полноценности молока.

Молоко — полноценный продукт, который является единственной пищей для новорожденного. Оптимальное для потребляемой пищи соотношение питательных веществ — 1:1:4 (жир, белок, углеводы). В молоке присутствуют все эти питательные вещества. Их соотношение представлено на рисунке 3.

На рисунке 3 хорошо видно, что количество углеводов в молоке ниже требуемой нормы рациона для человека, что объясняется прежде всего различием состава молока у млекопитающих животных разных видов,

Рис. 1. Содержание белка и его видов в молоке коров разных генотипов

Fig. 1. The content of protein and its types in the milk of cows of different genotypes

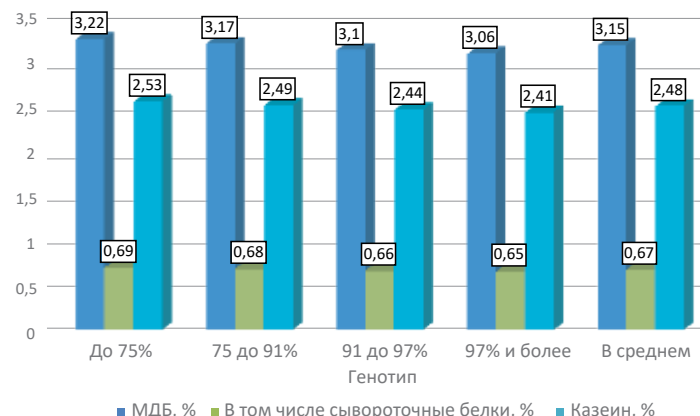


Рис. 2. Соотношение питательных веществ в молоке коров разных генотипов

Fig. 2. The ratio of nutrients in the milk of cows of different genotypes

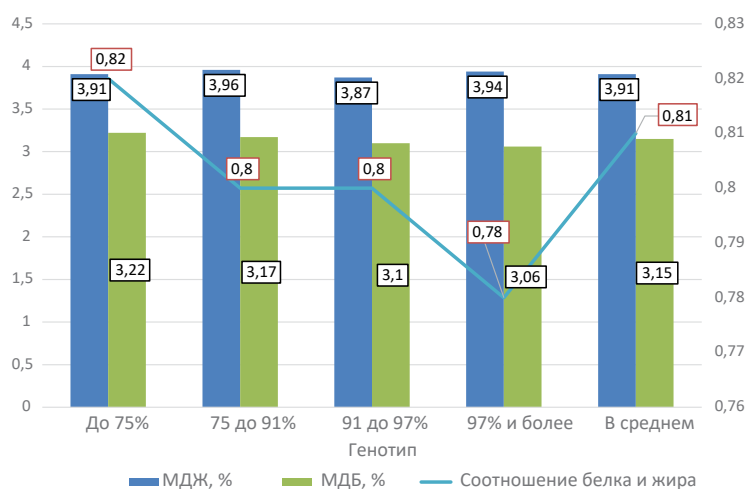
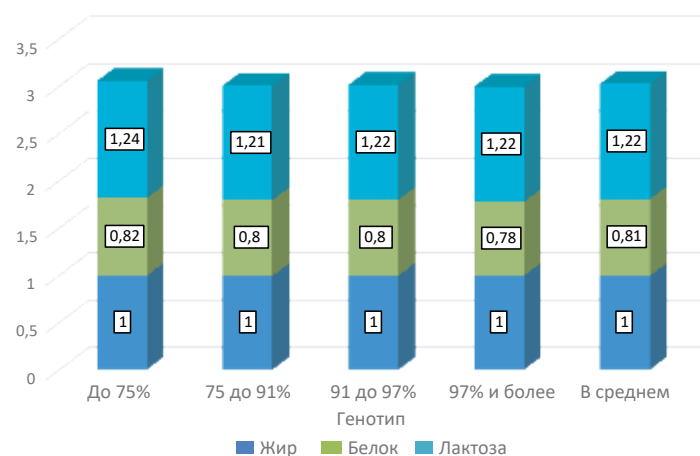


Рис. 3. Соотношение питательных веществ в молоке, раз

Fig. 3. The ratio of nutrients in milk, times



но, несмотря на это, оно в значительной степени может считаться оптимальным продуктом для человека.

По пищевой ценности, о которой можно судить по калорийности продукта, лучшим оказалось молоко от коров с генотипом 75–91% по генотипу.

Молоко — не только продукт питания, но и сырье для молочной промышленности. Согласно требованиям ГОСТ 31449-2013, необходимо проверить на соответствие сырья по группам показателей: составу (МДЖ и МДБ), санитарно-гигиеническим (наличие соматических

Таблица 2. Качественные показатели молока коров разных генотипов

Table 2. Qualitative indicators of milk of cows of different genotypes

Показатель	Генотип				
	до 75%	от 75 до 91%	от 91 до 97%	от 97% и более	в среднем
МДЖ, %	3,89 ± 0,14	3,94 ± 0,01**	3,68 ± 0,03	3,88 ± 0,11	3,78 ± 0,10
МДБ, %	3,23 ± 0,002***	3,17 ± 0,003**	3,09 ± 0,003	3,06 ± 0,002	3,15 ± 0,002**
Плотность, °А	28,8 ± 0,25	28,9 ± 0,23	28,2 ± 0,10	28,6 ± 0,31	28,7 ± 0,12
Температура замерзания, °С	-0,546 ± 0,003	-0,543 ± 0,002	-0,543 ± 0,002	-0,537 ± 0,003	-0,541 ± 0,003
Кислотность, °Т	16,6 ± 0,11	16,9 ± 0,14	16,8 ± 0,06	16,5 ± 0,14	16,6 ± 0,11
Бактериальная обсемененность, тыс. шт. микр. тел /см ³	182 ± 12,41	179 ± 10,13	186 ± 9,37	177 ± 7,99	181 ± 11,28
Наличие соматических клеток, тыс. шт. /см ³	102 ± 3,24	106 ± 4,21	98 ± 2,98	99 ± 2,89	102 ± 3,45
Механическая загрязненность, группа	1	1	1	1	1

Примечание: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$.

клеток, бактериальная обсемененность), физико-химическим свойствам (плотность и температура замерзания — натуральность молока, титруемая кислотность — свежесть молока) и безопасности продукта (наличие вредных и опасных для здоровья веществ). Результаты оценки молока в соответствии с требованиями ГОСТа представлены в таблице 2.

Из данных (табл. 2) видно, что молоко коров всех групп по генотипу и в целом по поголовью молочного скота в соответствии с требованиями ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия» может быть отнесено к высшему сорту.

По МДЖ и МДБ в молоке всех групп наблюдается превышение минимальных требований, установленных в ГОСТ 31449-2013. Показатели плотности молока

и температуры его замерзания соответствуют требованиям для молока высшего сорта и подтверждают его натуральность, а кислотность (титруемая) говорит о свежести молока, поскольку входит в норму для высшего и первого сорта 16–18 °Т. Различия в МДЖ в молоке по сравнению с таблицей 1 объясняются различными периодами исследований.

Достоверной разницы по наличию соматических клеток и бактериальной обсемененности молока не установлено.

Выводы/Conclusion

Таким образом, из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

- по химическому составу лучшим по содержанию сухого вещества и его компонентов оказалось молоко, полученное от коров, имеющих генотип по голштинской породе 75–91%. Коровы с генотипом по голштинской породе до 75% оказались на втором месте;
- по пищевой ценности, о которой можно судить по калорийности продукта, лучшим оказалось молоко от коров с генотипом 75–91%;
- молоко коров всех групп по генотипу и в целом по поголовью молочного скота в соответствии с требованиями ГОСТ 31449-2013. «Молоко коровье сырое. Технические условия» может быть отнесено к высшему сорту.

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

Исследование является поисковым и выполнено в рамках научных исследований Уральского государственного аграрного университета (государственная регистрация № АААА-А19-1191014000069).

FUNDING

The study is exploratory and was carried out within the framework of scientific research of the Ural State Agrarian University (state registration No. АААА-А19-1191014000069).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Чеченихина О.С., Быкова О.А., Лоретц О.Г., Степанов А.В. Возраст выбытия коров из стада в зависимости от генетических и паратипических факторов. *Аграрный вестник Урала*. 2021; (6): 71–79. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-209-06-71-79>
- Гридина С.Л., Гридин В.Ф., Сидорова Д.В., Новицкая К.В. Влияние уровня голштинизации на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы. *Достижения науки и техники АПК*. 2018; 32(8): 60, 61. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10816>
- Гридина С.Л., Гридин В.Ф., Лешонков О.И., Гусева Л.В. Динамика развития племенного молочного животноводства Свердловской области. *Аграрный вестник Урала*. 2018; (8): 30–34. <https://www.elibrary.ru/ylgqol>
- Чеченихина О.С., Смирнова Е.С. Биологические и продуктивные особенности коров черно-пестрой породы при различной технологии доения. *Молочнохозяйственный вестник*. 2020; (1): 90–102. <https://www.elibrary.ru/ueogyv>
- Ревина Г.Б., Асташенкова Л.И. Повышение продуктивного долголетия коров голштинской породы. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2018; (8): 84–87. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.74.8.017>
- Гридин В.Ф., Гридина С.Л. Анализ породного и классного состава крупного рогатого скота Уральского региона. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2019; (1): 50, 51. <https://doi.org/10.31857/S2500-26272019150-51>
- Сельцов В.И., Молчанова Н.В., Сулима Н.Н. Влияние методов разведения на продуктивное долголетие и пожизненную продуктивность коров. *Зоотехния*. 2016; (9): 2–4. <https://www.elibrary.ru/rclxin>
- Горелик О.В., Лавров А.А., Лаврова Ю.Е., Белооков А.А. Причины выбытия коров в зависимости от происхождения. *Аграрный вестник Урала*. 2021; (1): 36–45. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-204-01-36-45>

REFERENCES

- Chechenikhina O.S., Bykova O.A., Loretc O.G., Stepanov A.V. The age of retirement of cows from the herd, depending on genetic and paratypical factors. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; (6): 71–79 (In Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-209-06-71-79>
- Gridina S.L., Gridin V.F., Sidorova D.V., Novitskaya K.V. Influence of Holstein Share on Milk Productivity of Black-and-White Cows. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2018; 32(8): 60, 61 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10816>
- Gridina S.L., Gridin V.F., Leshonok O.I., Guseva L.V. Dynamics of development of the breast dairy livestocking in Sverdlovsk region. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2018; (8): 30–34 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ylgqol>
- Chechenikhina O.S., Smirnova E.S. Biological and productive features of black-mottled cows with various milking techniques. *Molochnokhoyzaistvenny Vestnik*. 2020; (1): 90–102 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ueogyv>
- Revina G.B., Astashenkova L.I. Increasing productive longevity of Holstein cows. *International research journal*. 2018; (8): 84–87 (In Russian). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.74.8.017>
- Gridin V.F., Gridina S.L. Analysis of breed and class composition cattle of the Ural region. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka*. 2019; (1): 50, 51 (In Russian). <https://doi.org/10.31857/S2500-26272019150-51>
- Seltsov V.I., Molchanova N.V., Sulima N.N. Influence of breeding methods on productive longevity and cows lifetime productivity. *Zootekhnika*. 2016; (9): 2–4 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/rclxin>
- Gorelik O.V., Lavrov A.A., Lavrova Yu.E., Belookov A.A. Reasons for the disposal of cows, depending on the origin. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; (1): 36–45 (In Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-204-01-36-45>

9. Тихомиров И.А., Скоркин В.К., Аксенова В.П., Андриякина О.Л. Продуктивное долголетие коров и анализ причин их выбытия. *Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства*. 2016; (1): 64–72. <https://www.elibrary.ru/vowcwn>

9. Tikhomirov I.A., Skorkin V.K., Aksenova V.P., Andryukhina O.L. Cows productive life longevity and their reasons for culling-s analysis. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva*. 2016; (1): 64–72 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/vowcwn>

ОБ АВТОРАХ

Артем Сергеевич Горелик¹,
кандидат биологических наук
temae077ex@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3362-2514>

Максим Борисович Ребезов^{2, 3},
• доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник²;
• доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов³
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Ольга Васильевна Горелик³,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
olgao205en@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

¹ Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России,
ул. Мира, 22, Екатеринбург, 620137, Россия

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

³ Уральский государственный аграрный университет,
ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Artem Sergeevich Gorelik¹,
Candidate of Biological Sciences
temae077ex@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3362-2514>

Maksim Borisovich Rebezov^{2, 3},
• Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher²;
• Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products³
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Olga Vasilyevna Gorelik³,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor
olgao205en@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

¹ Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia,
22 Mira Str., Yekaterinburg, 620137, Russia

² V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences,
26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

³ Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia



С.А. Гриценко¹
О.В. Белоокова¹
М.Б. Ребезов^{2, 3}
Ю.Ю. Видякин¹

¹Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия

²Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

³Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ zf.usavm@mail.ru

Поступила в редакцию:
11.06.2023

Одобрена после рецензирования:
15.09.2023

Принята к публикации:
29.08.2023



Svetlana A. Gritsenko¹
Oksana V. Belookova¹
Maksim B. Rebezov^{2, 3}
Yuri Yu. Vidyakin¹

¹South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia

²V.M. Gorbатов Federal Scientific Center of Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

³Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

✉ zf.usavm@mail.ru

Received by the editorial office:
11.06.2023

Accepted in revised:
15.09.2023

Accepted for publication:
29.09.2023

Динамика показателей линейного роста и индексов телосложения товарного молодняка мясной птицы в зависимости от живой массы в суточном возрасте

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В статье представлены показатели линейного роста и индексов телосложения промышленного стада птицы мясного направления продуктивности в различные возрастные периоды в зависимости от массы тела птицы в суточном возрасте.

Результаты. Выявлена общая тенденция положительного влияния градации птенцов по живой массе в суточном возрасте на показатели линейного роста и индексы телосложения.

Установлено, что в постинкубационном периоде онтогенеза у цыплят-бройлеров показатели экстерьера достоверно увеличивались по 35-е сутки. Длина тела интенсивнее изменялась в возрасте 7–14 и 14–23 суток, длина киля — 14–23 суток, на последнем этапе больше всего увеличились ширина груди и обхват груди. Максимальные значения индексов телосложения отмечаются на начальном этапе онтогенеза: массивности — в возрасте 14 суток, сбитости — 7 суток, длинноногости и широкотелости — 1 суток, эйрисомии и укороченности — 7 суток. В дальнейшем величина индексов уменьшается и вновь возрастает к возрасту 35 суток.

Ключевые слова: живая масса в суточном возрасте, промеры, индексы телосложения, цыплята-бройлеры

Для цитирования: Гриценко С.А., Белоокова О.В., Ребезов М.Б., Видякин Ю.Ю. Динамика показателей линейного роста и индексов телосложения товарного молодняка птицы в зависимости от живой массы в суточном возрасте. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 68–72. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-68-72>

© Гриценко С.А., Белоокова О.В., Ребезов М.Б., Видякин Ю.Ю.

Dynamics of indicators of linear growth and physique indices of marketable young beef poultry depending on live weight at day old

ABSTRACT

Relevance. The article presents the indicators of linear growth and physique indices of the industrial poultry flock of the meat direction of productivity in different age periods, depending on the body weight of the bird at the daily age.

Results. A general trend of a positive effect of the gradation of chicks by live weight at day-old age on linear growth indicators and physique indices was revealed.

It was established that in the post-incubation period of ontogenesis in broiler chickens, the exterior indicators significantly increased from 1 to 35 days. The body length changed more intensively at the age of 7–14 and 14–23 days, the length of the keel — 14–23 days, at the last stage, the chest width and chest girth increased the most. The maximum values of physique indices are noted at the initial stage of ontogenesis: massiveness — at the age of 14 days, stubble — 7 days, long-legged and broad-bodied — 1 day, eirisomy and shortness — 7 days. In the future, the value of the indices decreases and increases again by the age of 35 days.

Key words: live weight at day old, measurements, body indexes, broiler chickens

For citation: Gritsenko S.A., Belookova O.V., Rebezov M.B., Vidyakin Yu.Yu. Dynamics of indicators of linear growth and physique indices of marketable young beef poultry depending on live weight at day old. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 68–72 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-68-72>

© Gritsenko S.A., Belookova O.V., Rebezov M.B., Vidyakin Yu.Yu.

Введение/Introduction

Птицеводство — одна из самых быстрорастущих отраслей животноводства по производству мяса [1, 2].

Ключевыми моментами значимости данной отрасли сельского хозяйства являются скорый период воспроизводства, малый расход кормов, возможность регулирования свойств и качества продукции [3–5].

Мясо птицы также отвечает задачам по созданию качественного рациона для граждан России, поскольку имеет в своем составе полноценный белок и жир, богатый полиненасыщенными жирными кислотами, минеральными веществами и витаминами группы В [6–8].

Способами регулирования являются разные методы селекции, содержания и выращивания птицы. Так, изучение генетического разнообразия позволяет лучше освоить селекционный потенциал птицы и возможности его использования для получения полноценных продуктов питания [9].

Достижение высоких показателей в мясном птицеводстве возможно благодаря реализации генетического потенциала птицы, о качестве которого служит комплексная оценка птицы по показателям ее линейного роста и индексов телосложения [10].

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Показателями линейного роста птицы являются данные промеров тела и индексов телосложения в различные возрастные периоды.

В 2023 году для проведения опыта были сформированы три группы цыплят-бройлеров мясного направления продуктивности в суточном возрасте по 80 голов в каждой в зависимости от массы тела: 1-я группа — 36–40 г, 2-я группа — 41–45 г, 3-я группа — 46–50 г.

Научно-производственный опыт проводили на базе птицеводческого предприятия в Челябинской области (Россия) и лабораториях Южно-Уральского государственного аграрного университета (г. Троицк, Россия).

Эксперименты проведены с соблюдением требований, изложенных в Директиве Европейского парламента и Совета Европейского союза 2010/63/ЕС от 22 сентября 2010 года о защите животных, используемых для научных целей¹.

Для оценки промеров применяли соответствующие измерительные приборы (мерная линейка или лента, циркуль, углометр), промеры брали по общепринятым методикам путем измерения. Средства измерений поверены в ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Челябинской области» (г. Челябинск, Россия).

Расчеты индексов телосложения (массивности, эйрисомии, широкотелости, укороченности, сбитости, длинноногости) проведены на основании показателей промеров (по П.А. Кабыстиной)².

Для статистической обработки материала использовали IBM — совместимый компьютер, электронные таблицы и пакет статистического анализа среды Microsoft Excel (США).

Проведена оценка птицы в зависимости от массы цыпленка в суточном возрасте по показателям промеров и индексов телосложения в возрастные периоды: 1 сутки, 7 суток, 23 дня, 35 суток (рис. 1).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Изучение экстерьера птицы дает возможность по характеру сложения и изменению внешних признаков определить ее хозяйственно полезные качества.

Тип телосложения и некоторые признаки экстерьера у птиц являются постоянными, другие изменяются в зависимости от уровня продуктивности.

Живая масса — один из показателей продуктивности бройлеров, служит критерием состояния организма и зависит от возраста, условий содержания, кормления, кросса птицы и других внешних и внутренних факторов [1].

Установлено, что живая масса цыплят-бройлеров в суточном возрасте положительно влияет на пока-

затели линейного роста. В постинкубационном периоде онтогенеза у цыплят-бройлеров показатели экстерьера достоверно увеличивались по 35-е сутки. Длина тела интенсивнее изменялась в возрасте 7–14 и 14–23 суток, длина кия — в 14–23 суток. На последнем этапе больше всего увеличились ширина и обхват груди (табл. 1).

В суточном возрасте все промеры тела птицы во 2-й и 3-й группах были больше, чем в 1-й. Цыплята-бройлеры во 2-й группе превзошли аналоги из 1-й группы по длине тела на 0,14 см, ширине груди — на 0,06 см, обхвату груди — на 0,15 см, глубине груди — на 0,15 см, ширине таза — на 0,1 см, длине кия — на 0,1 см, длине

Рис. 1. Схема проведения исследований
Fig. 1. Research scheme



¹ <https://base.garant.ru/70350564/>

² Кабыстина П.А. Методика оценки промеров, индексы телосложения птицы: учеб. пособие. 1941; 49.

Таблица 1. Возрастная динамика промеров тела птицы промышленного стада
Table 1. Age dynamics of measurements of the bird's body in industrial herd

Промер, см	Группа птицы в зависимости от массы в суточном возрасте, n = 80						По всем группам (n = 240)	
	1-я группа (36–40 г)		2-я группа (41–45 г)		3-я группа (46–50 г)		X ± m _x	Cv, %
	X ± m _x	Cv, %	X ± m _x	Cv, %	X ± m _x	Cv, %		
1 сутки								
Длина тела	4,10 ± 0,01	2,57	4,24 ± 0,01***	1,40	4,40 ± 0,01***	1,95	4,24 ± 0,01	3,45
Ширина груди	1,65 ± 0,00	0,87	1,71 ± 0,01***	1,83	1,76 ± 0,01***	1,16	1,70 ± 0,01	3,06
Обхват груди	6,53 ± 0,01	1,43	6,68 ± 0,01***	1,37	6,84 ± 0,01***	1,34	6,68 ± 0,01	2,33
Глубина груди	1,72 ± 0,01	2,00	1,87 ± 0,01***	1,984	1,97 ± 0,01***	1,75	1,85 ± 0,07	5,86
Ширина таза	2,07 ± 0,01	4,42	2,17 ± 0,01***	4,22	2,32 ± 0,01***	3,94	2,18 ± 0,13	6,28
Длина кия	2,39 ± 0,01	3,21	2,49 ± 0,01***	3,08	2,64 ± 0,01***	2,91	2,51 ± 0,01	5,11
Длина голени	3,50 ± 0,01	2,53	3,75 ± 0,01***	2,36	3,90 ± 0,01***	2,27	3,71 ± 0,01	5,04
Длина плюсны	2,57 ± 0,01	3,07	2,72 ± 0,01***	2,90	2,87 ± 0,01***	2,74	2,72 ± 0,01	5,36
7 суток								
Длина тела	6,60 ± 0,01	1,60	6,74 ± 0,01***	0,88	6,90 ± 0,01***	1,24	6,74 ± 0,01	2,18
Ширина груди	2,99 ± 0,01	0,48	3,05 ± 0,01***	1,02	3,10 ± 0,01***	0,66	3,05 ± 0,01	1,72
Обхват груди	11,90 ± 0,01	0,79	12,05 ± 0,01***	0,76	12,21 ± 0,01***	0,75	12,0 ± 0,01	1,29
Глубина груди	3,23 ± 0,01	1,06	3,38 ± 0,01***	1,02	3,48 ± 0,01***	0,99	3,36 ± 0,01	3,22
Ширина таза	3,19 ± 0,01	2,87	3,29 ± 0,01***	2,78	3,44 ± 0,01***	2,66	3,30 ± 0,01	4,15
Длина кия	4,36 ± 0,01	1,76	4,46 ± 0,01***	1,72	4,61 ± 0,01***	1,67	4,48 ± 0,01	2,86
Длина голени	4,89 ± 0,01	1,81	5,14 ± 0,01***	1,72	5,29 ± 0,01***	1,67	5,11 ± 0,01	3,67
Длина плюсны	3,82 ± 0,01	2,06	3,97 ± 0,01***	1,98	4,12 ± 0,01***	1,91	3,96 ± 0,01	3,67
14 суток								
Длина тела	12,00 ± 0,01	0,88	12,14 ± 0,01***	0,49	12,30 ± 0,01***	0,70	12,14 ± 0,01	1,20
Ширина груди	4,10 ± 0,01	0,35	4,16 ± 0,01***	0,75	4,21 ± 0,01***	0,49	4,15 ± 0,01	1,25
Обхват груди	16,15 ± 0,01	0,58	16,30 ± 0,01***	0,56	16,46 ± 0,01***	0,56	16,30 ± 0,01	0,95
Глубина груди	4,35 ± 0,01	0,79	4,50 ± 0,01***	0,76	4,60 ± 0,01***	0,75	4,48 ± 0,01	2,42
Ширина таза	4,39 ± 0,01	2,08	4,49 ± 0,01***	2,04	4,64 ± 0,01***	1,97	4,51 ± 0,01	3,05
Длина кия	6,26 ± 0,01	1,23	6,36 ± 0,01***	1,21	6,51 ± 0,01***	1,18	6,38 ± 0,01	2,01
Длина голени	5,99 ± 0,01	1,47	6,24 ± 0,01***	1,42	6,39 ± 0,01***	1,36	6,21 ± 0,01	3,02
Длина плюсны	4,80 ± 0,01	1,64	4,95 ± 0,01***	1,59	5,10 ± 0,01***	1,54	4,95 ± 0,01	2,94
23 дня								
Длина тела	17,00 ± 0,01	0,62	17,14 ± 0,01***	0,35	17,30 ± 0,01***	0,49	17,14 ± 0,01	0,85
Ширина груди	4,73 ± 0,01	0,30	4,79 ± 0,01***	0,65	4,84 ± 0,01***	0,42	4,78 ± 0,01	1,09
Обхват груди	21,60 ± 0,01	0,43	21,75 ± 0,01***	0,42	21,91 ± 0,01***	0,42	21,75 ± 0,01	0,72
Глубина груди	5,34 ± 0,01	0,64	5,49 ± 0,01***	0,63	5,59 ± 0,01***	0,61	5,47 ± 0,01	1,98
Ширина таза	5,60 ± 0,01	1,63	5,70 ± 0,01***	1,90	5,85 ± 0,01***	1,56	5,72 ± 0,01	2,41
Длина кия	9,41 ± 0,01	0,82	9,51 ± 0,01***	0,81	9,66 ± 0,01***	0,80	9,53 ± 0,01	1,34
Длина голени	8,0 ± 0,01	1,11	8,25 ± 0,01***	1,07	8,40 ± 0,01***	1,05	8,21 ± 0,01	2,28
Длина плюсны	6,49 ± 0,01	1,21	6,65 ± 0,01***	1,18	6,80 ± 0,01***	1,16	6,64 ± 0,01	2,20
35 суток								
Длина тела	20,36 ± 0,01	0,52	20,50 ± 0,01***	0,29	20,66 ± 0,01***	0,41	20,51 ± 0,01	0,72
Ширина груди	7,66 ± 0,01	0,17	7,72 ± 0,01***	0,40	7,77 ± 0,01***	0,26	7,71 ± 0,01	0,68
Обхват груди	29,10 ± 0,01	0,32	29,25 ± 0,01***	0,31	29,41 ± 0,01***	0,31	29,25 ± 0,01	0,54
Глубина груди	6,92 ± 0,01	0,50	7,07 ± 0,01***	0,49	7,17 ± 0,01***	0,48	7,05 ± 0,01	1,54
Ширина таза	7,60 ± 0,01	1,20	7,70 ± 0,01***	1,19	7,85 ± 0,01***	1,17	7,71 ± 0,01	1,78
Длина кия	11,67 ± 0,01	1,66	11,77 ± 0,01***	0,65	11,92 ± 0,01***	0,64	11,79 ± 0,01	1,09
Длина голени	10,29 ± 0,01	0,86	10,54 ± 0,01***	0,84	10,69 ± 0,01***	0,83	10,50 ± 0,01	1,78
Длина плюсны	8,51 ± 0,01	0,92	8,66 ± 0,01***	0,91	8,81 ± 0,01***	0,89	8,66 ± 0,01	1,68

* Значение достоверности при * p ≤ 0,05, ** p ≤ 0,01, *** p ≤ 0,001.

голени — на 0,25 см, длине плюсны — на 0,15 см. Разница по всем промерам между этими группами была достоверной при p ≤ 0,001.

Самые высокие показатели линейного роста отмечены у суточных цыплят 3-й группы. Разница по промерам (в сравнении со 2-й и 1-й группами) была следующей: длина тела — 0,16 см и 0,3 см, ширина груди — 0,05 см и 0,11 см, обхват груди — 0,16–0,31 см, глубина груди — 0,1–0,25 см, ширина таза — 0,15–0,25 см, длина кия — 0,15–0,25 см, длина голени — 0,15–0,4 см, длина плюсны — 0,15–0,3 см. Разница по всем промерам между этими группами была достоверной при p ≤ 0,001.

Аналогичные данные получены в 7-суточном возрасте, разница между группами в этом возрасте осталась такой же, как в первые сутки.

В период 1–7 суток показатели экстерьера у птицы всех групп изменились равномерно: длина тела увеличилась на 2,5 см, ширина груди — на 1,34 см, обхват груди — на 5,37 см, глубина груди — на 1,51 см, ширина таза — на 1,12 см, длина кия — на 1,97 см, длина голени — на 1,39 см, длина плюсны — на 1,25 см.

Таким образом, в первую неделю у подопытной птицы больше всего увеличились обхват груди и длина тела.

В возрасте 14 суток птица 3-й группы также опережала по всем промерам птицу из 2-й и 1-й групп.

По сравнению с 1-й группой цыплята 3-й группы имели больше: длину тела — на 0,3 см, ширину груди — на 0,1 см, обхват груди — на 0,31 см, глубину груди — на 0,25 см, ширину таза — на 0,25 см, длину кия — на 0,25 см, длину голени — на 0,4 см, длину плюсны — на 0,3 см. Разница по всем промерам между этими группами была достоверной при p ≤ 0,001.

Цыплята 2-й группы (по сравнению с птицей 1-й группы) имели больше: длину тела — на 0,14 см, ширину груди — на 0,06 см, обхват груди — на 0,15 см, глубину груди — на 0,15 см, ширину таза — на 0,1 см, длину кия — на 0,1 см, длину голени — на 0,25 см, длину плюсны — на 0,15 см. Разница по всем промерам между этими группами была достоверной при p ≤ 0,001.

В период 7–14 суток показатели линейного роста у птицы во всех группах изменились одинаково: длина тела увеличилась на 5,4 см, ширина груди — на 1,11 см, обхват груди — на 4,25 см, глубина груди — на 1,12 см, ширина таза — на 1,2 см, длина кия — на 1,9 см, длина голени — на 1,1 см, длина плюсны — на 0,98 см.

Таким образом, в этот период больше всего изменилась длина тела цыплят-бройлеров, несколько меньше — обхват груди и длина кия.

Измерение подопытной птицы на 23-е сутки показало, что птица 3-й группы, так же как и в предыдущие периоды, отличалась лучшими показателями линейного роста.

У птицы 1-й группы все промеры были меньше, чем во 2-й и 3-й группах (p ≤ 0,001): длина тела — на 0,14–0,3 см, ширина груди — на 0,06–0,11 см, обхват груди — на 0,15–0,31 см, глубина груди — на 0,15–0,25 см, ширина таза — на 0,1–0,25 см, длина кия — на 0,1–0,25 см, длина голени — на 0,25–0,4 см, длина плюсны — на 0,16–0,31 см.

В период 14–23 суток показатели линейного роста у птицы во всех группах изменились следующим образом: длина тела увеличилась на 5 см, ширина груди — на 0,63 см, обхват груди — на 5,45 см, глубина груди — на 1 см, ширина таза — на 1,21 см, длина кия — на 3,15 см, длина голени — на 2,01 см, длина плюсны — на 1,61 см.

Можно отметить, что в этот возрастной период сильнее всего увеличились обхват груди, длина тела и длина кия, причем длина кия изменилась на 3,15 см (в предыдущем периоде этот показатель составлял 1,9 см).

В возрасте 35 суток самые высокие показатели линейного роста отмечены у цыплят 3-й группы. Разница по промерам (в сравнении со 2-й и 1-й группами) была, соответственно, следующей: длина тела — 0,16 см и 0,3 см, ширина груди — 0,05 см и 0,11 см, обхват груди — 0,16–0,31 см, глубина груди — 0,1–0,25 см, ширина таза — 0,15–0,25 см, длина кия — 0,15–0,25 см, длина голени — 0,15–0,4 см, длина плюсны — 0,15–0,3 см. Разница по всем промерам между 1-й и 3-й, а также 2-й и 3-й группами была достоверной при $p \leq 0,001$.

В заключительный период (23–35 суток) больше всего изменился обхват груди (увеличился на 7,5 см), длина туловища увеличилась на 3,36 см, ширина груди — на 2,93 см, длина голени — на 2,29 см, длина кия — на 2,26 см, длина плюсны — на 2,02 см, ширина таза — на 2 см, глубина груди — на 1,58 см.

Расчет индексов телосложения позволяет оценить тип телосложения птицы, выявить особенности телосложения, а именно:

- массивность — компактность телосложения, упитанность, возрастные изменения в телосложении;
- эйрисомию — представление о компактности птицы и (косвенно) развитии грудных мышц в толщину, а в целом — о развитии передней части туловища;
- широкотелость — развитие тела в ширину в области органов размножения (используется для сравнения птицы разных пород);
- укороченность — мясные качества и развитие некоторых внутренних органов (большая величина этого индекса характеризует развитие мясных качеств птицы, поскольку относительная величина кия свидетельствует о возможности формирования грудных мышц);

- сбитость — развитие передней части туловища;
- длинноноготь — при сравнении птицы разных пород (характеризует высоту постановки туловища (при измерении плюсны) и мясные качества птицы (при измерении голени или бедра)).

Установлено, что в постинкубационном онтогенезе у цыплят-бройлеров разных групп формирование мясной продуктивности происходило по-разному. Индекс сбитости на протяжении всего периода выращивания самым высоким был у птицы в 1-й группе, то есть цыплята-бройлеры этой группы имели более развитую переднюю часть туловища (рис. 2).

Цыплята-бройлеры 2-й и 3-й групп в течение всего периода выращивания имели более высокие значения индексов длинноноготи, широкотелости, эйрисомии, что свидетельствует о лучших мясных качествах. Они имели высокое, компактное туловище, развитое в ширину и в передней части.

В 3-й группе во все возрастные периоды отмечена большая величина индекса укороченности, то есть относительной величины кия, что характеризует лучшее развитие мясных качеств.

В целом у птицы промышленного стада кросса мясной продуктивности максимальные значения индексов телосложения отмечаются на начальном этапе онтогенеза: массивности — в возрасте 14 суток, сбитости — 7 суток, длинноноготи и широкотелости — 1 суток, эйрисомии и укороченности — 7 суток. В дальнейшем величина индексов уменьшается и вновь возрастает к возрасту 35 суток.

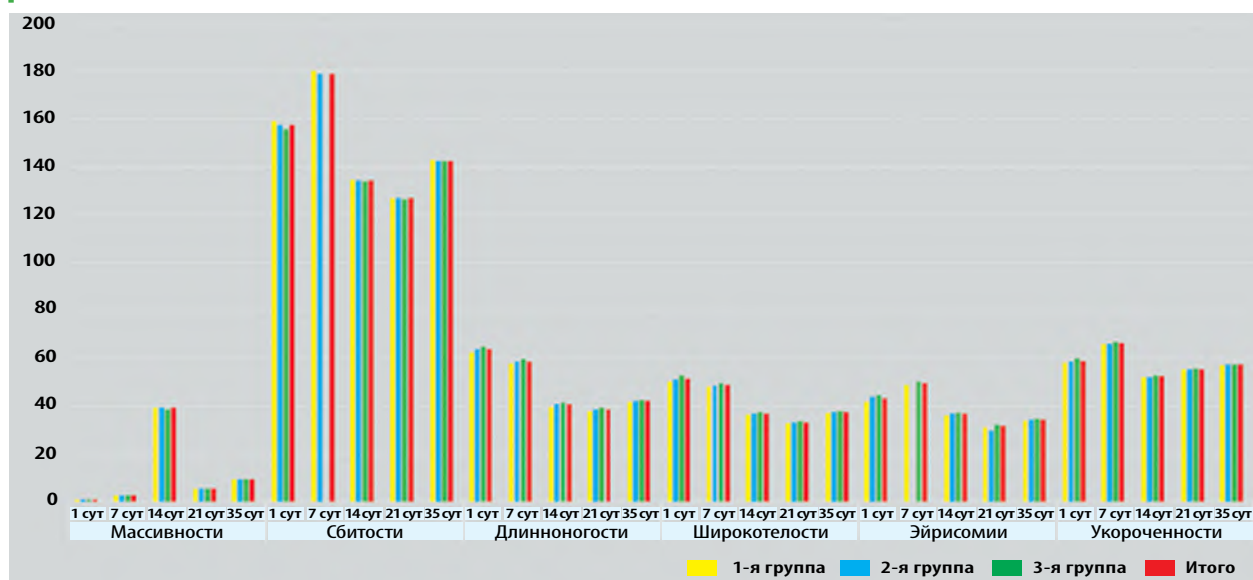
Выводы/Conclusion

Таким образом, выявлена общая тенденция положительного влияния градации птенцов по живой массе в суточном возрасте на показатели линейного роста и индексы телосложения.

Установлено, что в постинкубационном периоде онтогенеза у цыплят-бройлеров показатели экстерьера достоверно увеличивались по 35-е сутки. Длина тела интенсивнее изменялась в возрасте 7–14 и 14–23 суток, длина кия — 14–23 суток. На последнем этапе больше всего увеличились ширина и обхват груди. В дальнейшем величина индексов уменьшается и вновь возрастает к 35-м суткам.

Рис. 2. Возрастная динамика индексов телосложения птицы промышленного стада

Fig. 2. Age dynamics of body indexes of birds in industrial herd



Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены в рамках заказа Минсельхоза России за счет средств федерального бюджета по теме «Апробация методических подходов, обеспечивающих повышение эффективности функционирования селекционно-племенной работы в птицеводстве» (госучет НИОКТР № 123031000009-5, дата постановки на учет — 10.03.2023).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фёдорова З.Л., Вахрамеев А.Б., Макарова А.В. Перспектива использования пород кур комбинированного типа продуктивности в органическом птицеводстве. *Аграрная наука*. 2022; (12): 51–56. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-51-56>
2. Горелик О.В., Харлап С.Ю., Струин А.А., Белооков А.А., Белоокова О.В., Чухутин Е.В. Особенности весового роста цыплят-бройлеров при использовании биотехнологической добавки «Арес». *Аграрная наука*. 2022; (12): 57–60. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-57-60>
3. Семенченко С.В., Нefeldова В.Н., Савинова А.А. Влияние разных способов выращивания цыплят бройлеров на продуктивные и мясные качества. *Селекция сельскохозяйственных животных и технология производства продукции животноводства. Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. Персиановский: Донской ГАУ. 2017; 98–104. <https://elibrary.ru/yqrurk>
4. Веремеева И.А., Семенченко С.В. Сравнительная характеристика линий убоя и переработки цыплят бройлеров. *Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. Персиановский: Донской ГАУ. 2016; 302–305. <https://elibrary.ru/wphaap>
5. Соловьев Н.А., Семенченко С.В. Оценка качества туш животных на линии убоя и первичной переработки. *Актуальные вопросы управления производством растениеводческой и животноводческой продукции АПК и здоровьем сельскохозяйственных животных. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции*. Персиановский: Донской ГАУ. 2019; 388–393. <https://elibrary.ru/rkivpc>
6. Семенченко С.В., Нefeldова В.Н., Савинова А.А. Качественные показатели мяса цыплят-бройлеров. *Инновационные аспекты технологий производства, экспертизы качества и безопасности сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию юбилею биотехнологического факультета*. Персиановский: Донской ГАУ. 2019; 139–142. <https://elibrary.ru/jdsslh>
7. Зайцева Э.Е., Драгич О.А. Качественная оценка мяса птицы. *Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса. Сборник XVI научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья. 2023; 159–163. <https://elibrary.ru/bmaojz>
8. Шапарь К.Н., Нefeldова В.Н., Семенченко С.В. Оценка качества продукции, произведенной из мяса цыплят-бройлеров. *Современное животноводство, инновации в технологиях производства продуктов питания, проблемы безопасности и здоровья в пищевой отрасли. Материалы Международной научно-практической конференции*. Персиановский: Донской ГАУ. 2022; 2: 130–134. <https://elibrary.ru/atzzj>
9. Макарова А.В., Вахрамеев А.Б., Мефтах И.А. Сравнительная характеристика роста и развития цыплят мясо-яичного и яично-мясного направления продуктивности. *Аграрная наука*. 2020; (11-12): 29–32. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-29-32>
10. Овчинников А.А., Овчинникова Л.Ю., Матросова Ю.В., Коновалов Д.А. Использование пробиотических кормовых добавок в рационе ремонтного молодняка птицы мясного направления продуктивности. *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2019; (9): 13–21. <https://elibrary.ru/udxmhm>

ОБ АВТОРАХ

Светлана Анатольевна Гриценко¹, доктор биологических наук, доцент, завкафедрой кормления, гигиены животных, технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции, zf.usavm@mail.ru

Оксана Владимировна Белоокова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, belookov@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7305-2122>

Максим Борисович Ребезов^{2, 3},

• доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник²;

• доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов³, rebezov@ya.ru

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

Юрий Юрьевич Видякин¹,

аспирант, yurokvid@yandex.ru

¹Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул. им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457100, Россия

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

³Уральский государственный аграрный университет, ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

FUNDING

The research was carried out within the framework of the order of the Ministry of Agriculture of Russia at the expense of the federal budget on the topic «Approbation of methodological approaches to improve the efficiency of breeding work in poultry farming» (state R&D account No. 123031000009-5, registration date — 03/10/2023).

REFERENCES

1. Fedorova Z.L., Vakhrameev A.B., Makarova A.V. The prospect of using chicken breeds of the combined type of productivity in organic poultry farming. *Agrarian science*. 2022; (12): 51–56 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-51-56>
2. Gorelik O.V., Harlap S.Yu., Struin A.A., Belookov A.A., Belookova O.V., Chuhutin E.V. Features of broilers live weight gain in case of using the biotechnological additive «Ares». *Agrarian science*. 2022; (12): 57–60 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-57-60>
3. Semenchenko S.V., Nefeldova V.N., Savinova A.A. The effect of the different methods of growing broiler chickens on productive and meat quality. *Selection of farm animals and technology for the production of livestock products. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference*. Persianovsky: Don State Agrarian University. 2017; 98–104 (In Russian). <https://elibrary.ru/yqrurk>
4. Veremeeva I.A., Semenchenko S.V. Comparative characteristic lines for the slaughter and processing broiler chickens. *The use of modern technologies in agriculture and the food industry. Materials of the International Scientific and Practical Conference of students, postgraduates and young scientists*. Persianovsky: Don State Agrarian University. 2016; 302–305 (In Russian). <https://elibrary.ru/wphaap>
5. Soloviev N.A., Semenchenko S.V. Assessment of the quality of animal carcasses on the slaughter line and primary processing. *Topical issues of managing the production of crop and livestock products of the agro-industrial complex and the health of farm animals. Materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference*. Persianovsky: Don State Agrarian University. 2019; 388–393 (In Russian). <https://elibrary.ru/rkivpc>
6. Semenchenko S.V., Nefeldova V.N., Savinova A.A. Quality indicators of broiler chicken meat. *Innovative aspects of production technologies, examination of the quality and safety of agricultural raw materials and food products. Materials of the International Scientific and Practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Faculty of Biotechnology*. Persianovsky: Don State Agrarian University. 2019; 139–142 (In Russian). <https://elibrary.ru/jdsslh>
7. Zaitseva E.E., Dragich O.A. Qualitative assessment of poultry meat. *Achievements of youth science for the agro-industrial complex. Collection of the XVI scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists*. Tyumen: Northern Trans-Ural State Agricultural University. 2023; 159–163 (In Russian). <https://elibrary.ru/bmaojz>
8. Shapar K.N., Nefeldova V.N., Semenchenko S.V. Evaluation of the quality of products made from broiler chicken meat. *Modern animal husbandry, innovations in food production technologies, safety and health issues in the food industry. Materials of the International Scientific and Practical Conference*. Persianovsky: Don State Agrarian University. 2022; 2: 130–134 (In Russian). <https://elibrary.ru/atzzj>
9. Makarova A.V., Vakhrameev A.B., Meftah I.A. Comparative characteristics of the growth and development of meategg and egg-meat chickens. *Agrarian science*. 2020; (11-12): 29–32 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-29-32>
10. Ovchinnikov A.A., Ovchinnikova L.Yu., Matrosova Yu.V., Kononov D.A. The use of probiotic feed additives in the diet of replacement young poultry of meat productivity. *Feeding of Agricultural Animals and Feed Production*. 2019; (9): 13–21 (In Russian). <https://elibrary.ru/udxmhm>

ABOUT THE AUTHORS

Svetlana Anatolyevna Gritsenko¹, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Feeding, Animal Hygiene, Production Technology and Processing of Agricultural Products, zf.usavm@mail.ru

Oksana Vladimirovna Belookova¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, belookov@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7305-2122>

Maksim Borisovich Rebezov^{2, 3},

• Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher²;

• Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products³, rebezov@ya.ru

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

Yuri Yurievich Vidyakin¹,

Graduate Student, yurokvid@yandex.ru

¹South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin Str., Troitsk, Russia

²V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, 26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

³Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia

Ф.Е. Владимиров
С.О. Базаев
А.Р. Хакимов ✉

Федеральный научный агроинженерный
 центр ВИМ, Москва, Россия

✉ arty.hv@gmail.com

Поступила в редакцию:
 19.06.2023

Одобрена после рецензирования:
 15.09.2023

Принята к публикации:
 29.09.2023

Fedor E. Vladimirov
Savr O. Bazaev
Artem R. Khakimov ✉

Federal Scientific Agroengineering Center
 VIM, Moscow, Russia

✉ arty.hv@gmail.com

Received by the editorial office:
 19.06.2023

Accepted in revised:
 15.09.2023

Accepted for publication:
 29.09.2023

Разработка цифровой системы для оценки физиологического состояния крупного рогатого скота

РЕЗЮМЕ

Состояние рубца влияет на продуктивность крупного рогатого скота (далее — КРС). Несвоевременное выявление проблем у животного может привести к непредвиденным расходам, которые можно было предотвратить автоматическими системами мониторинга здоровья. pH содержимого рубца можно контролировать с помощью внутрирубцовых болюсов. В связи с этим была разработана система оценки физиологического состояния КРС и определена подходящая сенсорная технология для измерения переменных вместе с системой беспроводной связи, основанной на протоколе радиочастот. Компоненты были объединены в коммерческую цифровую платформу, которая хранит данные и имеет визуальный интерфейс. Температура определяется с погрешностью не более $\pm 0,75$ °C. Работоспособность прототипа проверялась в два этапа — в искусственно созданной среде с контролируемыми колебаниями pH и температуры и в ходе натуральных испытаний *in vivo* с фистулированной коровой. Устройство вводили в рубец корове и в течение семи часов получали (каждые 30 минут) по 10 измеренных значений. Автономность системы — 4 года. Болюс круглосуточно собирал и передавал информацию в режиме реального времени на базовую станцию. Прототип предоставляет данные *in vivo*, аналогичные данным *in vitro* ($R > 0,90$, $p < 0,05$).

Ключевые слова: коровы, внутрирубцовый болюс, радиочастота, активность, pH, содержимое рубца

Для цитирования: Владимиров Ф.Е., Базаев С.О., Хакимов А.Р. Разработка цифровой системы для оценки физиологического состояния крупного рогатого скота. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 73–78. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-73-78>

© Владимиров Ф.Е., Базаев С.О., Хакимов А.Р.

Development of a digital system for assessing the physiological state of cattle

ABSTRACT

The condition of the scar affects the productivity of cattle (hereinafter — cattle). Untimely detection of problems in an animal can lead to unforeseen expenses that could have been prevented by automatic health monitoring systems. The pH of the contents of the scar can be controlled using intra-scar boluses. In this regard, a system for assessing the physiological state of cattle was developed and a suitable sensor technology for measuring variables was determined together with a wireless communication system based on the radio frequency protocol. The components have been combined into a commercial digital platform that stores data and has a visual interface. The temperature is determined with an error of no more than ± 0.75 °C. The prototype's operability was tested in two stages — in an artificially created environment with controlled pH and temperature fluctuations and during *in vivo* field tests with a fistulated cow. The device was injected into the rumen of a cow and 10 measured values were obtained (every 30 minutes) for seven hours. The autonomy of the system is 4 years. Bolus collected and transmitted information in real time to the base station around the clock. The prototype provides *in vivo* data similar to *in vitro* data ($R > 0.90$, $p < 0.05$).

Key words: cows, intrarumen bolus, radiofrequency, activity, pH, rumen content

For citation: Vladimirov F.E., Bazaev S.O., Khakimov A.R. Development of a digital system for assessing the physiological state of cattle. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 73–78 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-73-78>

© Vladimirov F.E., Bazaev S.O., Khakimov A.R.

Введение/Introduction

Эффективное управление фермой с большим количеством поголовья является главной задачей, стоящей перед отраслью. Решение ее достигается развитием интеллектуальных цифровых систем управления производством, так называемой биотехнической системой «человек — машина — животное» (или умное животноводство) [1]. Умное животноводство — отрасль сельского хозяйства, занимающаяся разведением сельскохозяйственных животных, особенность которой — внедрение систем и технологий нового поколения для автоматизации ухода за животными с целью увеличения продуктивности животного и уменьшения затрат [2]. Разработку такой системы можно отнести к очередному этапу научно-технической революции [3].

На сегодняшний день на территории РФ до сих пор используются устаревшие технологические методы контроля за животными. Несвоевременное выявление проблем у животного может привести к непредвиденным расходам, которые можно было предотвратить автоматическими системами мониторинга здоровья животного. Исходя из данных Министерства сельского хозяйства РФ, несвоевременное выявление мастита у каждого животного влечет убыток порядка 14 тыс. рублей, а тепловой стресс — 23 тыс. рублей. Ежегодный падеж отечественного дойного стада составляет 2%¹.

Для выявления предстоящего отела и половой охоты в животноводческих предприятиях с большим количеством поголовья всё больше полагаются на автоматизированные системы, использующие датчики (например, акселерометр, шагомер, датчик давления) для сбора и интерпретации данных о животных [4].

В нескольких исследованиях изучалось использование датчиков для выявления предстоящего отела и половой охоты у дойных коров. Например, использовался акселерометр, прикрепленный к задней ноге коровы (IceTag 3D, IceRobotics, Эдинбург, Шотландия), чтобы регистрировать изменения количества актов лежания и общей активности перед отелом [5]. Мальц и Антлер в своем исследовании пришли к выводу, что 10 из 12 случаев отела были успешно обнаружены в течение 24 часов до наступления данного события на основе алгоритма, связывающего время лежания, количество шагов и их отношение к моменту отела [6].

Ширманн и соавторы (2013) подтвердили, что коровы тратят в среднем на 66 минут меньше времени на кормление за 24 часа до наступления отела. Время жвачки (руминации) и кормления продолжало уменьшаться после отела в среднем на 133 минуты и 82 минуты, соответственно, по сравнению с исходным уровнем [7].

Аналогичным образом в нескольких исследованиях использовались различные датчики (для измерения двигательной активности, температуры, концентрации прогестерона в молоке) для выявления половой охоты [8–10].

Подострый ацидоз рубца (ПАР) — широко распространенная проблема у высокопродуктивных молочных коров [11, 12]. Он возникает, когда высокоэнергетический корм контактирует со средой рубца, которая не приспособлена к такому рациону. Как показали измерения pH рубца, ацидоз возникает преимущественно на выпасе молочного стада [13, 14]. Употребление большого количества корма животным также может predispose рубец к ПАР, поскольку секреция слюнной

железы может не компенсировать дополнительное образование кислоты. Ранние признаки ацидоза обычно не оцениваются с помощью клинических наблюдений [15], поэтому цифровые системы могут быть полезны для ранней диагностики ПАР.

Однако большинство доступных в настоящее время систем, такие как ошейники с транспондером, педометры и ушные бирки, имеют ограниченный функционал (например, для выявления половой охоты) с использованием одного датчика. Поэтому фермеры вынуждены покупать и интегрировать различные системы от разных поставщиков на ферме в зависимости от цели.

Разработка автономных зондов для мониторинга двигательной активности, pH и температуры содержимого рубца с электронными элементами, которые выполнят преобразование и передачу данных *in vivo* с высоким временным разрешением, является основным направлением этого исследования.

В работе представлены результаты разработки многофункциональной цифровой системы для оценки физиологического состояния КРС, способной одновременно измерять три показателя и отправлять полученные данные на приемопередатчик для просмотра в режиме реального времени.

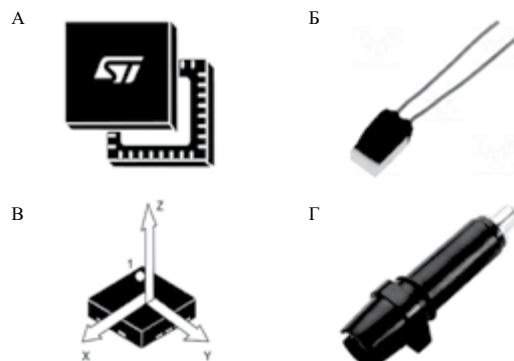
Материалы и методы исследования / Materials and methods

На первом этапе система была погружена в среду, имитирующую рубцовую жидкость. Второй этап — введение системы в рубец фистулированной коровы.

Другими элементами, входящими в устройство, являются микроконтроллер STM32L431KC фирмы STMicroelectronics (Женева, Швейцария) и терморезистор Heraeus Nexensos 32207615 PT1000 (Кляйностхайм, Германия) с выходным напряжением, линейно пропорциональным температуре (°C). Терморезистор не требует какой-либо внешней калибровки или подстройки для обеспечения точности $\pm 0,25$ °C при комнатной температуре и $\pm 0,75$ °C во всем диапазоне температур от -55 до 150 °C (рис. 1). Для определения pH внутри рубца использовали комбинированный pH-электрод HI 73127 HANNA Instruments (США), заключенный в пластиковый корпус. Этот электрод имеет диапазон измерения pH 0–14. Диапазон рабочих температур — 0–100 °C, диаметр — 10 мм, длина — 150 мм (рис. 1).

Рис. 1. Встроенная система сбора, обработки, передачи и приема данных и датчики температуры и pH: А) микроконтроллер STM32L431KC, Б) терморезистор PT1000, В) трехосевой акселерометр, Г) pH электрод HI 73127 HANNA Instruments

Fig. 1. Built-in system for collecting, processing, transmitting and receiving data and temperature and pH sensors: А) STM32L431KC microcontroller, Б) PT1000 thermistor, С) three-axis accelerometer, Д) pH electrode HI 73127 HANNA Instruments



¹ The DairyNews. 2023. — URL: <https://dairynews.today/news/> (дата обращения: 20.05.2023).

Поскольку интегральная схема TL084 является элементом, используемым в каждом модуле каскада преобразования аналогового сигнала зондирующего сигнала, в лаборатории для подачи напряжения ± 5 В использовался источник постоянного тока с несколькими выходами. Однако при введении прототипа в рубец коровы необходим источник энергии, позволяющий системе работать автономно. Учитывая характеристики процесса, в системе используется литий-тионилхлоридная батарея (Li-SOCl₂) без выводов Minamoto ER17505 (AA) 3.6V (КНР) емкостью 3400 мАч и напряжением 3,6 В (рис. 2). Эта батарея будет питать всю цепь.

Рубцовый болюс имеет длину 13,2 см и диаметр 3,5 см с массой нетто 218 г (рис. 3). Разработка модуля болюс имеет ряд специфических особенностей. Данные особенности заключаются в том, что на этапе разработки изделия невозможно учесть влияние некоторых факторов, например количество теряемой мощности при прохождении сигнала через животное, поведение материала корпуса при длительном нахождении в агрессивной среде желудка, возможность корректной работы ряда датчиков без дополнительной подстройки калибровочных коэффициентов. Учитывая специфические особенности, при разработке изделия было принято решение провести макетирование модуля болюса в преддверии выпуска серии с целью экспериментального определения влияния неизвестных факторов на корректность работы изделия.

При выборе материала корпуса необходимо учитывать, что он должен обеспечивать надежную защиту изделия от попадания различных веществ, находящихся в агрессивной среде желудка коровы, внутрь корпуса. Помимо защитной функции, материал корпуса не должен принести вред животному, поскольку это повлечет за собой неблагоприятные последствия. Наиболее подходящими материалами, выполняющими данные функции, являются материалы из семейства поликарбонатов. В качестве материала корпуса для макетов модулей болюс были выбраны четыре различных поликарбоната. В процессе разработки макетов болюсов было принято решение изготовить их корпуса из всех четырех видов поликарбоната и по результатам исследовательских испытаний определить материал, наиболее подходящий для применения. Отличие поликарбонатов связано в основном с различным уровнем механической прочности и способности нахождения в агрессивных средах. Также имеются различия по стоимости данных материалов, что в преддверии серии имеет высокую степень экономической целесообразности.

Антенна, используемая в модуле болюс, вносит весомый вклад в бюджет канала связи, что, в свою очередь, влияет на потребление устройства и максимальную дальность действия связи. Антенна должна иметь всенаправленную диаграмму, поскольку ориентация устройства в момент нахождения внутри животного имеет вероятностный характер. Важным параметром антенны применительно к данной задаче являются ее габаритные размеры, поскольку размеры всего устройства ограничены диаметром пищевода коровы. Учитывая приведенные факторы, было принято решение разработать несколько типовых вариантов исполнения антенн и по результатам исследовательских испытаний определить наилучший вариант. (Более подробно о разрабатываемых антеннах написано в разделе моделирование антенны.)

Важное значение имеет выбор несущей частоты сигнала, скорости передачи данных, которая непосредственно зависит от ширины полосы сигнала и объема

Рис. 2. Внешний вид собранной печатной платы ячейки болюса с литий-тионилхлоридной батареей (Li-SOCl₂) без выводов Minamoto ER17505 (AA) 3.6V

Fig. 2. External view of the assembled circuit board of the bolus cell with a lithium-thionyl chloride battery (Li-SOCl₂) without leads Minamoto ER17505 (AA) 3.6V



передаваемых пакетов. Объем передаваемых пакетов зависит от периодичности опроса датчиков и типа получаемой информации от каждого датчика. Зависимость периодичности опроса датчиков от качественных показателей комплекса в целом представлена в разделе «Разработка математических моделей для выявления половой охоты, предстоящего отела, мониторинга уровня кормления и потребления воды».

Важно отметить взаимосвязь между скоростью передачи данных с качественными показателями комплекса в целом, что, по сути, влияет на энергетический потенциал устройства, то есть качественные показатели комплекса выше с ростом частоты опроса датчиков. Чем выше частота опроса датчиков, тем больше информации должно быть передано с болюса на базовую станцию, что обуславливает большее потребление энергии болюсом. Поскольку модуль болюс работает от батарейки, очень важно найти компромисс между возможностью реализации такого устройства с технической точки зрения и качественными показателями комплекса в целом, что влияет на вероятность определения половой охоты, наличия заболеваний и так далее.

Немаловажным вопросом является влияние комбинаций выбранных вариантов исполнения модулей болюс на комплексную функциональность изделий в целом. Опираясь на опыт разработчиков и анализ результатов исследовательских испытаний, будут выработаны наилучшие решения для создания высококлассного продукта, способного составить конкуренцию мировым аналогам.

Статистический анализ был выполнен GLM (ANOVA, StatgraphicPlus 5.1, Плейнс, Вирджиния, США). Данные считались достоверными со статистической точки зрения при $p < 0,05$.

Рис. 3. Трехмерная модель корпуса, а также финальный внешний вид модуля болюс: А — с датчиком pH, Б — без датчика pH

Fig. 3. Three-dimensional model of the housing, as well as the final appearance of the bolus module: A — with a pH sensor, B — without pH sensor



А

Б

Рис. 4. Сосуды с болюсами и рубцовой жидкостью в инкубаторе

Fig. 4. Vessels with boluses and scar fluid in an incubator



Результаты и обсуждение / Results and discussion

Сенсорная система физиологического мониторинга была проверена с помощью инкубатора с регулируемой температурой (Isotemp 228, Fisher Scientific®) (25–100 °С). Системы помещали в пятилитровый сосуд, содержащий 4 л воды и корм (зеленая масса, полученная в день испытаний). Температуру в инкубаторе измеряли стеклянным жидкостным термометром (1/300 °С). Измерительную систему помещали внутрь инкубатора на 30 минут после смешивания моделируемой среды рубца (рис. 4).

Для достижения аналогичных условий pH рубца (кислотность и щелочность) использовали буферные растворы (HCl, NaOH). Для определения pH в диапазоне от 5 до 7,5 использовали потенциометр (HANNA Instruments, США). Колебания регистрировались каждые 5 минут. Температуру инкубации поддерживали между 34 и 44 °С на протяжении всего исследования. На рисунке 5А, 5Б показаны результаты линейной регрессии данных. Значения экспериментальных данных (наблюдаемых) были сопоставлены с оценками датчика. Полученные результаты показывают достоверную связь ($p < 0,05$) температуры ($r = 0,98$) и pH ($r = 0,97$).

После того как система была откалибрована в среде, похожей на рубец коровы, эксперимент проведен на корове с фистулой рубца. Поскольку диаметр свища составлял 5 см, дизайн пищевого комка был доведен до диаметра 3,5 см, длины 13,2 см и массы 0,218 кг. Электроника разработана для работы с питанием от батареи, состоящей из трех элементов литий-тионилхлоридного типа (рис. 2).

Устройство вводили в рубец корове и в течение семи часов (каждые 30 минут) получали по 10 измеренных значений, чтобы оценить изменения. Поскольку измерения проводились в режиме реального времени, получили график изменения температуры в процессе ферментации и pH рубца с течением времени. Изменения температуры и pH наблюдались с момента начала кормления животного в период добровольного потребления (рис. 5).

В отчетах других исследователей оценивалась производительность экспериментального устройства при непрерывном измерении pH и температуры, были обнаружены важные различия в экспериментальных данных из-за явления сопротивления, которое очень распространено в приборах [16]. Однако прототип смог показать умеренную корреляцию между ручными и непрерывными формами измерения pH и температуры, аналогичную той, что была обнаружена в исследовании авторов. В других конструкциях устройств изучали взаимосвязь между pH и температурой рубцовой жидкости для определения циркадных изменений

Рис. 5. Температура и уровень pH водно-кормового раствора в инкубаторе. А — колебания температуры водно-кормового раствора в инкубаторе, Б — колебания pH при водно-кормовом растворе в инкубаторе

Fig. 5. Temperature and pH level of the water-feed solution in the incubator А — fluctuations in the temperature of the water-feed solution in the incubator, В — pH fluctuations in the water-feed solution in the incubator

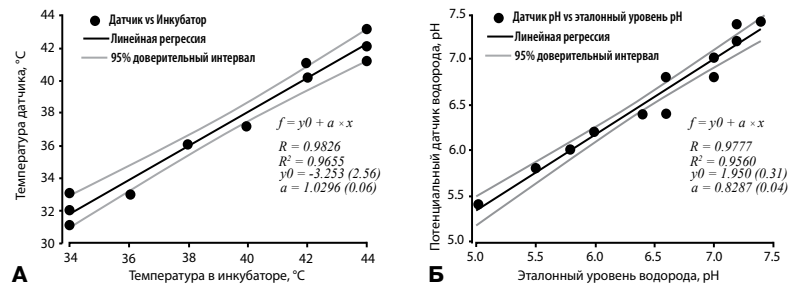
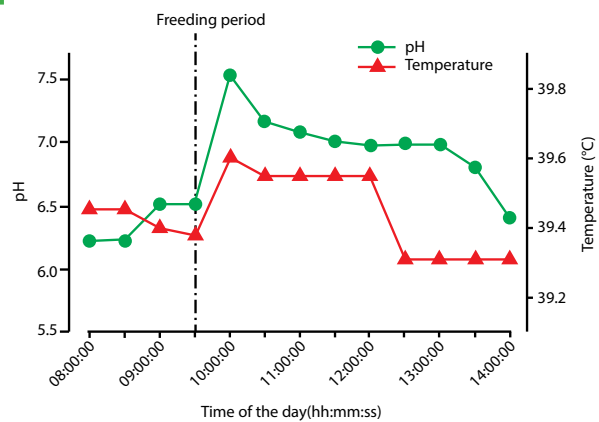


Рис. 6. График измерения pH и температуры содержимого рубца с наглядным изменением этих показателей в зависимости от времени суток

Fig. 6. Graph of measurement of pH and temperature of the contents of the rumen with a visual change in these indicators depending on the time of day



индуцированного рубцового ацидоза, оценивая оба параметра с 10-минутными интервалами [17]. Были обнаружены значительные изменения ($p < 0,05$) pH рубца, который достигал 4 через 16 часов. Напротив, температура рубца имела противоположное поведение, значительно повышаясь ($p < 0,01$) между 8 и 14 часами позже. Это позволяет предположить, что активная ферментация и последующее производство летучих жирных кислот (ЛЖК) вызвали эти модификации. Предлагаемое оборудование способно передавать это состояние в течение не менее 24 часов непрерывной работы.

В другой работе в предварительном исследовании на КРС в течение 10-дневного периода использовался pH-зонд для непрерывного измерения pH в рубце. Зонды были запрограммированы на измерение pH каждые 30 секунд, и сообщалось об ошибках отбора проб в 0,08 единицы pH, как и в результатах авторов [18]. Было отмечено, что прототип этих характеристик должен иметь возможность измерять диапазоны pH от 6,8 до 5,4 ($\pm 0,1$) для использования в программах по предотвращению риска ацидоза рубца. По мере того как pH пищи в рубце приближается к 5,0, амплитуда и частота сокращений рубца прогрессивно уменьшаются с возможным застоем [19]. Исследуемое оборудование удовлетворяет этому условию. Результаты, полученные с помощью данного устройства, используемого для измерения pH и температуры рубца у экспериментальной тропической коровы КРС, позволяют разработать новые устройства с использованием микро- и нанотехнологий, которые обеспечивают доступ, постоянство, временную работу и отправку информации из рубца.

Выводы/Conclusion

Прототип, предназначенный для непрерывной передачи значений pH и температуры рубца, соответствует зоотехническим нормам. Он может работать в желаемых физиологических диапазонах для клинических и продуктивных экспериментов, а корреляция наблюдаемых данных с оценками совпадает с предыдущими исследованиями с аналогичными прототипами, что также связано с возможностью передачи

данных в течение не менее 24 часов. Наконец, в качестве будущей работы предполагается спроектировать и изготовить прототип технологии интегральной схем, который, учитывая его размеры, объединяет все модули электронной платформы, воспринимающей физиологические параметры, а также передающей данные по беспроводной связи в режиме реального времени, что позволяет неинвазивное тестирование.

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

- Cornou C. Automation Systems for Farm Animals: Potential Impacts on the Human-Animal Relationship and on Animal Welfare. *Anthrozoös*. 2009; 22(3): 213–220. <https://doi.org/10.2752/175303709X457568>
- Hamadani H., Khan A.A. Automation in livestock farming — A technological revolution. *International Journal of Advanced Research*. 2015; 3(5): 1335–1344.
- Bijl R., Kooistra S.R., Hogeveen H. The Profitability of Automatic Milking on Dutch Dairy Farms. *Journal of Dairy Science*. 2007; 90(1): 239–248. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)72625-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)72625-5)
- Кирсанов В.В., Павкин Д.Ю., Владимиров Ф.Е., Никитин Е.А., Юрочка С.С., Гелетий Д.Г. Контроль и управление подсистемой «животное» в сложной биотехнической системе «человек — машина — животное» молочной фермы. *Агроинженерия*. 2020; 6(100): 6–10. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2020-6-4-10>
- Jensen M.B. Behaviour around the time of calving in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*. 2012; 139(3-4): 195–202. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.04.002>
- Maltz E., Antler A. A practical way to detect approaching calving of the dairy cow by a behaviour sensor. Cox S. (ed.). *Precision livestock farming '07*. Wageningen Academic Publishers. 2007; 141–146.
- Schirmann K., Chapinal N., Weary D.M., Vickers L., von Keyserlingk M.A.G. Short communication: Rumination and feeding behavior before and after calving in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2013; 96(11): 7088–7092. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7023>
- Duffield T. et al. Comparison of Techniques for Measurement of Rumen pH in Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 2004; 87(1): 59–66. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73142-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73142-2)
- Eihvalde I., Kairisa D., Sematovica I. Long-term continuous monitoring of ruminal pH and temperature for dairy cows with indwelling and wireless data transmitting unit. *Engineering for Rural Development. Proceedings of the 15th International Scientific Conference*. Jelgava. 2016; 15: 726–731.
- Haley D.B., Rushen J., de Passillé A.M. Behavioural indicators of cow comfort: activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing. *Canadian Journal of Animal Science*. 2000; 80(2): 257–263. <https://doi.org/10.4141/A99-084>
- Plaizier J.C. et al. Review: Enhancing gastrointestinal health in dairy cows. *Animal*. 2012; 12(S2): s399–s418. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001921>
- Владимиров Ф.Е., Базаев С.О., Павкин Д.Ю., Юрочка С.С. Разработка методов и средств зоотехнического контроля в скотоводстве для управления физиологическим состоянием стада. *Главный зоотехник*. 2023; (1): 32–46. <https://doi.org/10.33920/sel-03-2301-04>
- Sato S. et al. Diagnosis of subacute ruminal acidosis (SARA) by continuous reticular pH measurements in cows. *Veterinary Research Communications*. 2012; 36(3): 201–205. <https://doi.org/10.1007/s11259-012-9528-8>
- Enemark J.M.D. The monitoring, prevention and treatment of subacute ruminal acidosis (SARA): A review. *The Veterinary Journal*. 2008; 176(1): 32–43. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.021>
- Falk M., Münger A., Dohme-Meier F. *Technical note*: A comparison of reticular and ruminal pH monitored continuously with 2 measurement systems at different weeks in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 2016; 99(3): 1951–1955. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9725>
- Lohölter M., Rehage R., Meyer U. Evaluation of a device for continuous measurement of rumen pH and temperature considering localization of measurement and dietary concentrate proportion. *Landbauforschung*. 2013; 63(1): 61–68. https://doi.org/10.3220/LBF_2013_61-68
- Kimura A. et al. Relationship between pH and Temperature in the Ruminal Fluid of Cows, Based on a Radio-Transmission pH-Measurement System. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2012; 74(8): 1023–1028. <https://doi.org/10.1292/jvms.12-0084>
- Enemark J.M.D., Peters G., Jørgensen R.J. Continuous Monitoring of Rumen pH — A Case Study With Cattle. *Journal of Veterinary Medicine Series A*. 2003; 50(2): 62–66. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2003.00490.x>
- Ram K.P., Verma S.P., Agrawal K.A., Jayachandran C. Effect of severity of acidosis on ruminal activity in goats. *Indian Journal of Animal Research*. 2007; 41(4): 256–260.

REFERENCES

- Cornou C. Automation Systems for Farm Animals: Potential Impacts on the Human-Animal Relationship and on Animal Welfare. *Anthrozoös*. 2009; 22(3): 213–220. <https://doi.org/10.2752/175303709X457568>
- Hamadani H., Khan A.A. Automation in livestock farming — A technological revolution. *International Journal of Advanced Research*. 2015; 3(5): 1335–1344.
- Bijl R., Kooistra S.R., Hogeveen H. The Profitability of Automatic Milking on Dutch Dairy Farms. *Journal of Dairy Science*. 2007; 90(1): 239–248. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)72625-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)72625-5)
- Kirsanov V.V., Pavkin D.Yu., Vladimirov F.E., Nikitin E.A., Yurochka S.S., Gelety D.G. Monitoring and management of the «animal» subsystem in a complex biotechnical system «man — machine — animal» of a dairy farm. *Agricultural engineering*. 2020; 6(100): 6–10 (In Russian). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2020-6-4-10>
- Jensen M.B. Behaviour around the time of calving in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*. 2012; 139(3-4): 195–202. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.04.002>
- Maltz E., Antler A. A practical way to detect approaching calving of the dairy cow by a behaviour sensor. Cox S. (ed.). *Precision livestock farming '07*. Wageningen Academic Publishers. 2007; 141–146.
- Schirmann K., Chapinal N., Weary D.M., Vickers L., von Keyserlingk M.A.G. Short communication: Rumination and feeding behavior before and after calving in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2013; 96(11): 7088–7092. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7023>
- Duffield T. et al. Comparison of Techniques for Measurement of Rumen pH in Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 2004; 87(1): 59–66. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73142-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73142-2)
- Eihvalde I., Kairisa D., Sematovica I. Long-term continuous monitoring of ruminal pH and temperature for dairy cows with indwelling and wireless data transmitting unit. *Engineering for Rural Development. Proceedings of the 15th International Scientific Conference*. Jelgava. 2016; 15: 726–731.
- Haley D.B., Rushen J., de Passillé A.M. Behavioural indicators of cow comfort: activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing. *Canadian Journal of Animal Science*. 2000; 80(2): 257–263. <https://doi.org/10.4141/A99-084>
- Plaizier J.C. et al. Review: Enhancing gastrointestinal health in dairy cows. *Animal*. 2012; 12(S2): s399–s418. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001921>
- Vladimirov F.E., Bazaev S.O., Pavkin D.Yu., Yurochka S.S. Development of methods and means of livestock control in cattle breeding to manage the physiological state of the herd. *Head of Animal Breeding*. 2023; (1): 32–46 (In Russian). <https://doi.org/10.33920/sel-03-2301-04>
- Sato S. et al. Diagnosis of subacute ruminal acidosis (SARA) by continuous reticular pH measurements in cows. *Veterinary Research Communications*. 2012; 36(3): 201–205. <https://doi.org/10.1007/s11259-012-9528-8>
- Enemark J.M.D. The monitoring, prevention and treatment of subacute ruminal acidosis (SARA): A review. *The Veterinary Journal*. 2008; 176(1): 32–43. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.021>
- Falk M., Münger A., Dohme-Meier F. *Technical note*: A comparison of reticular and ruminal pH monitored continuously with 2 measurement systems at different weeks in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 2016; 99(3): 1951–1955. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9725>
- Lohölter M., Rehage R., Meyer U. Evaluation of a device for continuous measurement of rumen pH and temperature considering localization of measurement and dietary concentrate proportion. *Landbauforschung*. 2013; 63(1): 61–68. https://doi.org/10.3220/LBF_2013_61-68
- Kimura A. et al. Relationship between pH and Temperature in the Ruminal Fluid of Cows, Based on a Radio-Transmission pH-Measurement System. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2012; 74(8): 1023–1028. <https://doi.org/10.1292/jvms.12-0084>
- Enemark J.M.D., Peters G., Jørgensen R.J. Continuous Monitoring of Rumen pH — A Case Study With Cattle. *Journal of Veterinary Medicine Series A*. 2003; 50(2): 62–66. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2003.00490.x>
- Ram K.P., Verma S.P., Agrawal K.A., Jayachandran C. Effect of severity of acidosis on ruminal activity in goats. *Indian Journal of Animal Research*. 2007; 41(4): 256–260.

ОБ АВТОРАХ

Фёдор Евгеньевич Владимиров,
научный сотрудник,
fvladimirov21@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3058-2446>

Савр Олегович Базаев,
кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник,
sbazaeff@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2511-7526>

Артём Рустамович Хакимов,
младший научный сотрудник,
arty.hv@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4332-9274>

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Fedor Evgenievich Vladimirov,
Research Associate,
fvladimirov21@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3058-2446>

Savr Olegovich Bazaev,
Candidate of Agricultural Sciences, Research Associate,
sbazaeff@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2511-7526>

Artem Rustamovich Khakimov,
Junior Research Assistant,
arty.hv@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4332-9274>

Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
5 1st Institute Passage, Moscow, 109428, Russia

К 95-летию со дня рождения Н.Х. Мамаева

В ноябре 2023 г. исполняется 95 лет со дня рождения Нурутдина Хизроевича Мамаева, доктора ветеринарных наук, профессора, академика Международной академии информатизации, заслуженного ветеринарного врача РСФСР и Дагестанской АССР, заслуженного деятеля науки Дагестанской АССР, заслуженного деятеля науки Дагестанской АССР, лауреата премии Совета Министров СССР.

Н.Х. Мамаев родился 2 ноября 1928 г. в г. Буйнакске Дагестанской АССР в семье рабочего.

Трудовую деятельность начал в качестве ветеринарного техника в 1944 г. По окончании Дагестанского сельскохозяйственного института работал заведующим Богатыревским, Чирюртовским, затем Кизлярским центральными зооветеринарными участками отгонного животноводства.

В 1956 г. был переведен начальником ветеринарного отдела, затем назначен заместителем министра сельского хозяйства. С 1961 г. работал заместителем Председателя Совета Министров ДАССР по животноводству, через год был переведен на должность первого замминистра сельского хозяйства и заготовок сельхозпродуктов ДАССР.

В 1962 г. Нурутдин Хизроевич защитил диссертацию на соискание ученой степени к.в.н. по теме «Особенности кожно-оводовой инвазии КРС и меры борьбы с ней в условиях Дагестанской АССР» во Всесоюзном институте экспериментальной ветеринарии Министерства сельского хозяйства СССР.

В 1967 г. Мамаев был назначен директором вновь образованного Дагестанского научно-исследовательского ветеринарного института. Работая в институте, в 1971 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Краевая эпизоотология, Иммунобиологическая реактивность организма животных при гиподерматозе, и разработка мер борьбы с ним в Дагестане». Разработанные Н.Х. Мамаевым в соавторстве с другими учеными меры борьбы с гиподерматозом в условиях Дагестанской АССР и повсеместное внедрение их в ветеринарную практику позволили оздоровить регион от этого паразитоза. Авторы работы стали лауреатами, получили Государственную премию Совета Министров СССР.

До 2002 г. в течение 35 лет он работал директором Прикаспийского зонального научно-исследовательского ветеринарного института. В апреле 2002 г. был назначен заведующим отделом паразитарных и незаразных болезней института.

Все этапы жизненного пути Н.Х. Мамаева неразрывно связаны с организацией борьбы с инфекционными,

инвазионными и незаразными болезнями сельскохозяйственных животных и птиц, повышением эпизоотической и ветеринарно-санитарной безопасности региона.

Огромный практический опыт и научный авторитет Н.Х. Мамаева помогали решать многие задачи, стоящие перед институтом.

Н.Х. Мамаев принимал непосредственное участие в оздоровлении многих районов республики от бруцеллеза и туберкулеза, вовлекая партийные и хозяйственные органы самого высокого уровня.

Н.Х. Мамаев был крупным, высокоэрудированным ученым, имя которого хорошо знали не только в РФ, но и во многих странах ближнего и дальнего зарубежья. Его научные разработки неоднократно демонстрировались на ВДНХ СССР и были отмечены шестью золотыми и серебряными медалями выставки. Им в соавторстве с другими учеными опубликовано 256 научных работ, 4 монографии, в том числе и «Справочник чабана». Имел 3 патента на изобретения, под его руководством подготовлены и защищены 9 кандидатских и докторских диссертаций.

За высокие достижения в производственной деятельности и большой вклад в борьбу с болезнями животных, развитие ветеринарной науки и практики Мамаев был удостоен 14-ти почетных грамот Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина, Российской академии сельскохозяйственных наук, Министерства сельского хозяйства СССР, РСФСР, награжден орденами Трудового Красного Знамени, «Знак Почета» и другими правительственными наградами, неоднократно избирался депутатом районных и городских Советов народных депутатов.

Нурутдин Хизроевич являлся талантливым исследователем, который мог анализировать, обобщать и находить недостающее звено, позволявшее решать поставленные задачи. Он обладал ценными качествами, необходимыми для руководителя, решал возникающие вопросы быстро и грамотно, всегда оставался отзывчивым к людям.

Память о нем всегда будет жить в сердцах сотрудников института.

А.Ю. Алиев, С.Ш. Кабардиев

УДК 633:375:633.2

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-79-83

Г.Ю. Рабинович ✉
Е.А. Подолян
Т.С. Зинковская

Федеральный исследовательский центр
«Почвенный институт им. В.В. Докучаева»,
Москва, Россия

✉ 2016vniimz-noo@list.ru

Поступила в редакцию:
27.04.2023

Одобрена после рецензирования:
14.09.2023

Принята к публикации:
27.09.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-79-83

Galina Yu. Rabinovich ✉
Elena A. Podolian
Tatiana S. Zinkovskaya

V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,
Moscow, Russia

✉ 2016vniimz-noo@list.ru

Received by the editorial office:
27.04.2023

Accepted in revised:
14.09.2023

Accepted for publication:
27.09.2023

Содержание и состав органического вещества дерново-подзолистой почвы при внесении удобрительных смесей на основе осадка сточных вод

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Органическое вещество почв Нечерноземной зоны требует дополнительных источников своего пополнения, к которым можно отнести осадок сточных вод (далее — ОСВ). В работе исследуется применение осадка сточных вод г. Твери, внесенного в свежем виде в состав смеси с дополнительными органическими субстратами (опилками, торфом, соломой) в звене полевого севооборота (вико-овсяная смесь, озимая рожь, яровой ячмень).

Методы. Опыт проведен в Тверской области на дерново-подзолистой супесчаной почве в четырехкратной повторности. ОСВ вносили в составе общей дозы удобрительной смеси 60 т/га с дополнительными органическими субстратами (опилками, торфом, соломой), взятыми в разном соотношении (1:1, 1:2, 1:3) в начале эксперимента. Площадь опытной делянки — 6 м². Культуры звена севооборота — вико-овсяная смесь, озимая рожь, яровой ячмень. В почвенных образцах определяли содержание органического вещества, его групповой и фракционный состав по общепринятым в агрохимии методикам.

Результаты. Внесение ОСВ совместно с дополнительными субстратами способствовало повышению количества органического вещества почвы (1,38–1,5%) и поддержанию его в последствии на уровне 1,33–1,49%, в контрольном варианте этот показатель составлял 1,26% (значимость различий $p < 0,05$). Исследуемые удобрения обеспечили повышение доли ГК-1 и снижение ФК-1а. В сравнении с готовым компостом удобрительные смеси, в составе которых компоненты были в равных долях, опережали по своему действию варианты сравнения. Также они способствовали наиболее высокому приросту продуктивности звена севооборота среди всех вариантов опыта (прибавка к контролю — 61,1–68,2%). Компост обеспечил увеличение продуктивности лишь на 37,9%.

Ключевые слова: нетрадиционные органические удобрения, осадок сточных вод, органическое вещество почвы

Для цитирования: Рабинович Г.Ю., Подолян Е.А., Зинковская Т.С. Содержание и состав органического вещества дерново-подзолистой почвы при внесении удобрительных смесей на основе осадка сточных вод. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 79–83. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-79-83>

© Рабинович Г.Ю., Подолян Е.А., Зинковская Т.С.

The content and composition of organic matter of sod-podzolic soil when applying fertilizer mixtures based on sewage sludge

ABSTRACT

Relevance. The organic matter of the soils of the Non-Chernozem zone requires additional sources of its replenishment, which can include sewage sludge (SS). The paper investigates the use of sewage sludge from Tver, introduced fresh into a mixture with additional organic substrates (sawdust, peat, straw) in the field crop rotation link.

Methods. The experiment was carried out in the Tver region on sod-podzolic sandy loam soil in fourfold repetition. OSV was introduced as part of a total dose of a fertilizer mixture of 60 t/ha with additional organic substrates (sawdust, peat, straw) taken in different proportions (1:1, 1:2, 1:3) at the beginning of the experiment. The area of the experimental plot is 6 m². Crops of the crop rotation link — mixture vetch and oat, winter rye, spring barley. The content of organic matter, its group and fractional composition were determined in soil samples according to the methods generally accepted in agrochemistry.

Results. The introduction of SS together with additional substrates contributed to an increase in the amount of soil organic matter (1,38–1,5%) and its maintenance in the aftereffect at the level of 1,33–1,49%, in the control variant this indicator was 1,26% (the significance of differences $p < 0,05$). The studied fertilizers provided an increase in the share of GA-1 and a decrease in FA-1a. In comparison with the finished compost, fertilizer mixtures, in which the components were in equal proportions, were ahead of the comparison options in their effect. They also contributed to the highest increase in productivity of the crop rotation link among all the variants of the experiment (an increase in control — 61,1–68,2%). Compost provided an increase in productivity by only 37,9%.

Key words: unconventional organic fertilizers, sewage sludge, soil organic matter

For citation: Rabinovich G.Yu., Podolian E.A., Zinkovskaya T.S. The content and composition of organic matter of sod-podzolic soil when applying fertilizer mixtures based on sewage sludge. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 79–83 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-79-83>

© Rabinovich G.Yu., Podolian E.A., Zinkovskaya T.S.

Введение/Introduction

Утилизация ОСВ уже на протяжении многих десятилетий является широко обсуждаемой проблемой. При этом считается признанным фактом, что химический состав ОСВ располагает к применению его в качестве органического удобрения [1–4]. ОСВ очистных сооружений жилищно-коммунального хозяйства может служить источником для почвы органического вещества, а также макро- и микроэлементов (азота, фосфора, калия, кальция, магния, меди, цинка и др.), необходимых для нормального протекания физиологических и биохимических процессов растений [5]. При этом продолжается поиск способов обезвреживания ОСВ (в частности, содержащих в нем ионов тяжелых металлов) [6].

ОСВ представляет собой полутвердый остаточный материал, образующийся в результате осаждения взвешенных твердых веществ в процессе очистки городских канализационных вод. В ходе очистки стоки попадают сначала в первичный отстойник, где улавливаются взвешенные твердые частицы и органические вещества в результате гравитационного осаждения. Далее, уже в аэротенках, происходит биологическая очистка воды с участием микроскопических организмов: простейших, инфузорий, колловраток, грибов, бактерий. Последние из указанных играют основную роль в окислении органических соединений сточной воды и перехода их в осадок. В целом микробоценоз активного ила может содержать около 37 видов микроорганизмов [7].

На данном этапе после очистки воды от углеродсодержащих органических соединений создаются условия для развития нитрифицирующих бактерий, которые способны накапливать фосфаты, обеспечивая тем самым их переход из воды в твердые частицы [8]. Поэтому были разработаны методы управления очисткой воды в аэротенках путем воздействия на метаболизм микроорганизмов активного ила [7, 9]. Осадок из первичного отстойника и активный ил попадают на иловые карты и в дальнейшем подлежат утилизации.

По причине сложного технологического процесса очистки канализационных вод обращение с огромным количеством осадков влечет за собой значительные эксплуатационные расходы на водоочистные сооружения. В связи с этим необходимы соответствующие стратегии их использования, устойчивые с экологической и экономической точек зрения.

Основными способами утилизации ОСВ являются сжигание и санитарное захоронение, значительно реже — внесение в почву с целью улучшения ее агрохимических показателей [2]. Однако применение очищенного ОСВ в качестве удобрения может покрыть большую часть потребностей в азоте и фосфоре многих сельскохозяйственных культур [3, 4]. Более того, внесение ила в почву, главным образом в сельском хозяйстве, по сравнению со сжиганием или санитарным захоронением обходится дешевле [1].

Хотя использование ОСВ в качестве источника питательных веществ и органических соединений может оказывать положительное влияние на почву. Оно также представляет собой риск из-за содержания загрязняющих веществ, таких как тяжелые металлы, органические соединения и патогенные микроорганизмы. Среди органических соединений наиболее часто обнаруживаются в осадках коммунальных сточных вод адсорбируемые органические галогены (АОГ), линейные алкилбензол-

сульфонаты (ЛАС), нонилфенолы и этоксилаты нонилфенола (НП), диэтилгексилфталат (ДЭГФ), полиароматические углеводороды (ПАУ), полихлорированные бифенилы (ПХБ), полихлорированные дибензо-*p*-диоксины и -фураны (ПХДД/Ф) [10]. Даже такие ценные питательные вещества, как соединения фосфора, могут вызывать загрязнение водных и наземных экосистем при внесении в сельскохозяйственные угодья в избытке в виде удобрений [11].

Неопределенность в отношении воздействия нежелательных веществ в составе ОСВ делает его использование в сельском хозяйстве сложной и рискованной практикой с точки зрения влияния на здоровье. Поэтому необходимо найти такие технологии применения ОСВ, которые бы не вредили окружающей среде и организму человека.

Тем не менее важным фактом в условиях дефицита традиционных органических удобрений является высокое содержание в составе ОСВ органического вещества, которое способно повышать гумус в почве, что в свою очередь благоприятно отражается и на других ее параметрах, а также на продуктивности полевых культур [12].

Цель работы — изучение влияния ОСВ, вносимого в почву в виде удобрительных смесей с дополнительными органическими субстратами (торфом, опилками, соломой), на содержание и состав органического вещества дерново-подзолистой супесчаной почвы, а также на урожайность полевых культур.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Полевой опыт проводился в 2015–2017 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве в Калининском районе Тверской области. Почва пахотного слоя имела слабобокислую реакцию (pH_{KCl} 5,7), содержание подвижного фосфора составляло 241 мг/кг, подвижного калия — 124 мг/кг почвы, органического вещества — 1,3%.

Смеси на основе ОСВ с очистных сооружений г. Твери и органических наполнителей (еловых опилок либо низинного торфа или ржаной соломы) вносили один раз — в начале эксперимента (в мае 2015 г.). Для сравнения в опыт был включен вариант с компостом (БиоКомпост «Тверской»¹), производимым на территории станции очистных сооружений из ОСВ и опилок.

Схема опыта включала следующие варианты:

- 1) контроль (без удобрений)
- 2) компост на основе ОСВ
- 3) ОСВ — опилки: 1:1
- 4) ОСВ — опилки: 1:2
- 5) ОСВ — опилки: 1:3
- 6) ОСВ — торф: 1:1
- 7) ОСВ — торф: 1:2
- 8) ОСВ — торф: 1:3
- 9) ОСВ — солома: 1:1
- 10) ОСВ — солома: 1:2
- 11) ОСВ — солома: 1:3.

Количество частей ОСВ и органических наполнителей подбирались исходя из разного соотношения углерода к азоту. Химический состав компонентов изучаемых смесей и компоста различался между собой (табл. 1). Содержание токсичных элементов в ОСВ, а также его санитарно-бактериологические и санитарно-паразитологические показатели соответствовали нормам ГОСТ Р 54651-2011².

¹ Регистрационный № 421-20-1404-1 // Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2023. Версия 73 (20.09.2023).

² ГОСТ Р 54651-2011 Ресурсосбережение. Осадки сточных вод.

Таблица 1. Химический состав ОСВ, дополнительных органических субстратов и компоста, изучаемых в опыте, % на сухое вещество (по данным испытательной лаборатории ФГБУ «Государственный центр агрохимической службы «Тверской»»)

Table 1. Chemical composition of OSV, additional organic substrates and compost studied in the experiment, % on dry matter (according to the testing laboratory of the Federal State Budgetary Institution «Tverskoy» State Center for Agrochemical Service»)

№ п/п	Показатель	ОСВ	Опилки	Торф	Солома	Компост
1	Влажность, %	67	36	61	12,3	52
2	Зольность, %	33	9,8	10,2	6,8	11,4
3	pH _{KCl}	7,5	5,1	5,1	–	6,1
4	N _{общ.} , %	3,43	0,1	3,1	0,43	2,1
5	P ₂ O ₅ общ., %	1,7	0,13	0,35	0,26	0,33
6	K ₂ O общ., %	0,29	0,03	0,15	0,8	0,15
7	C _{орг.} , %	33,5	45,1	44,9	46,6	44,3
8	C/N	9,8	430	14,5	108,4	21

Повторность — четырехкратная, размер делянки — 6 м². Опытные культуры по годам: 2015 г. — вико-овсяная смесь, 2016 г. — озимая рожь, 2017 г. — яровой ячмень. Почвенные образцы отбирали в конце вегетационных сезонов в 2015–2017 гг. для определения содержания органического вещества методом И.В. Тюрина³, группового и фракционного состава органического вещества по схеме И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой, уборку урожая осуществляли поделочно⁴. Определяли продуктивность⁵ культур звена полевого севооборота (вико-овсяная смесь, озимая рожь, яровой ячмень).

Содержание тяжелых металлов и мышьяка в растениеводческой продукции определяли методом атомно-адсорбционной спектроскопии с помощью прибора «Спектр-5-4». Пробы готовили и анализировали по общепринятым методикам⁶. Статистическую обработку производили с помощью MS Office Excel (США) и пакета программ («Ландшафт», Россия).

Содержание тяжелых металлов и мышьяка в полученной растениеводческой продукции соответствовало СанПиН 2.3.2.1078-01⁷.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Все изучаемые в опыте удобрительные смеси на основе ОСВ (ОСВ) оказывали достоверное повышение органического вещества в дерново-подзолистой супесчаной почве относительно контроля (табл. 2).

К концу вегетационного сезона года внесения изучаемых удобрений наиболее высокая доля органического вещества в почве была при использовании ОСВ и органических субстратов в соотношении 1:1 и достигала 1,46–1,5%, опережая эффективность компоста (1,44%) с математически доказанной разницей. При этом на контроле она составляла 1,27%. В последствии (2016–2017 гг.) происходило незначительное снижение содержания органического вещества почвы на всех вариантах опыта. Удобрительные смеси не потеряли своего положительного воздействия на данный показатель, который варьировал в пределах 1,34–1,49% и был выше контроля (1,25%).

Перед закладкой опыта дерново-подзолистая супесчаная почва по составу органического вещества

Таблица 2. Содержание органического вещества в дерново-подзолистой супесчаной почве, % на сухую массу

Table 2. Organic matter content of sod-podzolic sandy loam soil, % of the dry weight

№ п/п	Вариант опыта	В год прямого действия (2015 г.)	В последствии действия (2016–2017 гг.)
1	Контроль	1,27	1,25
2	Компост	1,44	1,43
3	ОСВ — опилки: 1:1	1,48	1,47
4	ОСВ — опилки: 1:2	1,42	1,41
5	ОСВ — опилки: 1:3	1,35	1,33
6	ОСВ — торф: 1:1	1,50	1,49
7	ОСВ — торф: 1:2	1,46	1,45
8	ОСВ — торф: 1:3	1,40	1,39
9	ОСВ — солома: 1:1	1,46	1,44
10	ОСВ — солома: 1:2	1,42	1,38
11	ОСВ — солома: 1:3	1,38	1,34
	HCP ₀₅	0,02	0,04

Таблица 3. Фракционный состав гуминовых кислот дерново-подзолистой супесчаной почвы в слое 0–20 см, % к общему С

Table 3. Fractional composition of humic acids of sod-podzolic sandy loam soil in a layer of 0–20 cm, % of total C

Вариант опыта	Фракции в год прямого действия (2015 г.)			Фракции в последствии действия (2016–2017 гг.)		
	1	2	3	1	2	3
1. Контроль	14,5	9,1	13,5	14,6	9,0	13,4
2. Компост	15,2	10,3	13,6	14,9	10,3	13,3
3. ОСВ — опилки: 1:1	17,5	11,0	13,8	17,8	10,5	12,7
4. ОСВ — опилки: 1:2	16,0	10,5	13,6	16,4	10,2	12,8
5. ОСВ — опилки: 1:3	15,8	10,3	13,0	16,0	9,9	12,3
6. ОСВ — торф: 1:1	17,3	10,8	13,7	17,8	10,4	12,8
7. ОСВ — торф: 1:2	16,2	10,3	13,4	16,3	10,2	12,7
8. ОСВ — торф: 1:3	15,8	9,8	13	15,8	9,6	12,1
9. ОСВ — солома: 1:1	16,4	10,5	13,3	16,5	10,2	13,1
10. ОСВ — солома: 1:2	16,2	10,4	13	16,3	10	12,7
11. ОСВ — солома: 1:3	15,7	10,2	13	15,9	9,8	12,3
HCP ₀₅	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,3

была отнесена к гуматно-фульватному типу. В течение эксперимента в контрольном варианте состав органического вещества сохранил свой исходный тип, соотношение его компонентов практически не изменялось.

Внесение ОСВ совместно с органическими субстратами повлияло на распределение фракций гумусовых кислот (табл. 3, 4).

Уже в год прямого действия доля наиболее ценной фракции одних гуминовых кислот (ГК-1) в почве вариантов с удобрительными смесями достоверно превышала контроль (14,5% к общему С), а также вариант сравнения — компост (15,2%) и составляла от 15,7 до 16,2%.

Применение изучаемых смесей отразилось и на двух, и на трех фракциях гуминовых кислот. Так, наиболее эффективная смесь ОСВ с торфом в равных соотношениях позволила увеличить содержание ГК-2 до 10,8% к общему С, в то время как на контроле и в варианте с компостом оно составляло 9,1% и 10,3% соответственно.

В последующие годы (2016–2017 гг.) внесенные удобрительные смеси продолжали поддерживать количество гуминовых кислот одной фракции достоверно выше по сравнению с контролем и компостом. Это гово-

³ ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.

⁴ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985; 351.

⁵ Князева Т.В., Ульянов В.С. Кормопроизводство: методические рекомендации. Краснодар: КубГАУ. 2016; 56.

⁶ Муравин Э.А., Обуховская Л.В., Ромодина Л.В. Практикум по агрохимии. Москва. 2005; 288.

⁷ Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078-01, утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 06.11.2001 г., с 1 июля 2002 г.

Таблица 4. Фракционный состав фульвокислот дерново-подзолистой супесчаной почвы в слое 0–20 см, % к общему С
Table 4. Fractional composition of fulvic acids of sod-podzolic sandy loam soil in a layer of 0–20 cm, % of total C

Вариант опыта	Фракции в год прямого действия (2015 г.)				Фракции в последствии (2016–2017 гг.)			
	1a	1	2	3	1a	1	2	3
1. Контроль	8,4	12,1	14,3	8,2	8,5	12,4	14,4	8,2
2. Компост	8,0	12,3	15,3	7,8	7,9	12	14,9	7,7
3. ОСВ — опилки: 1:1	7,6	11,7	15,1	8,3	7,6	11	14,6	7,9
4. ОСВ — опилки: 1:2	7,9	11,4	15	8,6	7,7	10,7	15,2	7,9
5. ОСВ — опилки: 1:3	8,2	11,4	15	8,8	8,1	10,9	15,1	8,1
6. ОСВ — торф: 1:1	7,3	11,1	14,8	7,8	7,8	11,1	14,8	8,4
7. ОСВ — торф: 1:2	7,4	11	14,5	7,8	7,7	11,3	14,3	8
8. ОСВ — торф: 1:3	7,4	11,1	14,3	8	7,5	11,1	14,1	7,2
9. ОСВ — солома: 1:1	7,3	11,6	14,6	7,5	7,8	12,4	14,9	8
10. ОСВ — солома: 1:2	8,4	11,5	14,9	8,2	8,6	11,5	14,5	8,3
11. ОСВ — солома: 1:3	8,7	11,4	15,1	8,5	8,8	11,6	14,8	8,7
НСР ₀₅	0,6	0,1	0,2	0,2	0,6	0,1	0,1	0,4

рит о пролонгированном действии осадка сточных вод, на что указывают исследования ряда авторов [15, 16].

Положительное влияние на фракционный состав фульвокислот (ФК) от внесения ОСВ совместно с дополнительными органическими субстратами проявилось в том, что снизилась доля агрессивной фракции 1a (табл. 4).

В год прямого действия особенно повлияли на почву в данном отношении смеси ОСВ и торфа в соотношении 1:1, 1:2, 1:3, а также «ОСВ — опилки» и «ОСВ — солома» (1:1). В последствии происходили некоторые изменения в содержании фракций фульвокислот, наблюдалось снижение их суммарного количества в ряде вариантов. При внесении смесей с участием торфа (1:1 и 1:2) продолжалась убыль ФК-1a (7,7–7,8%), в то время как на контроле и в варианте с компостом их содержание оставалось практически прежним (8,5% и 7,9% соответственно).

Удобрительные смеси на основе ОСВ оказали определенное воздействие на продуктивность культур звена полевого севооборота (вико-овсяная смесь, озимая рожь, яровой ячмень) (55,2–68,1 т/га корм. ед.), сформировав достоверный прирост (значимость различий $p < 0,05$) относительно контроля, который составил 14,5–27,4 т/га корм. ед. (рис. 1).

Содержание тяжелых металлов и мышьяка в полученной растениеводческой продукции соответствовало СанПиН 2.3.2.1078-01⁷.

Отмечено снижение продуктивности изучаемых культур по мере расширения соотношения любого органического субстрата (опилок, торфа, соломы) к ОСВ.

Рис. 1. Влияние удобрительных смесей и компоста на продуктивность звена полевого севооборота 2015–2017 гг., т/га корм. ед.

Fig. 1. The effect of fertilizer mixtures and compost on the productivity of the field crop rotation link in 2015–2017, t/ha feed units

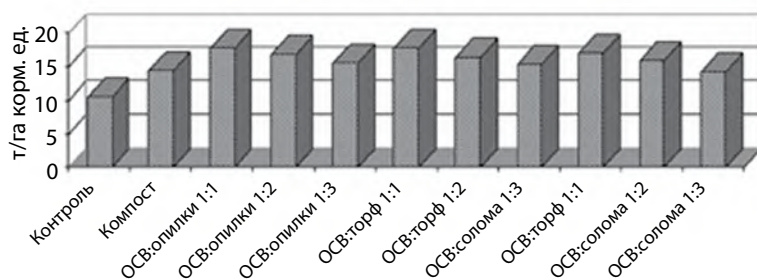


Таблица 5. Содержание тяжелых металлов и мышьяка в растениеводческой продукции (мг/кг) под влиянием удобрительных смесей

Table 5. The content of heavy metals and arsenic in grain (mg/kg) under the influence of fertilizer mixtures

Вариант опыта	Показатель, мг/кг											
	зерно озимой ржи						зерно ярового ячменя					
	As	Cu	Zn	Pb	Cd	Co	As	Cu	Zn	Pb	Cd	Co
1	0,01	0,4	8,3	0,03	0,01	0,06	0,01	0,3	8,9	0,04	0,01	0,05
2	0,04	2,3	24,8	0,12	0,01	0,13	0,04	2,6	24,1	0,16	0,01	0,23
3	0,07	4,2	28,7	0,17	0,03	0,56	0,09	4,8	28,1	0,23	0,04	0,61
4	0,06	3,8	23,1	0,12	0,03	0,42	0,07	4,3	23,4	0,18	0,03	0,40
5	0,06	2,7	19,5	0,09	0,02	0,37	0,07	3,8	19,5	0,10	0,03	0,33
6	0,08	4,6	27,9	0,17	0,03	0,6	0,08	4,7	29,6	0,20	0,03	0,64
7	0,07	4,1	21,6	0,13	0,02	0,44	0,07	4	26,3	0,16	0,03	0,42
8	0,06	2,3	17,2	0,09	0,02	0,31	0,06	2,9	17,6	0,12	0,02	0,36
9	0,06	3,9	28,5	0,21	0,04	0,58	0,07	3,7	30,2	0,28	0,04	0,61
10	0,06	3,7	22,3	0,16	0,03	0,46	0,07	3,9	26,7	0,21	0,03	0,53
11	0,06	2,5	18,4	0,08	0,03	0,34	0,06	3,2	20,3	0,14	0,03	0,38
НСР ₀₅	0,01	1,6	3,1	0,04	0,01	0,27	0,01	1,4	2,8	0,05	0,01	0,23
ПДК	0,2	10	50	0,5	0,1	0,8	0,2	10	50	0,5	0,1	0,8

Так, если в звене севооборота на фоне ОСВ с торфом в соотношении 1:1 было получено 17,6 т/га корм. ед., то при соотношении ОСВ с торфом 1:3 — 15,3 т/га корм. ед. Эта же тенденция была отмечена и при исследовании других видов органических наполнителей в удобрительных смесях. Смеси ОСВ и наполнителей в равных долях обеспечили достоверное превышение продуктивности по сравнению с компостом (прибавка к компосту составила 9,1–11,6 т/га корм. ед.).

Полученные данные согласуются с мировой и отечественной практикой применения ОСВ в растениеводстве и положительном влиянии на сельскохозяйственные культуры [16–18].

Выводы/Conclusion

Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии ОСВ в составе удобрительных смесей с участием дополнительных органических субстратов (опилок, торфа, соломы) на содержание и состав органического вещества дерново-подзолистой супесчаной почвы, а также на продуктивность полевых культур.

Данные удобрительные смеси способствовали повышению количества органического вещества почвы (1,38–1,5%) и поддержанию его в течение трех лет (1,33–1,49%), превышая контроль (1,25–1,27%) и исходный показатель до начала эксперимента (1,3%) (значимость различий $p < 0,05$).

Исследуемые удобрения обеспечили увеличение

доли агрономически ценной фракции гуминовых кислот (ГК-1) и снижение агрессивной фракции фульвокислот (ФК-1a). В сравнении с готовым компостом удобрительные смеси, в составе которых компоненты были в равных долях, оказывали более сильное влияние на изучаемый состав органического вещества.

Смеси ОСВ и наполнителей в соотношении 1:1 способствовали наиболее высокому приросту продуктивности звена севооборота относительно других вариантов опыта. Прибавка к компосту составила 9,1–11,6 т/га корм. ед.

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 при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель — филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт им. В. В. Докучаева» (ВНИИМЗ) (тема № 0439-2022-0007).

FUNDING

The materials were prepared with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the state assignment of the All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands — a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Research Center «V.V. Dokuchaev Soil Institute»» (VNIIMZ) (topic No. 0439-2022-0007).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Roy T., Singh R.D., Biswas D.R., Patra A.K. Effect of Sewage Sludge and Inorganic Fertilizers on Productivity and Micronutrients Accumulation by Palak (*Beta vulgaris*) and their Availability in a Typic Haplustept. *Journal of the Indian Society of Soil Science*. 2013; 61(3): 207–218.
- Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения. М.: *Бином. Лаборатория знаний*. 2013; 311. ISBN 978-5-94774-597-9 <https://www.elibrary.ru/qkytrd>
- Мерзлая Г.Е., Афанасьев Р.А. Трансформация токсичных осадков сточных вод в экологически безопасные удобрения. *Химическая безопасность*. 2018; 2(1): 180–190. <https://doi.org/10.25514/CHS.2018.1.12892>
- Касатиков В.А., Анисимова Т.Ю., Шабардина Н.П. К вопросу о мелиоративном влиянии систематического применения осадка городских сточных вод на агроэкологические свойства слабообкультуренной дерново-подзолистой почвы. *Мелиорация*. 2018; (3): 78–84. <https://www.elibrary.ru/yujldv>
- Ильинский А.В., Сельмен В.Н., Сельмен Е.В., Карякина С.Д., Матюхин М.С., Гребенникова В.В. Применение почвогрунта на основе осадков сточных вод городских очистных сооружений в озеленении городских территорий. *Теоретическая и прикладная экология*. 2022; (2): 191–197 (на англ. яз.). <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-2-191-197>
- Нездойминов В.И., Чернышев В.Н., Кизяев В.Ф., Могукало А.В. Аспекты обезвреживания осадков сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов. *Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры*. 2018; (5): 79–83. <https://www.elibrary.ru/ljnljn>
- Джумагулова Н.Т., Гаврилов И.Е., Нгуен Д.Д. Изучение видового состава микроорганизмов, осуществляющих очистку сточных вод. *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2019; 330(9): 195–203. <https://doi.org/10.18799/24131830/2019/9/2273>
- Большаков Н.Ю. Очистка от биогенных элементов на городских очистных сооружениях. СПб: *Издательство Санкт-Петербургского политехнического университета*. 2010; 112. ISBN: 978-5-7422-2798-4 <https://www.elibrary.ru/qnpamx>
- Gulshin I. The settling behavior of an activated sludge with simultaneous nitrification and denitrification. *MATEC Web of Conferences*. 2017; 106: 07002. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710607002>
- Kapanen A., Vikman M., Rajasärkkä J., Virta M., Itävaara M. Biotests for environmental quality assessment of composted sewage sludge. *Waste Management*. 2013; 33(6): 1451–1460. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.02.022>
- Smits M.J.W. et al. Phosphorus Recycling from manure — A Case Study on the Circular Economy: Work package 4. *EU*. 2018; 61.
- Межевова А.С., Азаров А.С. Осадок сточных вод — высокоэффективное удобрение. *Плодородие*. 2021; (5): 95–97. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.122.23>
- Соколов А.В. (ред.). *Агрохимические методы исследования почв*. 5-е изд., доп. и перераб. М.: *Наука*. 1975; 656.
- Плотникова Т.А., Орлова Н.Е. Использование модификационной схемы Пономаревой — Плотниковой для определения состава, природы и свойств гумуса почв. *Почвоведение*. 1984; (8): 120–130.
- Куликова А.Х., Захаров Н.Г. Последствие осадков сточных вод, применяемых в качестве удобрения сельскохозяйственных культур, в зависимости от систем основной обработки почвы. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015; (2): 6–13. <https://www.elibrary.ru/uhjqph>
- Арефьев А.Н., Кузин Е.Н. Изменение урожайности культуры звена зернопаропропашного севооборота и качества растениеводческой продукции под влиянием осадков сточных вод и цеолита. *Нива Поволжья*. 2018; (3): 9–15. <https://www.elibrary.ru/xymlpn>
- Donatello S., Cheeseman C.R. Recycling and recovery routes for incinerated sewage sludge ash (ISSA): A review. *Waste Management*. 2013; 33(11): 2328–2340. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.05.024>
- Касатиков В.А. Влияние мелиоративных доз осадка городских сточных вод на азотный режим дерново-подзолистой почвы и продуктивность зерновых культур. *Агрохимия*. 2020; (6): 64–68. <https://doi.org/10.31857/S0002188120060058>

ОБ АВТОРАХ

Галина Юрьевна Рабинович, доктор биологических наук, заведующая отделом биотехнологий, 2016vniimz-noo@list.ru <https://orcid.org/0000-0002-5060-6241>

Елена Александровна Подольян, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории плодородия отдела биотехнологий, <https://orcid.org/0000-0002-2754-0053>

Татьяна Степановна Зинковская, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией плодородия отдела биотехнологий, <https://orcid.org/0000-0003-3546-9637>

Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», Пыжевский пер., 7, стр. 2, Москва, 119017, Россия

REFERENCES

- Roy T., Singh R.D., Biswas D.R., Patra A.K. Effect of Sewage Sludge and Inorganic Fertilizers on Productivity and Micronutrients Accumulation by Palak (*Beta vulgaris*) and their Availability in a Typic Haplustept. *Journal of the Indian Society of Soil Science*. 2013; 61(3): 207–218.
- Pakhnenko E.P. Sewage sludge and other unconventional organic fertilizers. Moscow: *Binom. Laboratoriya znaniy*. 2013; 311 (In Russian). ISBN 978-5-94774-597-9 <https://www.elibrary.ru/qkytrd>
- Merzlaya G.E., Afanasev R.A. Transformation of toxic wastewater sediments into environmentally friendly fertilizers. *Chemical Safety Science*. 2018; 2(1): 180–190 (In Russian). <https://doi.org/10.25514/CHS.2018.1.12892>
- Kasatikov V.A., Anisimova T.Yu., Shabardina N.P. The effect of systematic use of sewage sludge on agroecological properties of poorly cultivated sod-podzolic soil. *Land Reclamation*. 2018; (3): 78–84 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yujldv>
- Ilinsky A.V., Selmen V.N., Selmen E.V., Karyakina S.D., Matyukhin M.S., Grebennikova V.V. The use of soil based on sewage sludge from urban wastewater treatment plants in the greening of urban areas. *Theoretical and Applied Ecology*. 2022; (2): 191–197. <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-2-191-197>
- Nezdoyminov V.I., Chernyshev V.N., Kizhaev V.F., Mogukalo A.V. Aspects of active sludge containing heavy metal ions utilization. *Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture*. 2018; (5): 79–83 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ljnljn>
- Dzhumagulova N.T., Gavrilov I.E., Nguyen D.D. Studying species composition of microorganisms performing wastewater treatment. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*. 2019; 330(9): 195–203 (In Russian). <https://doi.org/10.18799/24131830/2019/9/2273>
- Bolshakov N.Yu. Purification from biogenic elements at urban wastewater treatment plants. St. Petersburg: *St. Petersburg Polytechnic University*. 2010; 112 (In Russian). ISBN: 978-5-7422-2798-4 <https://www.elibrary.ru/qnpamx>
- Gulshin I. The settling behavior of an activated sludge with simultaneous nitrification and denitrification. *MATEC Web of Conferences*. 2017; 106: 07002. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710607002>
- Kapanen A., Vikman M., Rajasärkkä J., Virta M., Itävaara M. Biotests for environmental quality assessment of composted sewage sludge. *Waste Management*. 2013; 33(6): 1451–1460. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.02.022>
- Smits M.J.W. et al. Phosphorus Recycling from manure — A Case Study on the Circular Economy: Work package 4. *EU*. 2018; 61.
- Mezhevova A.S., Azarov A.S. Sewage sludge is a high efficiency nanofertilizer. *Polodoriye*. 2021; (5): 95–97 (In Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.122.23>
- Sokolov A.V. (ed.). *Agrochemical methods of soil research*. 5th ed., add. and redraw it. Moscow: *Nauka*. 1975; 656 (In Russian).
- Plotnikova T.A., Orlova N.E. Using the Ponomareva — Plotnikova modification scheme to determine the composition, nature and properties of soil humus. *Pochvovedenie*. 1984; (8): 120–130 (In Russian).
- Kulikova A.Kh., Zakharov N.G. Aftereffect of wastewater sludge used as fertilizer of agricultural crops, depending on systems of primary tillage. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2015; (2): 6–13 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/uhjqph>
- Arefyev A.N., Kuzin E.N. The change in the crop yield of the link of crop rotation and quality of crop production produce under the influence of sewage sludge and zeolite. *Niva Povolzhya*. 2018; (3): 9–15 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/xymlpn>
- Donatello S., Cheeseman C.R. Recycling and recovery routes for incinerated sewage sludge ash (ISSA): A review. *Waste Management*. 2013; 33(11): 2328–2340. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.05.024>
- Kasatikov V.A. Effect of reclamation doses of sludge of municipal wastewater on nitrogen regime of sod-podzolic soil and crop productivity. *Agrokhimiya*. 2020; (6): 64–68 (In Russian). <https://doi.org/10.31857/S0002188120060058>

ABOUT THE AUTHORS

Galina Yuryevna Rabinovich, Doctor of Biological Sciences, Head of the Biotechnology Department, 2016vniimz-noo@list.ru <https://orcid.org/0000-0002-5060-6241>

Elena Aleksandrovna Podolian, Candidate of Agricultural Sciences, Junior Researcher at the Fertility Laboratory of the Biotechnology Department, <https://orcid.org/0000-0002-2754-0053>

Tatyana Stepanovna Zinkovskaya, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Fertility Laboratory of the Biotechnology Department, <https://orcid.org/0000-0003-3546-9637>

V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, 7 Pyzhevsky lane, 2 building, Moscow, 119017, Russia

Д.М. Мамиев

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства — филиал Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», с. Михайловское, Республика Северная Осетия — Алания, Россия

✉ d.mamiev@mail.ru

Поступила в редакцию:
28.03.2023

Одобрена после рецензирования:
14.09.2023

Принята к публикации:
27.09.2023

Dmitry M. Mamiev

North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture — branch of the Federal Center «Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», Mikhailovskoye village, Republic of North Ossetia — Alania, Russia

✉ d.mamiev@mail.ru

Received by the editorial office:
28.03.2023

Accepted in revised:
14.09.2023

Accepted for publication:
27.09.2023

Агрофизические свойства почвы в зависимости от культур травопольного севооборота

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Агрофизическое состояние почвы имеет важное значение для успешного развития сельскохозяйственного производства.

Цель исследования — изучить влияние культур травопольного севооборота на агрофизические, биологические свойства почвенного плодородия и продуктивность культур в лесостепной зоне Республики Северная Осетия — Алания.

Методика. Исследования проводились в 2020–2022 гг. в полевом стационарном севообороте в условиях лесостепной зоны Республики Северная Осетия — Алания. Почва опытного участка представлена черноземами, выщелоченными на галечнике. Закладка опытов, фенологические наблюдения, статистическая обработка полученных данных проводились по общепринятым методикам.

Результаты. Установлено, что в начале вегетации глыбистая фракция под культурами севооборота изменялась от 13,34 до 49,45%, в макроструктуре — от 48,42 до 81,77%, на агрегат толщиной 0,25 мм — от 1,77 до 7,99%. К концу вегетации доля пылевой фракции под озимой пшеницей сократилась с 8,01 до 1,09%. Коэффициент структурности варьировал от 2,22% (кукуруза) до 2,49% (овес + клевер). Исследования показали, что изучаемая почва имеет хорошую структуру, так как в ней содержится от 46 до 66,2% водопропрочных агрегатов. На посевах овес + клевер (в среднем (0–30 см) слое почвы) плотность почвы была 0,95 г/см³ в начале вегетационного периода, 1,19 г/см³ — в период интенсивного роста, 1,22 г/см³ — в конце вегетации. Более продуктивны травяные звенья, где сбор кормовых единиц (16,37 т/га) превышает показатели пропашного звена на 1,98 т/га. В целом обменная энергия травопольного звена севооборота на 2,17 ГДж/га больше пропашного и составила 13,43 ГДж/га.

Ключевые слова: травопольный севооборот, сельскохозяйственные культуры, плотность почвы, структурно-агрегатный состав почвы, биологическая активность почвы, продуктивность, энергетическая эффективность

Для цитирования: Мамиев Д.М. Агрофизические свойства почвы в зависимости от культур травопольного севооборота. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 84–87. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-84-87>

© Мамиев Д.М.

Agrophysical properties of soil depending on crops of grass field crop root summary

ABSTRACT

Relevance. The agrophysical state of the soil is essential for the successful development of agricultural production. The purpose of the study is to study the influence of grass-field crop rotation on the agrophysical, biological properties of soil fertility and crop productivity in the forest-steppe zone of North Ossetia — Alania.

Methodology. The studies were carried out in 2020–2022 in the field stationary crop rotation of the in the conditions of the forest-steppe zone of the North Ossetia — Alania. The soil of the experimental plot is represented by leached chernozems on pebbles. Bookmarking experiments, phenological observations, statistical processing of the data obtained was carried out according to generally accepted methods.

Results. It was found that at the beginning of the growing season, the lumpy fraction under crop rotation varied from 13.34 to 49.45%, in the macrostructure — from 48.42 to 81.77%, for an aggregate 0.25 mm thick — from 1.77 up to 7.99%. By the end of the growing season, the proportion of dusty fraction under winter wheat decreased from 8.01 to 1.09%. The structural coefficient varied from 2.22% (corn) to 2.49% (oats + clover). Studies have shown that the studied soil has a good structure, since it contains from 46.0 to 66.2% of water-stable aggregates. On crops of oats + clover (average (0–30 cm) soil layer), the soil density was 0.95 g/cm³ at the beginning of the growing season, 1.19 g/cm³ — during the period of intensive growth, 1.22 g/cm³ — in the end of the growing season. This trend is manifested in all crop rotation crops. It should be noted that grass links are more productive, where the collection of fodder units (16.37 t/ha) exceeds the indicators of the tilled link by 1.98 t/ha. In general, the exchange energy of the grass-field link of the crop rotation turned out to be 2.17 GJ/ha more than the tilled one and amounted to 13.43 GJ/ha.

Key words: grass-field crop rotation, agricultural crops, soil density, structural-aggregate composition of soil, soil biological activity, productivity, energy efficiency

For citation: Mamiev D.M. Agrophysical properties of soil depending on crops of grass field crop root summary. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 84–87 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-84-87>

© Mamiev D.M.

Введение/Introduction

В настоящее время в структуре севооборотов Республики Северная Осетия — Алания основное место занимают экономические выгодные культуры: в степной зоне — озимая пшеница, в предгорной — кукуруза на зерно и частично картофель. Ежегодное возделывание этих культур приводит к ухудшению агрофизических свойств почв и их истощению, поэтому севооборот необходимо конструировать, а не просто организовывать и использовать [1, 2].

Севообороты входят в систему земледелия. В агрономии среди агротехнических приемов севооборота играют первостепенную роль. Культура земледелия с каждым годом повышается на фоне научного применения минеральных удобрений, регуляторов роста, качественной обработки почвы, защиты растений от временного воздействия вредителей, болезней, вредителей и сорняков [3, 4].

При правильном чередовании сельскохозяйственных культур ежегодно повышается урожайность. Научно обоснованная структура посевных площадей является основой севооборотов. В севооборотах, в которых чередуются пропашные культуры с культурами сплошного сева, уменьшение нитратов связано с потреблением их культурами и разложением корневой системы [5].

В значительной степени агрофизические свойства почвы составляют ее плодородие. Основной показатель состояния почвы — ее плотность. Плотность почвы влияет на водный, воздушный и тепловой режим почвы, на интенсивность микробиологических процессов в почве и в конечном итоге на урожайность [6, 7].

Причина невысоких урожаев сельскохозяйственных культур — их возделывание на уплотненной почве, которая зависит от влажности почвы, нарушения обмена почвенного и атмосферного воздуха, кислородного баланса в почве, что затрудняет дыхание корней. При увеличении плотности почвы урожайность сельскохозяйственных культур снижается из-за недостатка кислорода в почве и избытка углекислого газа, в результате чего снижается активность почвы [8, 9].

Физическое состояние почвы определяется тем, что при благоприятном водно-воздушном режиме усиливается развитие микроорганизмов в почве, которые способствуют усвоению питательных веществ и (для растений) улучшают условия питания [10, 11].

В связи с этим актуальной задачей в современном сельскохозяйственном производстве является разработка эффективных и высокопродуктивных севооборотов.

Цель исследования — выявить действие культур травопольного севооборота на физические, биологические показатели почв и на продуктивность культур в лесостепной зоне Республики Северная Осетия — Алания.

Задачи исследования — изучить структурно-агрегатный состав почвы, определить объемную массу, пористость почвы под культурами севооборота, выявить общую биологическую активность почвы и действие культур севооборота на их урожайность.

Материалы и методы исследования /

Materials and methods

Исследования проводились в 2020–2022 гг. в поле-вом стационарном севообороте Северо-Кавказского

научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства — филиала Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук» в условиях лесостепной зоны Республики Северная Осетия — Алания.

Почва опытного участка представлена черноземами, выщелоченными на галечнике, отличается большим содержанием валовых и доступных запасов азота и фосфора. По содержанию подвижного калия — среднеобеспечена (по сравнению с другими почвами). В пахотном слое содержится от 3,3 до 4,7% гумуса. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах нейтральная. Норма осадков, выпадающих за год, составляет 748 мм. Сезонная их динамика постепенно нарастает от зимы к лету, достигая максимума в июне (143 мм), в дальнейшем выпадение осадков снижается, достигая минимума в декабре — феврале (20–27 мм). Относительная влажность воздуха в зоне за вегетационный период — около 74%.

Схема опыта

1. Овес + многолетние травы (на зеленую массу).
2. Многолетние травы (на зеленую массу).
3. Озимая пшеница.
4. Картофель.
5. Кукуруза.

Опыт размещен методом организованных повторений, повторность опыта — трехкратная. Варианты размещались методом пробных делянок. Форма делянки — прямоугольная, общая площадь делянки — 240 м², учетная — 186 м².

Закладку полевых опытов и статистическую обработку экспериментальных данных проводили по Методике полевого опыта¹ с использованием компьютерных программ Microsoft Office Excel (США).

Плотность почвы определяли согласно ГОСТ 5180-2015². Структурно-агрегатный состав почвы и водопропускность агрегатов проводили методом сухого и мокрого просеивания по Н.И. Саввинову⁴, общую биологическую активность почвы — по методике Е.Н. Мишустина, А.Н. Петровой⁴, методом разложения льняного полотна. Степень распада и убыли сухого веса льняной ткани учитывали через каждые 30 (1-й срок), 60 (2-й срок), 90 (3-й срок) дней.

Уборка урожая осуществлялась ручным способом.

Обменную энергию определяли расчетным методом, используя коэффициенты, предложенные Ж. Аксельсоном³.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В лесостепной зоне Республики Северная Осетия — Алания изучено влияние культур травопольного севооборота на агрофизические, биологические свойства и продуктивность культур.

Одно из основных морфологических свойств почвы — ее структура. Она определяет состояние структуры пахового слоя, его водные, физико-механические и технологические свойства. Структура почвы определяется взаимосвязью различных размеров почвенных агрегатов. Отмечается, что структура почвы изменяется в зависимости от выращивания сельскохозяйственных культур [12].

¹ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Книга по Требованию. 2013; 349.

² ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.

³ Махаев Е.А., Первов Н.Г., Пузанова В.В., Аникин А.С. Методика расчета обменной энергии в кормах на основе содержания сырых питательных веществ. Дубровицы. 2008; 30.

⁴ Адиньяев Э.Д., Абаев А.А., Адаев Н.Л. Учебно-методическое руководство по проведению исследований в агрономии // Владикавказ. 2013; 649.

В начале вегетационного периода глыбистая фракция под культурами севооборота изменялась от 13,34 до 49,45%, в макроструктуре — от 48,42 до 81,77%, на агрегат толщиной 0,25 мм — от 1,77 до 7,99%. По кукурузе (в начале вегетационного периода) на долю глыбистой фракции вышло 49,45%, к концу вегетационного периода этот показатель снизился до 23,91%. Такая же тенденция наблюдалась и у картофеля. Между клевером и озимой пшеницей сложилась иная картина: в начале вегетации глыбистая фракция составила 15,21% и 13,35%, к концу вегетации она возросла на 23,98% и 28,58%. В конце вегетационного периода доля пылеватой фракции под озимой пшеницей снизилась с 7,96 до 1,05%, что стало самым низким показателем. Среди культур овес + клевер и клевер это значение составило, соответственно, 3,52% и 3,76% (в конце вегетации) и 6,87% и 2,69% (в начале вегетации). На посадках картофеля доля данной фракции снизилась с 4,3 до 3,89%. Пылеватая фракция на посевах кукурузы выросла с 1,77 до 5,6%. Коэффициент структурности варьировал от 2,22% (кукуруза) до 2,49% (овес + клевер).

На структуру почвы положительное влияние оказали посеы сплошного сева (клевер, озимая пшеница), а пропашные культуры (кукуруза, картофель) в этом отношении оценивались негативно.

Исследования показали, что изучаемая почва имеет хорошую структуру, так как в ней содержится от 46 до 66,2% водопрочных агрегатов. Объемная масса в зависимости от сроков и глубины взятия образцов почвы была разной по изучаемым культурам. Объемная масса к концу вегетационного периода увеличивалась. Средняя плотность почвы между всеми культурами была оптимальной в течение всего периода исследований.

За годы исследований на посевах овес + клевер (в среднем (0–30 см) слое почвы) плотность почвы была 0,95 г/см³ в начале вегетационного периода, 1,19 г/см³ — в период интенсивного роста, 1,22 г/см³ — в конце вегетации. Эта тенденция проявляется во всех культурах севооборота (табл. 1).

Установлено, что наиболее высокие показатели общей пористости в начале вегетации отмечены под культурами овес + клевер (57,5 %), клевер (57,6%) и картофель (58,8%), а в конце вегетации — под клевером (57,1%) и картофелем (59,6%). В посевах многолетних трав твердая фаза в начале вегетации была на уровне 42,4–42,5%, а к концу вегетации она варьировала в пределах 42,9–43,5%. Показатель капиллярной пористости под этими культурами в начале вегетации колебался в пределах 44,8–46%, а в конце — 44,9–46,3%.

Выявлено, что от начала вегетации к середине пористость увеличивалась. Это связано с развитием корневых систем растений, а также с поверхностными обработками в посевах пропашных культур. При снижении

Рис. 1. Влияние культур севооборота на биологическую активность почвы в предгорной лесостепной зоне Республики Северная Осетия — Алания, %

Fig. 1. The influence of crop rotation crops on the biological activity of the soil in the foothill forest–steppe zone of the Republic of North Ossetia — Alania, %



Таблица 2. Продуктивность и энергетическая ценность культур севооборота в предгорной лесостепной зоне Республики Северная Осетия — Алания

Table 2. Productivity and energy value of crop rotation crops in the foothill forest–steppe zone of the Republic of North Ossetia — Alania

Вариант	Урожай, т/га	Сбор кормовых единиц, т/га	Обменная энергия, ГДж/га
Овес + клевер	26,4	5,28	3,96
Клевер	29,8	5,96	4,47
Озимая пшеница	4,20	5,33	4,75
Картофель	21,4	5,35	4,92
Кукуруза	4,90	5,59	6,34
НСР _{0,5}		0,12	0,35

общей пористости сокращался объем как капиллярных, так и некапиллярных пор.

Исследования биологических показателей плодородия выщелоченного чернозема показали, что на активность разложения целлюлозы влияют увлажнение, аэрация почвы, биология культуры, минеральные удобрения, особенности агротехники (рис. 1).

Установлено, что согласно шкале, оценивающей разложение целлюлозы, интенсивность разложения на выщелоченном черноземе слабая. Максимальная убыль льняной ткани за 90 суток экспозиции во все годы исследований отмечена под посевами пропашных культур (картофеля — 27%, кукурузы — 26,3%). Менее интенсивно разложение шло под посевами клевера второго года жизни (20,2%).

Итоговым показателем, определяющим эффективность различных полевых севооборотов, является урожайность культур, входящих в севооборот (табл. 2).

Зеленая масса овес + клевер составила 26,4 т/га, клевера 2-го года жизни — 29,8 т/га, урожай зерна озимой пшеницы — 4,2 т/га, кукурузы — 4,9 т/га, картофеля — 21,4 т/га.

Установлено, что наибольший выход кормовых единиц был отмечен по кукурузе (5,59 т/га) и на посевах клевера (5,96 т/га), на посевах овес + клевер сбор кормовых единиц составил 5,28 т/га, озимой пшеницы — 5,33 т/га, на посадке картофеля — 5,35 т/га.

Следует отметить, что более продуктивные травяные звенья, где сбор кормовых единиц (16,37 т/га) превышает показатели пропашного звена (на 1,98 т/га).

Таблица 1. Строение пахотного слоя почвы в лесостепной зоне Республики Северная Осетия — Алания

Table 1. The structure of the arable soil layer in the forest–steppe zone of the Republic of North Ossetia — Alania

Чередование культур	Пористость (начало вегетации), %			Пористость (конец вегетации), %		
	общая	капиллярная	некапиллярная	общая	капиллярная	некапиллярная
Овес + клевер	57,5	46,0	11,5	56,5	46,3	10,2
Клевер	57,6	44,8	12,8	57,1	44,9	12,2
Озимая пшеница	55,9	45,4	10,5	53,8	42,6	11,2
Картофель	58,8	40,1	18,7	59,6	40,0	19,6
Кукуруза	55,0	43,0	12,0	53,1	39,9	13,2

По обменной энергии возделываемых культур и звена севооборота преимущество имел травопольный. Наиболее высокие показатели обменной энергии в травопольном звене севооборота были по клеверу (4,47 ГДж/га), а в пропашном звене — по кукурузе на зерно (6,34 ГДж/га). В целом обменная энергия травопольного звена севооборота оказалась на 2,17 ГДж/га больше пропашного и составила 13,43 ГДж/га.

Выводы/Conclusion

Установлено, что в лесостепной зоне Республики Северная Осетия — Алания наибольшее влияние

на агрофизические свойства почвы в пятипольном травопольном севообороте оказывали культуры сплошного сева (клевер и озимая пшеница), а пропашные культуры (кукуруза и картофель) уступают по данным показателям. Коэффициент структурности почвы варьировал от 2,22% (кукуруза) до 2,49% (овес + клевер).

Выявлено, что более продуктивны травяные звенья, где сбор кормовых единиц (16,37 т/га) превышает показатели пропашного звена (на 1,98 т/га). Обменная энергия травопольного звена севооборота оказалась на 2,17 ГДж/га больше пропашного и составила 13,43 ГДж/га.

Автор несет ответственность за работу, представленные данные и ответственность за плагиат.

The author is responsible for the work, the data presented and responsibility for plagiarism.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мамиев Д.М., Кумсиев Э.И., Шалыгина А.А. Структура севооборотов для горной зоны Республики Северная Осетия — Алания в адаптивно-ландшафтном земледелии. *Научная жизнь*. 2014; (6): 72–76. <https://elibrary.ru/tlccgl>
2. Кумсиев Э.И., Мамиев Д.М. Экологические проблемы горных ландшафтных экосистем Северного Кавказа. *Научная жизнь*. 2014; (4): 77–80. <https://elibrary.ru/tdvqnh>
3. Савенков В.П. Зависимость продуктивности и экономической эффективности плодосменного севооборота от различных систем основной обработки почвы. *Вестник КрасГАУ*. 2023; (1): 3–8. <https://elibrary.ru/aodxxy>
4. Чибис В.В. Особенности формирования полевых севооборотов для органического земледелия в условиях лесостепи Западной Сибири. *Вестник КрасГАУ*. 2022; (5): 51–57. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-5-51-57>
5. Чебоचाков Е.Я., Муртаев В.Н. Эффективность почвозащитной системы земледелия в условиях освоения залежных земель в Приенисейской Сибири. *Вестник КрасГАУ*. 2020; (4): 66–73. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-4-66-73>
6. Юшкевич Л.В., Чибис В.В. Особенности формирования полевых севооборотов в условиях лесостепи Западной Сибири. *Вестник КрасГАУ*. 2021; (9): 3–9. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-9-3-9>
7. Дмитриев Н.Н. Агроэкономическая эффективность плодосменных севооборотов с сидерацией и фитомелиорацией. *Вестник ИргСХА*. 2020; 101: 14–22. <https://elibrary.ru/spbkek>
8. Боинчан Б.П. Эффективность севооборотов и бессменных посевов в Республике Молдова. *Плодородие*. 2022; (1): 32–38. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.124.09>
9. Колмыков А.В. Севообороты как организационно-территориальная основа повышения эффективности использования земель. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2010; (3): 116–121. <https://elibrary.ru/zrvxun>
10. Карабутов А.П., Соловichenko В.Д., Никитин В.В., Наволнева Е.В. Воспроизводство плодородия почв, продуктивность и энергетическая эффективность севооборотов. *Земледелие*. 2019; (2): 3–8. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2019-10201>
11. Винокуров И.Ю., Ильин Л.И., Коновалова Л.К., Чернов О.С., Корчагин А.А. Эффективность севооборотов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия на почвах Владимирского ополья. *Достижения науки и техники АПК*. 2018; 32(10): 54–56. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-11012>
12. Адиньяев Э.Д., Кучиев С.Э., Басиева Л.Ж. Динамика агрегатного состава почвы под различными культурами в горной зоне Северной Осетии. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2010; 47(2): 10–13. <https://elibrary.ru/nczpiil>

ОБ АВТОРАХ

Дмитрий Маирбекович Мамиев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела адаптивно-ландшафтного земледелия, Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства — филиал Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», d.mamiev@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-6057-3511>

ул. Вильямса, 1, с. Михайловское, Республика Северная Осетия — Алания, 363110, Россия

REFERENCES

1. Mamiev D.M., Kumsiev E.I., Shalygina A.A. Structure of crop rotations for the mountain zone of the Republic of North Ossetia — Alania in adaptive and landscape agriculture. *Scientific life*. 2014; (6): 72–76 (In Russian). <https://elibrary.ru/tlccgl>
2. Kumsiev E.I., Mamiev D.M. Ecological problems of mountain landscape ecosystems of North Caucasus. *Scientific life*. 2014; (4): 77–80 (In Russian). <https://elibrary.ru/tdvqnh>
3. Savenkov V.P. Dependence of crop rotation productivity and economic efficiency on various basic tillage systems. *Bulletin of KSAU*. 2023; (1): 3–8 (In Russian). <https://elibrary.ru/aodxxy>
4. Chibis V.V. The field crop rotations formation features for organic farming in the Western Siberia forest-steppe conditions. *Bulletin of KSAU*. 2022; (5): 51–57 (In Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-5-51-57>
5. Chebochakov E.Ya., Murtaev V.N. The efficiency of soil-protective system of farming in the development of fallow lands in the Yenisei Siberia. *Bulletin of KSAU*. 2020; (4): 66–73 (In Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-4-66-73>
6. Yushkevich L.V., Chibis V.V. Field crop rotations formation features in the Western Siberia forest steppe. *Bulletin of KSAU*. 2021; (9): 3–9 (In Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-9-3-9>
7. Dmitriev N.N. Agro-economic efficiency of fruit crop rotations with sideration and phytomelioration. *Vestnik IrgSCHA*. 2020; 101: 14–22 (In Russian). <https://elibrary.ru/spbkek>
8. Boinchan B.P. Efficiency of cropped rotations and permanent crops in the Republic of Moldova. *Plodorodie*. 2022; (1): 32–38 (In Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.124.09>
9. Kolmykov A.V. Crop rotations as an organizational and territorial basis for improving the efficiency of land use. *Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy*. 2010; (3): 116–121 (In Russian). <https://elibrary.ru/zrvxun>
10. Karabutov A.P., Solovichenko V.D., Nikitin V.V., Navolneva E.V. Reproduction of Soil Fertility, Productivity and Energy Efficiency of Crop Rotations. *Zemledelie*. 2019; (2): 3–8 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2019-10201>
11. Vinokurov I.Yu., Ilyin L.I., Konovalova L.K., Chernov O.S., Korchagin A.A. Efficiency of Crop Rotations in Adaptive-Land-landscape Farming Systems in the Vladimir Opolie Region. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2018; 32(10): 54–56 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-11012>
12. Adinyaev E.D., Kuchiev S.E., Basieva L.Zh. Dynamics of the aggregate composition of the soil under various crops in the mountainous zone of North Ossetia. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2010; 47(2): 10–13 (In Russian). <https://elibrary.ru/nczpiil>

ABOUT THE AUTHORS

Dmitry Mairbekovich Mamiev, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Department of Adaptive Landscape Agriculture, North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture — branch of the Federal Center «Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», d.mamiev@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-6057-3511>

1 Williams Str., Mikhailovskoye village, Republic of North Ossetia — Alania, 363110, Russia

Н.В. Гриц ✉
Р.А. Ростовцев
А.В. Диченский

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

✉ n.gritz@fncl.ru

Поступила в редакцию:
24.03.2023

Одобрена после рецензирования:
14.09.2023

Принята к публикации:
27.09.2023

Nadezhda V. Grits ✉
Roman A. Rostovtsev
Alexander V. Dichensky

Federal Scientific Center of Bast Cultures,
Tver, Russia

✉ n.gritz@fncl.ru

Received by the editorial office:
24.03.2023

Accepted in revised:
14.09.2023

Accepted for publication:
27.09.2023

Использование элементов точного сельского хозяйства для получения климатически обоснованной урожайности сельскохозяйственных культур в специализированных севооборотах

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Точное сельское хозяйство обладает потенциалом для обеспечения более совершенного и устойчивого производства продовольствия. Под этим термином подразумевается применение различных технических и программных средств для сбора, анализа и применения информации о состоянии агроценозов и реализации механизмов их корректировки непосредственно на поле. В настоящее время на рынке множество программных продуктов, которые предлагают «оцифровать» производственные процессы в АПК. Чаще всего это включает составление электронных карт полей и (на их основе) проведение дифференциации посева и внесения удобрений и ядохимикатов.

Методы. Использован широкий спектр полевых, статистических и аналитических методов.

Результаты. Проанализированы данные о возможности и эффективности применения различных элементов цифровых технологий в точном земледелии в странах с различным уровнем развития как сельского хозяйства, так и IT-технологий. Изучены возможности применения одной из цифровых агроплатформ при возделывании культур в специализированном севообороте. Представлены данные проведения эксперимента с льном-долгунцом и райграсом однолетним на оцифрованном поле и при использовании модернизированной техники. Выявлены в реальных полевых условиях особенности работы алгоритмов модулей информационно-аналитической системы управления растениеводством для специализированных севооборотов с участием льна-долгунца.

Ключевые слова: цифровизация АПК, точное сельское хозяйство, информационно-аналитическая система, цифровая агроплатформа, мониторинг технологических операций, электронная технологическая карта, климатически обеспеченная урожайность

Для цитирования: Гриц Н.В., Ростовцев Р.А., Диченский А.В. Использование элементов точного сельского хозяйства для получения климатически обоснованной урожайности сельскохозяйственных культур в специализированных севооборотах. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 88–94. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-88-94>

© Гриц Н.В., Ростовцев Р.А., Диченский А.В.

The use of elements of digital agriculture to obtain climate-based crop yields in specialized crop rotations

ABSTRACT

Relevance. Precision agriculture has the potential to provide better and more sustainable food production. This term means the use of various technical and software tools for collecting, analyzing and applying information about the state of agroecosystems and implementing mechanisms for their correction directly on the field. Currently, there are many software products on the market that offer to «digitize» production processes in the agro-industrial complex. Most often, this includes the compilation of electronic maps of fields and (based on them) the differentiation of sowing and application of fertilizers and pesticides.

Methods. A wide range of field, statistical and analytical methods were used.

Results. The data on the possibility and effectiveness of using various elements of digital technologies in precision agriculture in countries with different levels of development of both agriculture and IT technologies are analyzed. The possibilities of using one of the digital agricultural platforms in the cultivation of crops in a specialized crop rotation have been studied. The data of conducting an experiment with flax and annual ryegrass on a digitized field and using modernized equipment are presented. The features of the algorithms of the modules of the information and analytical plant management system for specialized crop rotations with the participation of flax are revealed in real field conditions.

Key words: digitalization of the agro-industrial complex, precision agriculture, information and analytical system, digital agro platform, monitoring of technological operations, electronic technological map, climatically secured yield

For citation: Grits N.V., Rostovtsev R.A., Dichensky A.V. The use of elements of digital agriculture to obtain climate-based crop yields in specialized crop rotations. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 88–94 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-88-94>

© Grits N.V., Rostovtsev R.A., Dichensky A.V.

Введение/Introduction

Повышенное внимание к теме цифрового сельского хозяйства со стороны государства и высокая конкуренция способствуют применению аграрными производителями новых технологических механизмов и методов работы, которые основаны на использовании интернет-технологий, спутниковой навигации, робототехники, датчиков и сенсоров, беспилотных транспортных средств. Для повышения эффективности и устойчивости отрасли растениеводства необходима цифровизация как систем производства продукции, так и процессов принятия решений на всех уровнях управления. По данным исследований, проведенных Г.С. Клычовой и другими, диджитализация сельскохозяйственных процессов позволяет повысить урожайность, продуктивность и эффективность использования материальных ресурсов, техники и человеческого потенциала [1]. При этом в отечественном сельском хозяйстве до 70% сельскохозяйственных предприятий работают по экстенсивной технологии производства сельскохозяйственной продукции, не осуществив переход на интенсивные или высокоинтенсивные технологии [2].

Точное земледелие в настоящее время использует интеграцию новых сельскохозяйственных технологий и высокоточного позиционирования на основе технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), а также дифференцированную высокоэффективную и экологически безопасную сельскохозяйственную деятельность на полях, основанную на подробной информации о химических и физических характеристиках каждого из них, что приводит к необходимости интеграции огромного количества информации, которая может быть обработана только технологиями искусственного интеллекта (ИИ), требующими достаточного количества структурированных и надежных данных [3].

Особое внимание уделяется необходимости комплексного использования цифровых технологий и ИИ для создания интеллектуальных интегрированных систем (ИИС) сельскохозяйственного производства. Как показывают исследования, активнее всего IT-технологии применяются в полевом земледелии при выращивании зерновых культур. Так, учеными Кабардино-Балкарской Республики разработана концепция ИИС «Умное поле» для производства семенной и товарной кукурузы, работа которой должна быть основана на использовании множества сенсоров, в том числе устанавливаемых на мобильной технике, и которая в случае положительной апробации может быть с незначительными доработками адаптирована и для производства другой растениеводческой продукции [4].

Новыми направлениями в цифровизации АПК являются создание и использование цифровых двойников. Учеными Самарского федерального исследовательского центра РАН разрабатывается концепция цифрового двойника растений — системы поддержки принятия агрономических решений для внедрения технологий точного земледелия. Цифровой двойник растений позволяет на основе климатических и почвенных данных с полей прогнозировать и моделировать состояние растений и выдавать рекомендации по обработке посевов [5].

Развитие точного земледелия, в свою очередь, требует более совершенной методологической и инструментальной базы информационного обеспечения новых технологий. За последнее десятилетие (в том числе в РФ) создано и апробировано множество программно-математических инструментов исследования влияния сложности и контрастности почвенного покрова на

продуктивность различных сельскохозяйственных культур, возделываемых с применением цифровых технологий точного земледелия. Учеными в результате апробации функционала одной из интеллектуальных систем поддержки, выработки и реализации агротехнологических решений на основе разнородных данных и проблемно-ориентированных знаний сделаны выводы о росте урожайности и улучшении качества растениеводческой продукции на фоне снижения агрохимической нагрузки на окружающую среду на 35–60% и повышения окупаемости удобрений и средств защиты растений в 1,5–1,7 раза. Например, применение дифференцированного внесения азотных удобрений по технологии точного земледелия способствует повышению урожайности в среднем за годы исследований на 29%, а экономия удобрений составила около 26% [6, 7].

Важнейшими факторами, зачастую определяющими эффективность функционирования сельскохозяйственных предприятий, являются региональные особенности, обуславливающие количество площадей, пригодных для возделывания сельскохозяйственных культур, и климатические условия, оказывающие непосредственное влияние на возделывание и уборку сельскохозяйственных культур.

По мнению Ф.А. Киприянова, применение автоматизированных погодных сервисов позволит не только оперативно оценивать текущую климатическую ситуацию, но и проводить оценку возможности внедрения новых сельскохозяйственных культур с дальнейшим формированием агроклиматической карты сельскохозяйственного предприятия, являющейся одним из условий реализации адаптивно-ландшафтного земледелия [8].

ИИ использовался учеными при оценке урожайности сельскохозяйственных культур в штате Тамилнад (Индия) с 2000 по 2015 год в зависимости от влияния различных факторов: характера осадков, показателей азота, фосфора, калия, температуры, влажности и значений pH почвы. Проводился сравнительный анализ различных алгоритмов и рекомендована к внедрению модель XGBoost для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур на основе параметров, учитывающих качество почвы, и обеспечивающая общую точность тестирования 99,318%. Комплексный подход, разработанный для оценки устойчивости сельскохозяйственных культур с использованием контролируемых алгоритмов, помогает повысить урожайность, сокращает ручную работу, время, затрачиваемое на различные сельскохозяйственные мероприятия, и получить рекомендуемый урожай на основе заданных параметров почвы [9, 10].

С внедрением цифровых технологий в сельскохозяйственное производство всё более востребованными становятся учет внешних условий, формирование базы данных метеорологических параметров и прогнозирование динамики вегетативного процесса возделываемых культур. Элементы точного земледелия могут быть реализованы на основе использования автоматических метеостанций. В частности, учеными Орловского ГАУ разработана методика оценки влияния на продукционный процесс некоторых почвенно-климатических параметров, предоставляемых автоматической метеостанцией, в комплекте с выносным модулем. Данный алгоритм предлагается для использования в качестве методики прогнозирования вегетационных процессов растений с использованием датчиков метеостанции «Сокол-М» [11].

Федеральный научный центр лубяных культур является оригинатором многих сортов льна-долгунца,

возделываемых на территории РФ, где разрабатываются уникальные сортовые технологии возделывания льна, в том числе по его выращиванию в специализированных севооборотах.

Учеными Федерального научного центра лубяных культур совместно со специалистами АО «Научно-исследовательский институт информационных технологий» (г. Тверь) с 2020 года проводится опытное испытание элементов информационно-аналитической системы управления ресурсосберегающим производством продукции растениеводства «Ваш урожай», в функционировании которой заложены интеллектуальные алгоритмы формирования севооборотов, программирования климатически обоснованной урожайности сортов культур, прогноза и предупреждения рисков в технологическом процессе, формирования технологических карт, расчета и корректировки норм внесения удобрений на основе данных оцифровки полей и выбранной технологии возделывания [12].

Цель исследований — апробация работы модулей информационно-аналитической системы управления ресурсосберегающим производством продукции растениеводства — агроплатформы «Ваш урожай» (АО «Научно-исследовательский институт информационных технологий», Россия) при реализации производственно-адаптированных технологий возделывания льна-долгунца на семена и однолетних трав в специализированном севообороте в условиях Верхневолжья.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводились в серии экспериментов на опытном поле Института льна — обособленного структурного подразделения Федерального научного центра лубяных культур в Торжке в 2020–2022 годах.

В качестве объектов исследования были выбраны модули информационно-аналитической системы управления ресурсосберегающим производством продукции растениеводства «Ваш урожай»¹, отвечающие за выбор сорта сельскохозяйственных культур, программирование урожайности, расчет дифференцированного внесения макро- и микроудобрений, многолетние травы (два года пользования) — клевер луговой Макаровский и тимopheевка луговая Нарымская, лен-долгунец Факел (авторство — Федеральный научный центр лубяных культур), а также райграс однолетний Викинг.

Работа модулей агроплатформы «Ваш урожай» основана на математических моделях урожайности сельскохозяйственных культур, при составлении которых учитывались принципы программирования урожайности, заложенные М.К. Каюмовым² и другими, и балансовый метод расчета доз внесения минеральных удобрений.

Для проведения эксперимента применяли карты полей в электронном kml-формате, которые объединяют координаты границ элементарных участков, сведения о содержании питательных элементов в их пределах. Технологические карты возделывания льна-долгунца, многолетних и однолетних трав, сформированные под

изучаемые сорта культур, и карты-задания в csv-формате, позволяющие проводить точное дифференцированное внесение твердых и жидких удобрений. Файлы в kml- и csv-форматах читаются при помощи программы или приложения Google «Планета Земля» (Google LLC, США).

В ходе эксперимента были определены площадь и координаты границ опытного участка с использованием приложения карты от Mapnitude (Mapnitude Co., Ltd, США), а затем (на основании данных агрохимического обследования почвы) проведена разбивка его на элементарные участки. В результате такой «оцифровки» на общей площади поля в 24 га были выделены 22 элементарных участка, из которых для проведения данного опыта было выбрано 16 (табл. 1) общей площадью 2,5 га.

При составлении и подборе технологических операций по внесению удобрений под базовую культуру севооборота лен-долгунец и выборе видов удобрений за основу брали результаты агрохимического обследования данного участка (табл. 1).

Почвы местности, где проводился эксперимент, характеризуются высоким содержанием *P* в подвижных формах и повышенной кислотностью, что позволяет не использовать фосфорсодержащие удобрения. Однако ввиду труднодоступности для растений форм *P*, содержащихся в почве, в технологии возделывания обозначено внесение стартовой дозы из расчета 1 ц/га «Азофоски». По содержанию *K* почвы относятся к слабообеспеченным, что компенсируется применением калийсодержащих удобрений. При анализе данных агрохимического обследования по содержанию микроэлементов было выявлено, что по степени обеспеченности *Zn* почвы опытного участка относятся к бедным (по Я.В. Пейве), а по содержанию *B* — к средним (по Г.Я. Ринькису), при возделывании льна-долгунца в целях сохранения иммунного статуса растений необходимо восполнение недостатка данных микроэлементов. В качестве удобрений, вносимых по дифференцированной схеме в опыте, применялись *KCl* (60%) и микроэлементный препарат «АгроНАН» (Беларусь). Таким образом, применение минеральных удобрений осуществлялось до посева основной культуры, а микроэлементный препарат вносился в подкормку по листу.

Таблица 1. Расположение и агрохимическая характеристика элементарных участков

Table 1. Location and agrochemical characteristics of elementary plots

№ варианта	№ точки	Координаты точек		pH	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	B, мг/кг	Zn, мг/кг	Гумус, %
1	7	57,04519286	35,04426817	4,6	142	92	0,4	0,82	2,15
2	8	57,04583236	35,0424021	4,81	200	52	0,4	0,82	1,95
3	9	57,04594402	35,04518254	4,65	128	78	0,3	0,88	1,79
4	10	57,04658352	35,04329781	4,62	120	90	0,3	0,88	2,05
5	11	57,04675608	35,04591031	4,75	120	64	0,54	0,82	1,85
6	12	57,04735495	35,04421219	4,44	260	86	0,54	0,82	3,04
7	13	57,04806547	35,04505192	4,34	114	40	0,57	0,81	0,93
8	14	57,04757826	35,04669406	4,52	114	34	0,57	0,81	1,69
9	15	57,04826848	35,04770173	4,67	128	86	0,32	0,64	1,11
10	16	57,04888763	35,04592897	4,48	120	61	0,32	0,64	1,84
11	17	57,04903988	35,04844816	4,72	120	34	0,58	0,98	2,15
12	18	57,04961842	35,04678736	4,64	274	40	0,58	0,98	2,26
13	19	57,04981127	35,04936253	4,48	50	76	0,25	0,6	2,43
14	20	57,05039995	35,04772039	4,61	170	48	0,25	0,6	2,51
15	21	57,05044055	35,05007164	4,66	140	64	0,33	0,63	2,05
16	22	57,05093787	35,04841084	4,48	338	74	0,33	0,63	1,87

¹ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ от 12.11.2020 № 2020664357.

² Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур. М.: Росагропромиздат. 1989; 320.

Работа модуля агроплатформы «Ваш урожай», применяемого для дифференцированного внесения удобрений, основана на системе мониторинга движения техники и оборудования по территории опытного участка при помощи сервиса Wialon (Gurtam, Литва). Протоколы электронного взаимодействия системы позволяют трансформировать элементы данной технологической карты применительно к устройствам привода рабочих органов агрегатов. В качестве обратной связи система принимает данные мониторинга и позволяет внести корректировки в электронную технологическую карту.

Полученные данные подвергались статистической обработке по методике Б.А. Доспехова³.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В течение трех лет в полевых условиях на «оцифрованном» участке проводилось изучение особенностей работы цифровой агроплатформы — информационно-аналитической системы управления растениеводством в части применения функционала модулей: программирования урожайности сортов культур определенного звена севооборота в данных природно-климатических условиях; составления эколого-адаптивной, интенсивной технологии возделывания данных сортов культур; расчета и практического применения дифференцированного внесения удобрений.

Ключевым элементом использования возможностей информационно-аналитической системы является внесение информации о почвенно-климатических условиях местности, культурах, сортах и интенсивных технологиях их возделывания в конкретном регионе.

Алгоритмы системы позволяют экстраполировать технологию возделывания сорта культуры на конкретный участок местности. В данный блок работ входят логическое, научно обоснованное построение перечня технологических операций с заданными параметрами возделывания, сведенное в систему севооборотов, и создание в итоге электронной технологической карты. Каждой технологической операции система предлагает подбор технических средств и агрегатов из имеющихся на предприятии при соблюдении оптимальных технологических параметров.

Применение средств мониторинга позволяет отслеживать процесс передвижения машинно-тракторных агрегатов, задействованных в конкретной технологической операции, избегать технологических огрехов, перехлестов, а также контролировать несанкционированное расходование топливно-смазочных материалов.

Система позволяет применять новые, разрешенные к использованию удобрения, средства защиты растений в минимальных рекомендованных дозах, что дает возможность сокращать негативное воздействие на окружающую среду от применения агрохимикатов.

При выборе сортов для возделывания алгоритмы направлены на применение сорта культуры, районированного в соответствии с каталогом Госсортокмиссии⁴ и потенциально дающего максимальную урожайность на данной местности.

На опытном участке в 2020 году возделывалась многолетняя травосмесь (два года пользования), данные по продуктивности которой использовались авторами для определения пестроты почвенного плодородия и дальнейшей дифференциации внесения макроэлементов для ее снижения. Урожайность травосмеси при возделывании ее по ресурсосберегающей технологии варьировалась от 3 до 4,5 т/га сена (табл. 2) за один укос.

2020 год был очень нетипичным по метеорологическим условиям. В частности, это характеризовалось низким количеством осадков в зимний период, что явилось следствием недостатка запасов влаги в метровом слое почвы. Среднесуточные температуры в период активной вегетации трав (май — июнь) были ниже среднемноголетних и оптимальных. Таким образом, два фактора — недостаток продуктивной влаги и низкие суточные температуры в начале вегетации — привели к снижению уровня урожайности многолетних трав. При среднем значении урожайности 3,83 т/га была отмечена вариация отклонения от среднего (с -21,7 до 17,5%), что свидетельствует о ее значительной пестроте.

При этом авторы отметили достаточно значительные отклонения содержания K_2O на элементарных участках в разрезе общего участка (табл. 1). Содержание его варьировалось с 34 до 92 мг/кг почвы (при среднем значении 63,7 мг/кг). В итоге процент отклонения от среднего составлял от -46,6 до 41,3%, что также говорит о значительной пестроте содержания K .

Опираясь на полученные результаты, мы считаем выбранную систему дифференцированного внесения калийных удобрений обоснованной.

Дифференцированное внесение калийных удобрений проводилось согласно технологической карте в сентябре 2020 года. Стандартная доза внесения KCl для получения урожая семян льна-долгунца составляет 100 кг/га без дифференциации. Программное обеспечение цифровой агроплатформы позволило рассчитать дифференцированные по элементарным участкам дозы внесения данного удобрения (рис. 1) на основе

Таблица 2. Плановые и фактические показатели урожайности сельскохозяйственных культур

Table 2. Planned and actual indicators of crop yields

№ варианта	Урожайность многолетних трав (2020 г.), т/га	Урожайность льна-долгунца (2021 г.), т/га		Урожайность райграса однолетнего (2022 г.), т/га	
		плановая	фактическая	плановая	фактическая
1	4	0,43	0,466	5,5	5,21
2	3,8	0,43	0,412	5,5	5,17
3	3,8	0,43	0,452	5,5	5,08
4	4,3	0,43	0,439	5,5	5,12
5	3,5	0,43	0,428	5,5	5,1
6	4,5	0,43	0,425	5,5	5,05
7	3,3	0,43	0,445	5,5	5,07
8	3,4	0,43	0,428	5,5	4,98
9	3,1	0,43	0,471	5,5	5,03
10	3	0,43	0,484	5,5	5,16
11	4,3	0,43	0,465	5,5	5,12
12	4,3	0,43	0,431	5,5	5,09
13	4,3	0,43	0,459	5,5	5,01
14	4	0,43	0,43	5,5	5,14
15	4	0,43	0,47	5,5	5,17
16	3,9	0,43	0,476	5,5	5,12
	Среднее		0,45		5,10
	НСР ₀₅		0,1		1,14

³ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс. 2014; 351.

⁴ <https://reestr.gossortrf.ru/>

Рис. 1. Нормы *KCl* при дифференцированном внесении

Fig. 1. *KCl* norms for differentiated application

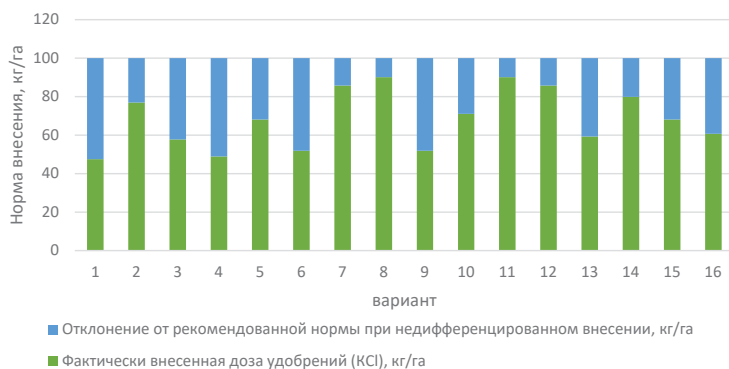
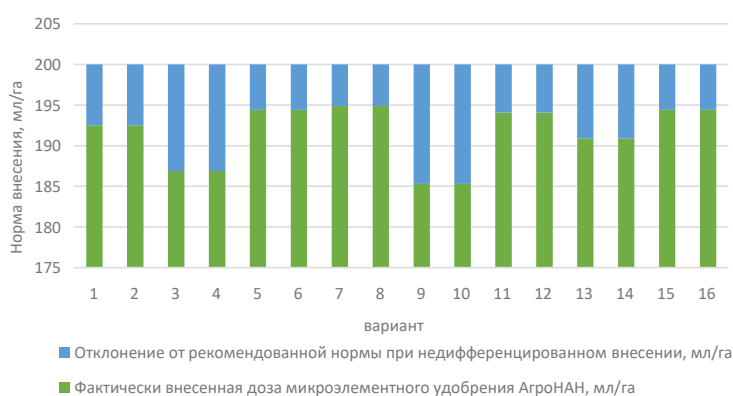


Рис. 2. Нормы удобрения «АгроНАН» при дифференцированном внесении

Fig. 2. Norms of fertilizer «AgroNAN» with differentiated application



содержания *K* в почве и с учетом его выноса планируем урожай.

Сформированные карты-задания на внесение удобрений передавались в бортовой компьютер трактора. В нашем случае предварительно была проведена модернизация агрегата путем размещения на тракторе дополнительного оборудования, способного обеспечить реализацию механизма дифференцированного внесения удобрений.

Анализируя данные, можно говорить о том, что рассчитанные при помощи алгоритмов агроплатформы дозы для дифференцированного внесения *KCl* ниже рекомендованной. Дифференциация применения данного агрохимиката во всех изучаемых вариантах способствовала сокращению расхода (на 9,86–52,49%). Применение макроэлементного удобрения в точных дозах позволяет сократить не только расход самого удобрения, но и прочие статьи затрат, связанные с его внесением. По факту при стоимости 1 кг *KCl* 46 рублей на 1 га посевной площади экономия составила 1,35 тыс. рублей. Помимо экономического эффекта, нельзя не отметить, что снижение дозы *KCl* для элементарных ячеек позволяет уменьшить угнетающее воздействие *Cl* на развитие растений.

На второй год полевой эксперимент предполагал возделывание семенного посева льна-долгунца Факел. С этой целью была сформирована сортовая технология возделывания, которая основывалась на данных об эффективном плодородии почв и необходимым количестве основных питательных элементов, для получения расчетной урожайности, в том числе с применением расчетных доз удобрений. Запланированная расчетная

урожайность семян для данного сорта льна на опытном участке составляла 0,42 т/га. В качестве фактора, лимитирующего получение максимальной урожайности сорта по расчетным данным, было выявлено значение биогидротермического потенциала.

Посев льна-долгунца Факел был проведен с одинаковой нормой (40 кг/га) на все элементарные участки 23 мая 2021 года в соответствии с разработанной технологией. Уборка проведена комбайновым способом 15 августа 2021 г. Vegetационный период соответствовал авторской характеристике сорта и составил 83 дня.

Информация о всех проводимых технологических операциях вносилась в цифровую агроплатформу, где из них была сформирована фактически реализованная технологическая карта, представляющая собой электронную версию технологии возделывания льна-долгунца Факел применительно к специализированному севообороту.

Применение микроэлементного удобрения «АгроНАН» позволило восполнить недостаток ключевых для развития растений льна-долгунца микроэлементов — *Zn* и *B*, которые влияют не только на урожайность, но и на качество получаемого семенного материала. Внекорневая подкормка препаратом «АгроНАН» проводилась дифференцированно по рассчитанным интеллектуальными механизмами агроплатформы дозам в фазу «елочки — начало бутонизации» (рис. 2).

Согласно инструкции по применению рекомендованная для льна норма внесения — 200 мл/га. Фактически внесенные по вариантам дозы препарата на элементарные участки меньше рекомендуемой (на 2,5–7,4%).

Результаты полевого эксперимента показывают, что полученная при возделывании по рекомендованной ФГБНУ ФНЦ ЛК технологии урожайность семян льна-долгунца Факел в среднем по вариантам опыта составила 0,45 т/га (табл. 2). По данным метеорологического наблюдения, погодные условия вегетационного периода 2021 года отличались от среднееголетних. В частности, комплексный агрометеорологический показатель — биогидротермический потенциал — превышал среднееголетний показатель, что явилось следствием увеличения урожайности семян льна-долгунца. При этом вариация урожайности по сравнению со средним значением находилась в пределах 0,412–0,484 т/га, процент отклонения от среднего не превышал 8,24%, что подтверждает правильность выбранной стратегии дифференцированного внесения калийных и микроэлементных удобрений.

На основании этого можно говорить об удаленном контроле и управлении посредством цифровой платформы реализации сортовой технологии возделывания льна-долгунца, что легло в основу научного обоснования алгоритмов работы модулей информационно-аналитической системы производства продукции растениеводства применительно к специализированным льняным севооборотам.

На третий год проведения исследований на опытном участке проведен учет урожая посеянного по научно обоснованной технологии райграса однолетнего

Викинг. Прогнозируемая урожайность данного сорта с учетом условий местности — 5,5 т/га. Посев проводился во II декаде мая, отрастание до первого укоса составило 56 дней — это соответствует характеристике сорта. Фактическая урожайность по элементарным участкам была однородной и в среднем составляла 5,1 т/га в пересчете на сено с влажностью 16% (табл. 2).

Интервал различий урожайности по вариантам местообитания — 5,01–5,21 т/га, а отклонения от среднего составляли не более 2,16%. Погодные условия 2022 года способствовали активному началу отрастания многолетних трав и успешному прорастанию, дружным всходам и развитию однолетних культур. Однако вторая половина вегетационного периода характеризовалась недостатком продуктивной влаги в почве, низким количеством осадков и повышенной температурой воздуха. Данная ситуация негативно отразилась на отавности и низкой урожайности второго укоса многолетних трав, ускоренном накоплении суммы активных температур и, следовательно, созревании однолетних культур при, возможно, недостаточном продукционном наливе, что в свою очередь привело к недополучению потенциальной урожайности.

Таким образом, авторами были проверены реализованные в агроплатформе «Ваш урожай» механизмы расчета реально возможной урожайности применяемых

сортов льна-долгунца и райграса однолетнего в конкретном местообитании. Проведена апробация автоматизированного подбора соответствующей технологии и интеллектуального расчета норм внесения удобрений под лен-долгунец Факем на предварительно оцифрованном поле.

Выводы/Conclusion

По результатам исследований определена возможность эффективного применения модуля информационно-аналитической системы управления ресурсосберегающим производством продукции растениеводства «Ваш урожай» для получения климатически обеспеченной урожайности сельскохозяйственных культур.

Доказано, что система дифференцированного внесения удобрений способствует выравниванию показателей урожайности возделываемых в специализированном севообороте культур — льна-долгунца и райграса однолетнего.

Использование в производственных процессах агропредприятий модулей цифровой агроплатформы позволит усилить результативность деятельности посредством увеличения урожайности культур севооборота до климатически обоснованной на данной местности при неукоснительном соблюдении представленной сортовой технологии возделывания.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Материалы подготовлены в рамках выполнения госзадания ФГБНУ «Федеральный научный центр любных культур» по теме FGSS-2019-0017.

FUNDING

The materials were prepared as part of the implementation of Federal State Budgetary Institution «Federal Scientific Center of Bast Crops» on the topic FGSS-2019-0017.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клычова Г.С., Закирова А.Р., Валиев А.Р., Юсупова А.Р., Хусаинова А.С. Повышение эффективности системы управления растениеводством на основе цифровых технологий. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021; 16(3): 121–127. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-121-127>
2. Семенов С.А., Васильев С.А., Максимов И.И. Особенности реализации и перспективы применения технологий цифрового земледелия в АПК. *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018; (1): 69–76. <https://elibrary.ru/xoceqk>
3. Зацаринный А.А., Меденников В.И., Райков А.Н. Интеграция приложений искусственного интеллекта в единую цифровую платформу АПК. *Информационное общество*. 2023; (1): 127–138. https://doi.org/10.52605/16059921_2023_01_127
4. Нагоев З.В., Шуганов В.М., Заммоев А.У., Бжихатлов К.Ч., Иванов З.З. Разработка интеллектуальной интегрированной системы «Умное поле». *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2022; (1): 81–91. <https://doi.org/10.18522/2311-3103-2022-1-81-91>
5. Скобелев П.О., Табачинский А.С., Симонова Е.В., Журавель Ю.Н., Мятлов Г.Н. О некоторых методах расчета состояния посевов в сервисе цифрового двойника растений. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2022; 24(3): 100–111. <https://doi.org/10.37313/1990-5378-2022-24-3-100-111>
6. Якушев В.П. Цифровые технологии точного земледелия в реализации приоритета «Умное сельское хозяйство». *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2019; (2): 11–15. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/2/11-15>
7. Якушев В.П., Якушев В.В., Матвеенко Д.А. Интеллектуальные системы поддержки технологических решений в точном земледелии. *Земледелие*. 2020; (1): 33–37. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2020-10109>
8. Киприянов Ф.А. Использование цифровых технологий при оценке климатических условий сельскохозяйственного производства. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2019; (1): 70–74. <https://elibrary.ru/rhqzhh>
9. Lad A.M., Bharathi K.M., Saravanan B.A., Karthik R. Factors affecting agriculture and estimation of crop yield using supervised learning algorithms. *Materials Today: Proceedings*. 2022; 62(7): 4629–4634. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.080>
10. Akhter R., Sofi S.A. Precision agriculture using IoT data analytics and machine learning. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*. 2022; 34(8-B): 5602–5618. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.05.013>

REFERENCES

1. Klychova G.S., Zakirova A.R., Valiev A.R., Yusupova A.R., Husainova A.S. Increasing the efficiency of the crop management system based on digital technologies. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2021; 16(3): 121–127 (In Russian). <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-121-127>
2. Semenov S.A., Vasiliev S.A., Maksimov I.I. Features of implementation and application prospects of digital technology in agro-industrial complex. *Vestnik Chuvash State Agricultural Academy*. 2018; (1): 69–76 (In Russian). <https://elibrary.ru/xoceqk>
3. Zatsarinny A.A., Medennikov V.I., Raikov A.N. Integration of agricultural artificial intelligence applications into a single digital platform. *Information Society*. 2023; (1): 127–138 (In Russian). https://doi.org/10.52605/16059921_2023_01_127
4. Nagoev Z.V., Shuganov V.M., Zammoev A.U., Bzhikhatlov K.Ch., Ivanov Z.Z. Development of an intelligent integrated system «Smart field». *News of the SFU. Technical sciences*. 2022; (1): 81–91 (In Russian). <https://doi.org/10.18522/2311-3103-2022-1-81-91>
5. Skobelev P.O., Tabachinskiy A.S., Simonova E.V., Zhuravel Yu.N., Myatov G.N. Regarding some of the methods for crop state calculation in digital twin of plant. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2022; 24(3): 100–111 (In Russian). <https://doi.org/10.37313/1990-5378-2022-24-3-100-111>
6. Yakushev V.P. Digital technologies of precision agriculture in the implementation of the priority «Smart agriculture». *Bulletin of the Russian Agricultural Science*. 2019; (2): 11–15 (In Russian). <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/2/11-15>
7. Yakushev V.P., Yakushev V.V., Matveenko D.A. Intelligent systems for technology decision support in precision agriculture. *Zemledelie*. 2020; (1): 33–37 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2020-10109>
8. Kipriyanov F.A. The use of digital technologies in assessing the climatic conditions of agricultural production. *Agrarian Bulletin of the Upper Volga region*. 2019; (1): 70–74 (In Russian). <https://elibrary.ru/rhqzhh>
9. Lad A.M., Bharathi K.M., Saravanan B.A., Karthik R. Factors affecting agriculture and estimation of crop yield using supervised learning algorithms. *Materials Today: Proceedings*. 2022; 62(7): 4629–4634. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.080>
10. Akhter R., Sofi S.A. Precision agriculture using IoT data analytics and machine learning. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*. 2022; 34(8-B): 5602–5618. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.05.013>

11. Родимцев С.А., Еремин Л.П., Гуляева Т.И. Прогнозирование вегетационных процессов растений с использованием автоматической метеостанции «Сокол-М». *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2021; (3): 21–30. <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2021-59-3-21-30>

12. Гриц Н.В., Диченский А.В., Пролетова Н.В., Удотов А.Ю. Применение элементов информационно-аналитической системы управления растениеводством для обеспечения ресурсосберегающего производства семян льна в условиях Тверской области. *Аграрная наука*. 2022; (7-8): 126–131. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-126-131>

11. Rodimtsev S.A., Eremin L.P., Gulyaeva T.I. Prediction of vegetation processes of plants using the automatic weather station «Sokol-M». *Vestnik Bashkir State Agrarian University*. 2021; (3): 21–30 (In Russian). <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2021-59-3-21-30>

12. Grits N.V., Dichensky A.V., Proletova N.V., Udotov A.Yu. Application of elements of the information and analytical system of crop management to ensure resource-saving production of flax seeds in the Tver region. *Agrarian science*. 2022; (7-8): 126–131 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-126-131>

ОБ АВТОРАХ

Надежда Владимировна Гриц,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий
n.gritz@fncl.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3954-2646>

Роман Анатольевич Ростовцев,
доктор технических наук, член-корреспондент РАН, директор
r.rostovcev@fncl.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0368-1035>

Александр Владимирович Диченский,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, руководитель отдела образования
a.dichenskiy@fncl.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1803-268X>

Федеральный научный центр лубяных культур,
Комсомольский пр-т, 17/56, Тверь, 170041, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Nadezhda Vladimirovna Grits,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher at the Laboratory of Agricultural Technologies
n.gritz@fncl.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3954-2646>

Roman Anatolyevich Rostovtsev,
Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director
r.rostovcev@fncl.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0368-1035>

Alexander Vladimirovich Dichensky,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Education
a.dichenskiy@fncl.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1803-268X>

Federal Scientific Center of Bast Crops,
17/56 Komsomolsky Prospekt, Tver, 170041, Russia

УДК 631.8:633.11

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-95-99

А.А. Тедеева ✉

В.В. Тедеева

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства — филиал Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Михайловское, Республика Северная Осетия — Алания, Россия

✉ vikkimark@bk.ru

Поступила в редакцию:
28.03.2023

Одобрена после рецензирования:
14.09.2023

Принята к публикации:
27.09.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-95-99

Albina A. Tedeeva ✉

Viktorya V. Tedeeva

North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture — branch of the Federal Center «Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», Mikhailovskoye, Republic of North Ossetia — Alania, Russia

✉ vikkimark@bk.ru

Received by the editorial office:
28.03.2023

Accepted in revised:
14.09.2023

Accepted for publication:
27.09.2023

Эффективность применения минеральных удобрений и гербицидов на посевах озимой пшеницы

РЕЗЮМЕ

Актуальность. На посевах озимой пшеницы применение минеральных удобрений и гербицидов является актуальной задачей сельскохозяйственного производства. В 2019–2021 гг. были заложены опыты в богарных условиях степной зоны Моздокского района Республики Северная Осетия — Алания.

Цель исследований — изучить эффективность применения минеральных удобрений и гербицидов на посевах озимой пшеницы.

Методы. Полевые опыты были заложены в степной зоне в НПО «Октябрьский», на полях СКНИИГПСХ ВНЦ РАН. В 2019–2021 гг., где климат континентальный, лето жаркое, сухое, а зима малоснежная, с частыми оттепелями. За год осадков выпадает 455 мм. В степной зоне Моздокского района преобладают каштаново-карбонатные почвы. Содержание гумуса — 2–4%. Объект исследований — высокоурожайные сорта озимой пшеницы Алексеич, Юмпа.

Результаты. Применение гербицида Гран Стар (25 г/га) обеспечивало гибель сорняков на 72,5–82,7%, при внесении гербицида Диален Супер (0,7 л/га) гибель сорняков составила 60%, при внесении минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{90}$ — 62,7%. Изучаемые гербициды способствовали снижению сухой массы сорной растительности (на 55,5–86,6%), увеличению урожайности сорта озимой пшеницы Алексеич (на 4,4 т/га), прибавка составила 2,4 т/га при внесении гербицида Гран Стар (25 г/га) на фоне с внесением минеральных $N_{60}P_{60}K_{60}$, с увеличением $N_{90}P_{90}K_{90}$ прибавка составила 2,9 т/га при урожайности 4,8 т/га.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорта, минеральные удобрения, гербициды, сорная растительность, качество зерна, урожайность

Для цитирования: Тедеева А.А., Тедеева В.В. Эффективность применения минеральных удобрений и гербицидов на посевах озимой пшеницы. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 95–99. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-95-99>

© Тедеева А.А., Тедеева В.В.

Efficiency of using mineral fertilizers and herbicides on winter wheat crops

ABSTRACT

Relevance. On winter wheat crops, the use of mineral fertilizers and herbicides is an urgent task of agricultural production. In 2019–2021, experiments were laid in the rain-fed conditions of the steppe zone of the Mozdoksky district of the Republic of North Ossetia — Alania.

The purpose of the research is to study the effectiveness of the use of mineral fertilizers and herbicides on winter wheat crops.

Methods. Field experiments were laid in the steppe zone in the NGO «Oktyabrsky», in the fields of the SCNIIGPSH VNC RAS. In 2019–2021, where the climate is continental, summers are hot, dry, and winters are snowless, with frequent thaws. There is 455 mm of precipitation per year. Chestnut-carbonate soils predominate in the steppe zone of Mozdoksky district. The humus content is 2–4%. The object of research is high-yielding varieties of winter wheat Alekseich, Yumpa.

Results. The use of the herbicide Gran Star (25 g/ha) ensured the death of weeds by 72.5–82.7%, when applying the herbicide Dialen Super (0.7 l/ha), the death of weeds was 60%, when applying mineral fertilizers $N_{90}P_{90}K_{90}$ — 62.7%. The studied herbicides contributed to a decrease in the dry mass of weed vegetation (by 55.5–86.6%), an increase in the yield of the winter wheat variety Alekseich (by 4.4 t/ha), an increase of 2.4 t/ha when applying the herbicide Gran Star (25 g/ha) against the background with the introduction of mineral $N_{60}P_{60}K_{60}$, with an increase of $N_{90}P_{90}K_{90}$, the increase was 2.9 t/ha with a yield of 4.8 t/ha.

Key words: winter wheat, varieties, mineral fertilizers, herbicides, weed vegetation, grain quality, yield

For citation: Tedeeva A.A., Tedeeva V.V. Efficiency of using mineral fertilizers and herbicides on winter wheat crops. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 95–99 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-95-99>

© Tedeeva A.A., Tedeeva V.V.

Введение/Introduction

Ресурсосберегающие технологии предполагают использование научно обоснованных систем севооборотов, включающих культуры с высоким уровнем рентабельности, улучшающие как плодородие, так и фитосанитарное состояние почвы; дифференцированную систему применения удобрений и средств защиты растений; интегрированную систему защиты растений от сорняков, болезней и вредителей; использование качественных семян, адаптированных к местным условиям сортов [1, 2].

Следует учитывать, что при длительном использовании ресурсосберегающих приемов обработки почвы на одном поле наблюдается ухудшение фитосанитарного состояния почвы, что приводит к ослаблению конкурентной способности сельскохозяйственной культуры, увеличивается пестицидная нагрузка, повышается токсичность почвы [3–5].

Многочисленные исследования подтверждают, что при использовании ресурсосберегающих приемов обработки почвы происходит увеличение доли сорного компонента в посевах сельскохозяйственных культур [7–9]. Важной нерешенной проблемой постоянно остается совершенствование системы гербицидов в борьбе с сорными растениями в зависимости от технологии возделывания культуры и изменяющихся погодных условий [10–13].

Цель исследований — изучить эффективность применения минеральных удобрений и гербицидов на посевах озимой пшеницы сорта Алексеич.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Полевые опыты были заложены в степной зоне Республики Северная Осетия — Алания Моздокского района, в научно-производственном отделе, на полях Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства — филиала Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук» в 2019–2021 г.

Лето жаркое, сухое, а зима малоснежная, с частыми оттепелями. За год осадков выпадает 455 мм, максимальная высота снежного покрова — 12–17 см. В степной зоне Моздокского района преобладают каштаново-карбонатные почвы. Содержание гумуса — 2–4%.

Объектом исследований являлся высокоурожайный сорт озимой пшеницы Алексеич.

В степной зоне Моздокского района на опытных посевах озимой пшеницы преобладают такие однолетние сорняки, как марь белая, подмаренник цепкий, гречишка вьюнковая, пастушья сумка, и многолетние — тысячелистник обыкновенный, конский щавель, чертополох. В связи с этим были выбраны высокоселективные гербициды избирательного действия Гранстар Мега и Диален Супер.

Гранстар Мега — системный гербицид для борьбы с сорняками в посевах пшеницы и ячменя, производитель — ЗАО «ДюПон Химпром», отделение американской

компании DuPont, расположенное в Новочебоксарске (Россия). Диален Супер — комбинированный послевсходовый гербицид для защиты яровых и озимых зерновых культур и кукурузы от однолетних и некоторых многолетних широколистных сорняков, производитель — ООО «Сингента» (Россия).

Полевые опыты закладывались в трехкратной повторности. Общая площадь опыта — 100 м², длина делянки — 10 м, ширина — 10 м, боковые защитные полосы — 0,5 м, концевые — 2 м. Расположение вариантов в опыте — рендомизированное.

Схема опыта (сорт озимой пшеницы Алексеич) (фактор А) (минеральные удобрения):

1. Контроль (без минеральных удобрений)
2. $N_{60} P_{60} K_{60}$
3. $N_{90} P_{90} K_{90}$

(фактор В) (гербициды):

4. Контроль (без применения гербицидов)
5. Гранстар Мега (0,025 г/га) — в фазу кущения
6. Диален Супер (0,7 л/га) — в фазу кущения.

Учеты засоренности в опытах проводили по методике ВИЗР¹. Для определения качества зерна отбор проб осуществлялся в двух несмежных повторностях. Показатели качества зерна определяли из среднего образца весом 3 кг. Отбор проб и анализы зерна проводили в соответствии с ГОСТами: отбор проб зерна — ГОСТ 13586.3-2015², влажность высушиванием в сушильном шкафу — ГОСТ 13585.5-2015³.

Определение физико-химических показателей зерна проводили в соответствии с утвержденными ГОСТами и методиками: количество клейковины и белок — анализатором «Инфраскан-1050» (производитель — ООО «ЭКАН», г. Санкт-Петербург, Россия)⁴, качество клейковины — на ИДК-3М (ГОСТ Р 54478-2011)⁵, массу зерна — на литровой пурке (ГОСТ 10840-2017)⁶, массу 1000 зерен — ГОСТ 10842-89⁷.

Сухую биомассу определяли методом высушивания по ГОСТ Р 5881-2016⁸ Биомасса. Определение зольности стандартным методом.

Статистическую обработку выполняли по Б.А. Доспехову (1985)⁹ с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel (США).

Опрыскивание посевов гербицидами проводилось весной, в фазу весеннего кущения озимой пшеницы. Посев в исследуемые годы проводили 30 сентября (рядовым способом), глубина заделки семян — до 6 см.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

По определению засоренности опытного поля было проведено обследование (в соответствии с инструкцией по определению засоренности полей).

Учет проводили в период массового появления сорняков весной, перед применением гербицидов.

В посевах преобладали такие виды сорных растений, как амброзия полыннолистная, вьюнок полевой, осот полевой, марь белая, овсюг, сурепица обыкновенная.

¹ Технологические методы учета и мониторинга сорных растений в агроэкосистемах. Высокопроизводительные и высокоточные технологии и методы фитосанитарного мониторинга. Санкт-Петербург: ВИЗР

² ГОСТ 13586.3-2015 Зерно. Правила приемки и методы отбора проб.

³ ГОСТ 13585.5-2015 Зерно. Метод определения влажности.

⁴ Метод определения клейковины и белка анализатором «Инфраскан-1050».

⁵ ГОСТ Р 54478-2011 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице.

⁶ ГОСТ 10840-2017 Зерно. Метод определения массы.

⁷ ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян.

⁸ ГОСТ Р 5881-2016 Биомасса. Определение зольности стандартным методом.

⁹ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований).

Данные влияния гербицидов на засоренность посевов озимой пшеницы приведены в таблице 1.

Результаты исследований показывают, что гербицид Гранстар Мега с нормой применения 0,025 г/га с применением минеральных удобрений и без удобрений в течение всего вегетационного периода обеспечивал гибель сорняков на 72,5–82,7%. В период трубкувания гибель сорняков составила: без удобрений — 72,5%, с внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$ — 75,5%, $N_{90}P_{90}K_{90}$ — 82,7%.

При внесении гербицида Диален Супер с дозой 0,7 л/га также отмечалась высокая гибель сорняков

(по сравнению с контрольным вариантом), с внесением удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ гибель сорняков составила 60% перед уборкой, $N_{90}P_{90}K_{90}$ — 62,7%. С применением удобрений растения озимой пшеницы развивались лучше, а количество сорных растений уменьшалось. Перед уборкой количество сорняков на контроле составило 89,0 шт/м², с внесением гербицида Гранстар Мега (0,025 г/га) — 20,9 шт/м², с внесением минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ — 12,9 шт/м², $N_{90}P_{90}K_{90}$ — 15,1 шт/м².

Применение гербицида Диален Супер с дозой 0,7 л/га также способствовало уменьшению количества сорных растений. На фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ количество сорняков составило 33 шт/м² (60%), с увеличением фона $N_{90}P_{90}K_{90}$ — 29,5 шт/м² (62,7%).

Гербицид Гранстар Мега с нормой внесения 0,025 г/га обеспечивал более высокую гибель сорняков, посева озимой пшеницы оставались чистыми даже к периоду уборки.

Вред, причиняемый сорными растениями, впоследствии влияющими на урожайность и качество зерна, зависит от накопления ими сухого вещества. Влияние гербицидов и минеральных удобрений на накопление сухой массы сорными растениями в посевах озимой пшеницы в условиях степной зоны Моздокского района — в таблице 2.

Данные таблицы показывают, что изучаемые гербициды совместно с минеральными удобрениями способствовали снижению сухой массы сорных растений на 55,5–86,6%.

Результаты исследований показали, что внесение минеральных удобрений с нормой $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ и обработка посевов гербицидами Гранстар Мега (0,025 г/га), Диален Супер (0,7 л/га) значительно увеличило урожайность (табл. 3).

Применение гербицидов и минеральных удобрений на посевах озимой пшеницы увеличило урожайность.

Таблица 1. Влияние минеральных удобрений и гербицидов на засоренность посевов озимой пшеницы сорта Алексеич, 2019–2021 гг.

Table 1. Influence of mineral fertilizers and herbicides on weed infestation of winter wheat crops variety Alekseich, 2019–2021

Вариант	Весеннее кущение	Выход в трубку		перед уборкой	
	кол-во сорняков, шт/м ²	кол-во сорняков, шт/м ²	% гибели, ±	кол-во сорняков, шт/м ²	% гибели, ±
Без удобрений					
Контроль	74,8	109,3	–	89,0	–
Гранстар Мега — 0,025 г/га	74,5	28,1	-74,3	20,9	-71,2
Диален Супер — 0,7 л/га	74,6	48,2	-55,9	38,8	-56,5
НСР _{0,5}	0,66				
$N_{60}P_{60}K_{60}$					
Контроль	80,5	111,3	–	82,4	–
Гранстар Мега — 0,025 г/га	79,9	27,3	-75,5	12,9	-83,1
Диален Супер — 0,7 л/га	80,6	50,5	-55,0	33,0	-60,0
НСР _{0,5}	0,41				
$N_{90}P_{90}K_{90}$					
Контроль (без гербицид.)	84,8	128,7	–	78,9	–
Гранстар Мега — 0,025 г/га	84,5	22,2	-82,7	15,1	-83,7
Диален Супер — 0,7 л/га	84,6	45,8	-65,0	29,5	-62,7
НСР _{0,5}	0,48				

Таблица 2. Влияние гербицидов и минеральных удобрений на динамику накопления сухой массы сорных растений в посевах озимой пшеницы в условиях степной зоны Республики Северная Осетия — Алания (сорт Алексеич, 2019–2021 гг.)

Table 2. The influence of herbicides and mineral fertilizers on the dynamics of accumulation of dry mass of weeds in winter wheat crops in the conditions of the steppe zone of Republic of North Ossetia — Alania (variety Alekseich, 2019–2021)

Вариант	Кущение	Выход в трубку		Перед уборкой	
	сухая масса сорняков, г/м ²	сухая масса сорняков, г/м ²	снижение сухой массы, %	сухая масса сорняков, г/м ²	снижение сухой массы, %
Без удобрений					
Контроль (без гербицид.)	31,1	80,3	–	58,5	–
Гранстар Мега — 0,025 г/га	30,8	22,0	72,6	7,8	86,6
Диален Супер — 0,7 л/га	29,9	42,7	46,8	21,8	62,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$					
Контроль (без гербицид.)	34,5	85,8	–	62,2	–
Гранстар Мега — 0,025 г/га	31,8	25,0	70,8	9,7	84,4
Диален Супер — 0,7 л/га	31,9	43,7	49,1	23,5	62,2
$N_{90}P_{90}K_{90}$					
Контроль (без гербицид.)	41,4	92,1	–	68,4	–
Гранстар Мега — 0,025 г/га	38,2	32,2	65,0	16,5	75,9
Диален Супер — 0,7 л/га	39,0	50,1	45,6	30,4	55,5

Таблица 3. Продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений и гербицидов, т/га (сорт Алексеич, 2019–2021 гг.)

Table 3. Productivity and grain quality of winter wheat depending on the use of mineral fertilizers and herbicides, t/ha (variety Alekseich, 2019–2021)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна	Белок, %	Крахмал, %
Без удобрений						
Контроль	1,5	–	37,0	766	14,85	65,63
Гранстар Мега — 0,025 г/га	3,9	2,4	40,0	770	15,25	69,90
Диален Супер — 0,7 л/га	3,6	2,1	39,0	769	15,74	70,51
НСР _{0,5} , т/га (фактор А)	0,31					
$N_{60}P_{60}K_{60}$						
Контроль	1,7	–	40,0	768	14,60	66,90
Гранстар Мега — 0,025 г/га	4,4	2,7	45,0	781	14,96	70,76
Диален Супер — 0,7 л/га	4,2	2,5	44,0	779	15,49	71,80
НСР _{0,5} , т/га (фактор А)	0,34					
$N_{90}P_{90}K_{90}$						
Контроль	1,9	–	42,0	770	14,69	66,91
Гранстар Мега — 0,025 г/га	4,8	2,9	46,0	782	14,97	70,78
Диален Супер — 0,7 л/га	4,5	2,6	45,0	780	15,29	71,82
НСР _{0,5} , т/га (фактор А)	0,37					
НСР _{0,5} , т/га (фактор В)	0,43					

В изучаемые годы исследуемые гербициды по сравнению с контрольным вариантом имели преимущество.

Результаты исследований показали, что максимальная урожайность у сорта озимой пшеницы Алексич получена при внесении гербицида Гранстар Мега с нормой 0,025 г/га, на фоне с внесением минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{90}$ — 4,8 т/га.

Применение гербицида Диален Супер уступало по показателям урожайности озимой пшеницы по сравнению с применением гербицида Гранстар Мега. На фоне с внесением минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ урожайность по сорту Алексич составила 4,2 т/га, при повышении $N_{90}P_{90}K_{90}$ — 4,5 т/га.

Как показывают данные, при сбалансированном обеспечении растений основными элементами питания можно получать более высокие урожаи озимых зерновых культур.

Своевременное внесение гербицидов и минеральных удобрений также положительно сказывалось на качественных показателях зерна озимой пшеницы. Высокое качество зерна — это повышение хлебопекарных качеств получаемой продукции, за счет чего увеличивается доход от реализации зерна [15].

Наибольшая масса 1000 зерен наблюдалась на варианте с применением гербицида Гранстар Мега

(0,025 г/га) на фоне минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{90}$ и составила 46 г по сорту озимой пшеницы Алексич, наименьшая масса 1000 зерен наблюдалась на вариантах без применения гербицидов — 37 г.

В данных исследованиях показатель натурности зерна в зависимости от изучаемых факторов изменялся в пределах 766–782 г/л. Содержание белка варьировало в диапазоне 14,60–15,74%, а крахмала — 65,63–71,82%.

Выводы/Conclusion

Применение гербицида Гранстар Мега (0,025 г/га) с применением минеральных удобрений и без удобрений обеспечивало гибель сорняков на 72,5–82,7%, при внесении гербицида Диален Супер (0,7 л/га) гибель сорняков составила 60%, при внесении минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{90}$ — 62,7%.

Изучаемые гербициды способствовали снижению сухой массы сорной растительности (на 55,5–86,6%), увеличению урожайности (на 4,4 т/га), прибавка составила 2,4 т/га при внесении гербицида Гранстар Мега (0,025 г/га) на фоне с внесением минеральных $N_{60}P_{60}K_{60}$, с увеличением $N_{90}P_{90}K_{90}$ прибавка составила 2,9 т/га при урожайности 4,8 т/га.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

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

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Маркин В.Д., Маркин П.В., Штетинин П.Б. Посевные качества семян сортов озимой пшеницы. *Наука и образование*. 2021; 4(3): 62. <https://www.elibrary.ru/eyaqef>
- Левакова О.В., Барковская Т.А. Оптимизация сроков посева и норм высевы при адаптивном управлении технологией возделывания озимой пшеницы сорта Виола. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2019; (3): 40–42. <https://www.elibrary.ru/nnyoyb>
- Горяников Ю.В., Хубиева З.Х. Влияние посевных качеств семян на всхожесть сортов пшеницы мягкой озимой. *Вестник АПК Ставрополья*. 2019; (4): 60–64. <https://www.elibrary.ru/jhazhj>
- Ибрагимов З.А. Влияние применения гербицида и удобрений на урожайность озимой пшеницы. *Актуальные проблемы современной науки*. 2018; (6): 156–158. <https://www.elibrary.ru/vqwglw>
- Шурганов Б.В., Сорokin А.И., Гольдварг Б.А., Даваев А.В. Водопотребление озимой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений на светло-каштановой почве. *Сельскохозяйственный журнал*. 2018; (4): 39–44. <https://www.elibrary.ru/bxwenk>
- Антонов С.А. Анализ влияния климатических условий на урожайность озимой пшеницы в Ставропольском крае. *Новости науки в АПК*. 2019; (3): 406–410. <https://doi.org/10.25930/2218-855X/103.3.12.2019>
- Гладкова Е.В., Волкова Г.В., Игнатьева О.О. Иммунологическая оценка сортов озимой пшеницы к стеблевой ржавчине пшеницы на юге России. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2022; (6): 22–25. <https://www.elibrary.ru/mjighl>
- Мамсиров Н.И., Макаров А.А. Эффективность применения гербицидов при возделывании озимой пшеницы. *Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса юга России. Сборник докладов по материалам Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием)*. Майкоп: Магарин О.Г. 2020; 120–125. <https://www.elibrary.ru/hebkpg>
- Пынтков С.А., Гвоздов А.П., Булавин Л.А. Влияние гербицидов на засоренность посевов и урожайность зерна озимой пшеницы. *Земледелие и селекция в Белоруссии*. 2019; 55: 17–23. <https://www.elibrary.ru/cblbve>
- Радченко Л.А., Ганоцкая Т.Л., Радченко А.Ф., Бабанина С.С. Сроки сева и их влияние на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы. *Зерновое хозяйство России*. 2021; (6): 95–103. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-78-6-95-103>
- Сорока С.В. Защита посевов озимой пшеницы от сорных растений гербицидом Соил, ВДГ в Беларуси. *Защита растений*. 2020; 44: 44–53. <https://www.elibrary.ru/firttl>
- Оленин О.А., Зудилин С.Н. Элементы органической технологии возделывания ярового ячменя в лесостепи Среднего Поволжья. *Аграрный вестник Урала*. 2022; (3): 13–23. <https://www.elibrary.ru/vzvskr>

REFERENCES

- Markin V.D., Markin P.V., Shchetinin P.B. Sowing qualities of seeds of winter wheat varieties. *Nauka i Obrazovanie*. 2021; 4(3): 62 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/eyaqef>
- Levakova O.V., Barkovskaya T.A. Optimisation of sowing time and seeding rate with adaptive management of winter wheat Viola variety cultivation technology. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2019; (3): 40–42 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/nnyoyb>
- Goryanikov Yu.V., Khubieva Z.H. Influence of sowing qualities of seed on germination of sorts of wheat soft winter-annual. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*. 2019; (4): 60–64 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/jhazhj>
- Ibragimov Z.A. Influence of the use of herbicide and fertilizers on the yield of winter wheat. *Aktual'nye problemy sovremennoy nauki*. 2018; (6): 156–158 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/vqwglw>
- Shurganov B.V., Sorokin A.I., Goldvarg B.A., Davaev A.V. Water consumption of winter wheat depending on the use of mineral fertilizers on light-chestnut soil. *Agricultural journal*. 2018; (4): 39–44 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/bxwenk>
- Antonov S.A. The analysis of climate influence on winter wheat productivity in Stavropol region. *Novosti nauki v APK*. 2019; (3): 406–410 (In Russian). <https://doi.org/10.25930/2218-855X/103.3.12.2019>
- Gladkova E.V., Volkova G.V., Ignatieva O.O. Immunological evaluation of winter wheat varieties to wheat stem rust in the south of Russia. *Rossiiskaia selskokhoziaistvennaia nauka*. 2022; (6): 22–25 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/mjighl>
- Mamsirov N.I., Makarov A.A. The effectiveness of herbicides in the cultivation of winter wheat. *The state and prospects of development of the agro-industrial complex of the South of Russia. Collection of reports based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference (with international participation)*. Maykop: Magarin O.G. 2020; 120–125 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/hebkpg>
- Pyntikov S.A., Gvozдов A.P., Bulavin L.A. Influence of herbicides on infestation of crops and yield of winter wheat grain. *Arable Farming and Plant Breeding in Belarus*. 2019; 55: 17–23 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/cblbve>
- Radchenko L.A., Ganotskaya T.L., Radchenko A.F., Babanina S.S. Sowing dates and their effect on productivity and grain quality of the winter wheat varieties. *Grain Economy of Russia*. 2021; (6): 95–103 (In Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-78-6-95-103>
- Soroka S.V. Winter wheat crops protection against weed plants with the herbicide Soil, WDG in Belarus. *Zashchita rasteniy*. 2020; 44: 44–53 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/firttl>
- Olenin O.A., Zudilin S.N. Elements of organic cultivation technology of spring barley in the Middle Volga region forest-steppe. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; (3): 13–23 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/vzvskr>

13. Юсов В.С., Евдокимов М.Г., Шпигель А.Л. Комбинационная способность сортов и линий яровой твердой пшеницы по элементам продуктивности и качеству клейковины. *Аграрный вестник Урала*. 2022; (9): 59–70. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-224-09-59-70>
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд. (доп. и перераб.). М.: *Агрпромиздат*. 1985; 351. <https://www.elibrary.ru/zjqbud>
15. Mamiev D., Abaev A., Tedeeva A., Khokhueva N., Tedeeva V. Use of green manure in organic farming. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 403: 012137. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/403/1/012137>

13. Yusov V.S., Evdokimov M.G., Shpigel A.L. Combining ability of varieties and lines of spring durum wheat for productivity elements and quality of gluten. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; (9): 59–70 (In Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-224-09-59-70>
14. Dospikhov B.A. Field experience methodology: with the basics of statistical processing of research results. 5th ed. (additional and revised). Moscow: *Agropromizdat*. 1985; 351 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/zjqbud>
15. Mamiev D., Abaev A., Tedeeva A., Khokhueva N., Tedeeva V. Use of green manure in organic farming. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 403: 012137. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/403/1/012137>

ОБ АВТОРАХ

Альбина Ахурбековна Тедеева,

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
tedeeva64@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0638-5269>

Виктория Витальевна Тедеева,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный
сотрудник,
vikkimarik@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7543-8355>

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства — филиал Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук»,
ул. Вильямса, 1, с. Михайловское, Республика Северная Осетия — Алания, 363110, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Albina Akhurbekovna Tedeeva,

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher,
tedeeva64@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0638-5269>

Viktoriya Vitalievna Tedeeva,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher,
vikkimarik@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7543-8355>

North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture — branch of the Federal Center «Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»,

1 Williams Str., Mikhailovskoye village, Republic of North Ossetia — Alania, 363110, Russia

С.В. Подгорный ✉
 О.В. Скрипка
 А.П. Самофалов
 С.Н. Громова
 В.Л. Чернова
 Н.С. Кравченко

Аграрный научный центр «Донской»,
 Зерноград, Ростовская область, Россия

✉ podgorny128@rambler.ru

Поступила в редакцию:
 11.04.2023

Одобрена после рецензирования:
 14.09.2023

Принята к публикации:
 27.09.2023

Sergei V. Podgorny ✉
 Olga V. Skripka
 Alexandr P. Samofalov
 Svetlana N. Gromova
 Valentina L. Chernova
 Nina S. Kravchenko

Agricultural Research Center «Donskoy»,
 Zernograd, Rostov region, Russia

✉ podgorny128@rambler.ru

Received by the editorial office:
 11.04.2023

Accepted in revised:
 14.09.2023

Accepted for publication:
 27.09.2023

Создание и внедрение в производство нового сорта мягкой озимой пшеницы для возделывания по парам и лучшим непаровым предшественникам

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Озимая пшеница — главная продовольственная культура России. Именно ей отводится ведущая роль в увеличении валовых сборов зерна. Использование новых адаптивных сортов озимой мягкой пшеницы в сельском хозяйстве является наиболее реальным средством снижения неблагоприятных последствий изменения климата, обеспечивает рост продуктивности и повышение технологических свойств зерна и муки. Создаваемые сорта озимой пшеницы должны сочетать потенциальную продуктивность и устойчивость к абиотическим и биотическим факторам внешней среды через повышение адаптивности.

Методы. Исследования выполнены в 2018–2022 гг. на полях научного севооборота ФГБНУ «АНЦ «Донской» по предшественнику сидеральный пар по методикам ГСИ и полевого опыта.

Результаты. Сорт озимой мягкой пшеницы Зодиак способен формировать стабильно высокую урожайность по разным предшественникам — от 5,63 т/га по подсолнечнику до 10,23 т/га по сидеральному пару. Максимальную урожайность сорт сформировал по черному пару в 2018 г. и 2022-м — 11,14 т/га. Изучение физико-химических свойств зерна показало, что качество зерна и муки у сорта Зодиак (согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур) соответствует ценным сортам пшениц. Содержание белка — 14,15%, клейковины — 28,5%, качество клейковины соответствует I группе (ИДК 67 е. п.), показатель альвеографа — 255 е. а., объемный выход хлеба со 100 г муки — 700 см³, хлебопекарная оценка — 4,4 балла, валориметрическая — 79 е. п., SDS-седиментация — 59 мл. Новый сорт мягкой озимой пшеницы Зодиак внесен в Государственный реестр селекционных достижений с 2022 года, рекомендован для возделывания по 6-му Северокавказскому региону.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, урожайность, качество, морозостойкость, белок, клейковина, элементы структуры

Для цитирования: Подгорный С.В., Скрипка О.В., Самофалов А.П., Громова С.Н., Чернова В.Л., Кравченко Н.С. Создание и внедрение в производство нового сорта мягкой озимой пшеницы для возделывания по парам и лучшим непаровым предшественникам. *Аграрная наука.* 2023; 375(10): 100–105. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-100-105>

© Подгорный С.В., Скрипка О.В., Самофалов А.П., Громова С.Н., Чернова В.Л., Кравченко Н.С.

Creation and introduction into production of a new variety of soft winter wheat for cultivation in fallows and the best non-fallow predecessors

ABSTRACT

Relevance. Winter wheat is the main food crop in Russia, having the leading role in gross grain harvest improvement. The use of new adaptive varieties of winter common wheat in agriculture is the most realistic means of reducing the adverse effects of climate change ensuring a productivity rise and improving the technological properties of grain and flour. The developed winter wheat varieties should combine potential productivity and resistance to abiotic and biotic environmental factors through improved adaptability.

Methods. The study was carried out in 2018–2022 on the fields of the research crop rotation of the FSBSI «ARC «Donskoy»», according to a green manure fallow due to the methods of SVT and a field trial.

Results. The winter common wheat variety Zodiak can form a consistently high yield after various forecrops from 5.63 t/ha, when sown after sunflower to 10.23 t/ha when sown in green fallow. The variety formed the maximum productivity of 11.14 t/ha when sown in weed free fallow in 2018 and 2022. The study of the physicochemical properties of grain showed that the quality of grain and flour in the Zodiac variety corresponds to valuable wheat varieties. The protein percentage is 14.15%, gluten is 28.5%, the gluten quality corresponds to group I (IDK is 67 bp), the alveograph index is 255 f. a., the volume yield per 100 g of flour is 700 cm³, the baking assessment is 4.4 points, calorimetric estimation is 79 bp, SDS-sedimentation is 59 ml. The new winter common wheat variety Zodiak has been included in the State Register of Breeding Achievements since 2022 and recommended for cultivation in the 6th North Caucasus region.

Key words: winter wheat, variety, productivity, quality, frost resistance, protein, gluten, structural elements

For citation: Podgorny S.V., Skripka O.V., Samofalov A.P., Gromova S.N., Chernova V.L., Kravchenko N.S. Creation and introduction into production of a new variety of soft winter wheat for cultivation in fallows and the best non-fallow predecessors. *Agrarian science.* 2023; 375(10): 100–105 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-100-105>

© Podgorny S.V., Skripka O.V., Samofalov A.P., Gromova S.N., Chernova V.L., Kravchenko N.S.

Введение/Introduction

Озимая пшеница — важнейшая продовольственная культура в России, где площадь ее посевов постоянно растет.

Одним из крупнейших регионов возделывания озимой пшеницы является Ростовская область. Площади посевов озимой пшеницы в Ростовской области выросли и в последние годы составляют не менее 2500 тыс. га [1].

Расширение площадей озимой пшеницы стало возможным в результате внедрения в сельскохозяйственное производство новых высокопродуктивных сортов, за счет этого выросли и валовые сборы зерна данной культуры.

Увеличение урожайности — наиболее важный критерий при возделывании любой сельскохозяйственной культуры, в том числе и озимой пшеницы. Существуют два основных направления решения этой задачи — создание новых сортов с высоким потенциалом продуктивности и увеличение реализации потенциала зерновой продуктивности сортов агротехническими методами, то есть за счет совершенствования технологий возделывания.

Технология возделывания оказывает большое влияние не только на высокий уровень урожайности, но и на реализацию генетического потенциала продуктивности сорта [2, 3].

Приоритет сорта в формировании урожайности определяется уровнем его генетического потенциала продуктивности, который является первичным и ведущим фактором при формировании урожайности. Поэтому создание и внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков и свойств, — гарантия получения высоких урожаев зерна, а следовательно, и повышения валовых сборов зерна [4, 5].

Цели исследований — создание и внедрение в производство нового сорта мягкой озимой пшеницы для возделывания по парам и лучшим непаровым предшественникам, а также оценка сорта по основным хозяйственно биологическим признакам и свойствам, качественным показателям зерна и муки.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Закладка опытов, фенологические наблюдения, полевые (г. Зерноград, Ростовская обл.) и лабораторные оценки выполнялись согласно Методике государственного испытания сельскохозяйственных культур (2019)¹. Посев питомников и конкурсных испытаний проводили сеялкой Wintersteiger Plotseed (Австрия) с нормой высева 450 шт/м² в шестикратной повторности, учетная площадь делянок — 10 м².

Уборку урожая осуществляли комбайном Wintersteiger Classic (Австрия) в фазу полной спелости. Предшественник — сидеральный пар. В качестве стандарта

использовался сорт озимой мягкой пшеницы Ермак, использующийся в качестве стандарта на ГСИ в Ростовской области.

Показатели качества зерна и муки определялись по методике ГСИ. Метод определения природы — по ГОСТ 10840-2017², стекловидность (оптико-компьютерный метод) — по ГОСТ Р 70629-2023³, количество и качество клейковины — по ГОСТ Р 54478-2011⁴, число падения — по ГОСТ 27676-88⁵, фаренографирование — по ГОСТ ISO 553-1-2013⁶, альвеограф — по ГОСТ Р 51415-99⁷, определение белка — по ГОСТ 10846-91⁸. Математическая и статистическая обработка данных, а также коэффициент вариации — по методике полевого опыта Б.А. Доспехова (2014)⁹.

Для расчетов параметров адаптивности был использован показатель пластичности (bi) по методике С.А. Эберхарта и У.А. Рассела (1966)¹⁰.

Погодные условия в годы исследований различались как по количеству осадков, так и по температурному режиму.

2017/18 сельскохозяйственный год характеризовался жесточайшей засухой в период активной вегетации пшеницы (апрель — июнь). Количество осадков за этот период составило 25,9 мм при среднемноголетней норме 165,3 мм. Среднесуточные температуры воздуха превышали среднемноголетние показатели: в апреле — на 0,8 °С, в мае — на 2,7 °С, в июне — на 3,4 °С. Тем не менее (благодаря хорошему запасам влаги в почве за счет октября — марта) год оказался оптимальным для формирования урожайности по сортам озимой мягкой пшеницы.

2018/19 сельскохозяйственный год отмечен как сложный по погодным условиям (из-за повышенного температурного режима в предпосевной и посевной периоды). Посев проведен поздно, всходы были изреженными и неравномерными, период активной вегетации (апрель — июнь) был засушливым, что сказалось на урожайности зерна (в этот год была получена самая низкая урожайность).

2019/20 сельскохозяйственный год отличался количеством засухи, несмотря на оптимальные условия при посеве. Засуха наблюдалась в осенне-зимний период (октябрь — декабрь) и весной (март — апрель), летний (июнь) и недобором осадков к среднемноголетней на 100,3 мм, 61,5 мм и 32,5 мм соответственно. Во II и III декаду марта, а также в течение всего апреля отмечались заморозки до -7,7 °С, что вместе с отсутствием влаги в почве привело к повреждению растений у сортов, менее устойчивых к этому фактору. Урожайность у сорта Зодиак была 9,37 т/га.

2020/21 сельскохозяйственный год отличался недостаточным количеством осадков осенью — 28,4 мм (21,6%) и зимой — 117,3 мм (80,5%), при повышенном температурном режиме — недостатком влаги в почве. Весна и лето отличались обилием осадков. Весной

¹ Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. Москва. 2019; 190.

² ГОСТ 10840-2017 Метод определения природы. М.: Стандартинформ. 2019; 19.

³ ГОСТ Р 70629-2023 Определение стекловидности оптико-компьютерным методом. М.: Стандартинформ. 2023; 5.

⁴ ГОСТ Р 54478-2011 Метод определения количества и качества клейковины в пшенице. М.: Стандартинформ. 2012; 23.

⁵ ГОСТ 27676-88 Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения. М.: Стандартинформ. 2019; 5.

⁶ ГОСТ (ISO) 5530-1-2013 Физические характеристики теста. Определение фотопоглощения и реологических свойств с применением фарнографа. М.: Стандартинформ. 2019; 12.

⁷ ГОСТ Р 51415-99 Физические характеристики теста. Определение реологических свойств с применением альвеографа. М.: Госстандарт России. 1999; 14.

⁸ ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М.: Стандартинформ. 2009; 9.

⁹ Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. (перераб. и доп.). М.: Альянс. 2014; 351.

¹⁰ Stability parameters for comparing varieties. Crop science. 1966; 1: 126.

выпало 243,9 мм (185,1%), летом — 179,6 мм (103,1%). Сложившиеся погодные условия были неблагоприятными для посева и оптимальными для кущения и развития растений в весенне-летний период, что позволило получить хорошую урожайность (10,40 т/га).

2021/22 сельскохозяйственный год в целом был благоприятным для роста и развития растений, что позволило получить хорошую урожайность у сортов озимых культур. У озимой пшеницы Зодиак она составила 11,14 т/га.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Сорт мягкой озимой пшеницы Зодиак создан методом внутривидовой ступенчатой гибридизации с использованием на последнем этапе скрещиваний в качестве материнской формы короткостебельной линии 1590/04, отцовской — высокопродуктивного сорта Ростовчанка 5. Скрещивание проведено в 2007 году, элитное растение дважды отобрано: в третьем поколении (F_3) в 2010 году и в пятом поколении (F_5) в 2012-м.

Изучение в станционных испытаниях — 2015–2018 гг. Передача на госиспытание — 2018 г. Начало испытаний — 2019 г.

В 2022 году Зодиак включен в Госреестр селекционных достижений по Северо-Кавказскому региону РФ как ценная по качеству зерна пшеница (согласно методике «Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур 2019 г.»).

Сорт Зодиак относится к степной южной экологической группе пшениц. Разновидность — эритроспермум. Тип куста — промежуточный. Колос белый пирамидальный, средней длины (8,5–11,0 см), средней плотности (20–22 колоска на 10 см длины стержня). Ость в средней и верхней частях колоса короткая, средней длины, располагается по всей длине колоса. Колосковая чешуя средняя — длинная, средней ширины, ланцетная, опушение внутренней стороны слабое. Зубец колосковой чешуи средней длины, слегка изогнут. Плечо скошенное, узкое. Киль выражен сильно. Зерновка красная, полуудлиненная, бороздка неглубокая. Масса 1000 зерен — 47–52 г (рис. 1).

Зодиак обладает высоким уровнем продуктивности. В среднем за пять лет изучения (2018–2022 гг.) урожайность по разным предшественникам составила: по сидеральному пару — 9,56 т/га, по гороху — 8,61 т/га, по кукурузе (на зерно) — 6,95 т/га, по подсолнечнику — 5,63 т/га, по озимой пшенице — 6,76 т/га. Превысив стандартный сорт Ермак на 0,68, 1,42, 0,28, 0,49 и 0,28 т/га соответственно (табл. 1).

Рис. 1. Колос и зерно озимой мягкой пшеницы Зодиак (линия 1991/14)

Fig. 1. Head and grain of the winter common wheat variety Zodiak (the line 1991/14)



Таблица 1. Урожайность сорта мягкой озимой пшеницы Зодиак по разным предшественникам, 2018–2022 гг.

Table 1. Productivity of the winter common wheat variety Zodiak sown after various forecrops, 2018–2022

Предшественники	Единица измерения	Зодиак	Ермак, стандарт	± к Ермаку
Сидеральный пар	т/га	9,56	8,88	+0,68
Горох	т/га	8,61	7,19	+1,42
Кукуруза (на зерно)	т/га	6,95	6,67	+0,28
Подсолнечник	т/га	5,63	5,14	+0,49
Озимая пшеница	т/га	6,76	6,48	+0,28

Таблица 2. Показатели экологической пластичности и стабильности, 2018–2022 гг.

Table 2. Parameters of environmental adaptability and stability, 2018–2022

Сорт	Средняя урожайность, т/га	Коэффициент вариации, % (V)	Коэффициент линейной регрессии (bi)	Стабильность (S2di)
Ермак, стандарт	8,88	21,7	1,04	0,10
Зодиак	9,56	18,7	0,96	0,10

Таблица 3. Элементы структуры урожайности сорта мягкой озимой пшеницы Зодиак, 2018–2022 гг.

Table 3. Yield structure elements of the winter common wheat variety Zodiak, 2018–2022

Элемент структуры урожайности	Единица измерения	Зодиак	Ермак, стандарт	± к Ермаку
Продуктивный колосостой	ст/м ²	545	506	+39,0
Продуктивная кустистость	ст/р	2,31	2,14	+0,17
Количество зерен с колоса	шт.	39,8	39,1	+0,70
Масса зерна с одного колоса	г	1,81	1,55	+0,26
Масса 1000 зерен	г	47,3	39,2	+8,1
Озерненность колоса	%	86,1	76,3	+9,9
Выход зерна	%	46,8	40,5	+6,3

Максимальную урожайность сорт сформировал по черному пару в 2018 г. и 2022-м — 11,14 т/га. Это говорит о том, что сорт отличается от стандартного сорта Ермак более высокой и стабильной урожайностью, которую он способен формировать даже при неблагоприятных условиях среды. Согласно индексу условий внешней среды (I_j), самые благоприятные условия для возделывания сложились в 2018 году ($I_j = 1,55$) и 2022-м ($I_j = 1,55$), а самым неблагоприятным был 2019 год ($I_j = -2,95$).

Сорт Зодиак имеет значение регрессии ($bi = 0,96$) и коэффициент вариации ($V = 18,7\%$), что говорит о его высокой пластичности и стабильности. Он также хорошо адаптируется к различным условиям возделывания (табл. 2).

Растения озимой пшеницы сорта Зодиак хорошо кустятся и формируют свою высокую урожайность за счет высокой продуктивности колоса (масса зерна с одного колоса — 1,81 г, количество зерен в колосе — 39,8 шт. при высоком продуктивном колосостое 545 ст/м², озерненность колоса в процентном отношении — 86,1%, выход зерна — 46,8%) (табл. 3).

Отмечено, что уровень урожайности сорта примерно на 65% связана с формированием количества колосов на единицу площади (продуктивным колосостоем) [6]. Зодиак обладает высокой компенсационной способностью за счет высокой продуктивности колоса, которая обеспечивается как высокой озерненностью (86,1%), так и повышенной массой 1000 зерен (47,3 г).

Таблица 4. Степень адаптивности к температурным стрессам сорта озимой пшеницы Зодиак, 2018–2022 гг.

Table 4. Temperature stress adaptability degree of the winter common wheat variety Zodiak, 2018–2022

Сорт	Засухоустойчивость		Жаростойкость		Индекс засухоустойчивости, отн. ед.
	Всхо-жесть, %	Группа устойчи-вости	Всхо-жесть, %	Группа устойчи-вости	
Ермак, st	73,2	I	85,2	I	207,3
Зодиак	80,2	I	93,7	I	193,4

Таблица 5. Характеристика сорта озимой мягкой пшеницы Зодиак по адаптивным свойствам и признакам, 2018–2022 гг.

Table 5. Characteristics of the winter common wheat variety Zodiak according to adaptive properties and traits, 2018–2022

Показатели	Ермак, стандарт	Зодиак	± к Ермаку
Высота растений, см	104,1	96,1	-8,0
Устойчивость к полеганию, балл	4,5	4,9	+0,1
Поражение бурой ржавчиной, %	сл-15	0–5	–
Поражение мучнистой росой, балл	1–3,0	1–1,5	–
Поражение септориозом, %	40–50	30–40	–
Морозостойкость, %	69,4	81,5	+12,1
Натура зерна, г/л	769	805	+36,0
Содержание белка, %	13,3	13,9	+0,60
Содержание клейковины, %	25,4	27,4	+2,0
Группа клейковины ИДК, е. п.	65-I	67-I	+2,0
Хлебопекарная сила муки, е. а.	190	255	+65,0
Объемный выход хлеба из 100 г муки, см ³	720	700	-20,0
Общая оценка хлеба, балл	4,5	4,4	-0,3
Валориметрическая оценка, е.п.	84	79	-5,0
SDS-седиментация, мл	60	59	-1,0

Для урожайности свыше 6 т/га необходимо иметь не менее 500 колосьев на 1 м². Поэтому важным условием увеличения густоты стеблестоя является ранняя весенняя азотная подкормка. Этот агроприем может увеличить количество колосьев на 1 м² у сорта Зодиак на 100–150 шт. [7].

Сорт Зодиак (по наблюдениям 2018–2022 гг.) обладает высоким уровнем адаптивности по урожайности, который обеспечивается его устойчивостью к лимитирующим факторам региона, в первую очередь к засухе. Большая часть сортов озимой пшеницы, которые возделываются в Ростовской области, обладают средним уровнем засухоустойчивости и жаростойкости. Данный сорт обладает высоким уровнем засухоустойчивости — как в период налива и созревания зерна, так и в начальный период развития растений при набухании проростков семян, появлении всходов.

Этот сорт в начальные фазы развития растений в лабораторных условиях по степени прорастания семян на растворах осмотиков показал высокую засухоустойчивость (80,2%) и жаростойкость (93,7%), превысив стандарт на 7% и 8,5% соответственно (табл. 4).

Результаты, полученные в условиях «засушника», о высоком уровне жаростойкости и засухоустойчивости сорта Зодиак подтверждаются и урожайностью, полученной в полевых условиях. В жесточайшем (по засухе в период налива и созревания зерна) 2018 году урожайность сорта Зодиак: по сидеральному пару — 11,33 т/га, по кукурузе (на зерно) — 7,24 т/га, по подсолнечнику — 5,85 т/га. У сорта Ермак эти показатели 10,4, 6,7 и 5,37 т/га соответственно.

Сорт Зодиак обладает рядом положительных признаков и свойств (табл. 5).

Он относится к группе среднеранних сортов, колосится и созревает одновременно со стандартным

сортом Ермак, продолжительность вегетационного периода — 250–260 дней, низкостебельный, высота растений — 89–97 см, обладает высокой устойчивостью к полеганию и осыпанию зерна в колосе. По устойчивости к полеганию Зодиак превышает как родительские формы линии 1590/04 и сорт Ростовчанку 5, так и стандарт Ермак.

Несмотря на то что климат меняется, зимы становятся теплее. Вторым негативным стрессовым фактором для озимых пшениц является перезимовка в полевых условиях (низкие температуры на глубине залегания узла кущения, отсутствие снежного покрова, ледяные корки, выпирание и т. д.), поэтому создание сортов, обладающих высоким уровнем морозостойкости, остается одним из основных направлений селекции озимой пшеницы [8, 9].

Зодиак сочетает свою низкостебельность с морозостойкостью. Так, при промораживании в КНТ-1 при температуре -19 °С у сорта в среднем за пять лет изучения сохранилось 81,5% живых растений, а у стандарта Ермак — 69,4%.

В мировой селекции защита посевов от болезней осуществляется путем создания толерантных и устойчивых сортов [10]. Особенно они необходимы в использовании против болезней листовых зерновых культур, так как другие меры борьбы в этом случае непрактичны. Устойчивые сорта служат идеальным методом борьбы, сдерживающим эпифитотии, повышающим урожай и улучшающим экологическую среду в целом [11].

Новый сорт Зодиак характеризуется высокой устойчивостью к основным листовым болезням пшеницы (бурой и желтой ржавчинам) — до 5%, среднеустойчив к мучнистой росе (1–1,5 балла). Меньше, чем стандарт, поражается септориозом (20–30%). Это преимущество сорта проявляется у него в годы эпифитотий листовых болезней.

Сорт Зодиак способен формировать зерно высокого качества. Он формирует хорошо выполненное зерно объемной массой 800–820 г/л, при ухудшении условий выращивания — пропашные предшественники, поздние сроки сева, несбалансированное минеральное питание, объемная масса может уменьшаться до 790 г/л. Среднее содержание белка в зерне за пять лет изучения по сидеральному пару составила 14,15%, клейковины — 28,5%, качество клейковины (ИДК) 67 е. п. — I группа. Хлебопекарная сила муки — 255 е. а., объемный выход хлеба из 100 г муки — 700 см³, общая хлебопекарная оценка — 4,4 балла, валориметрическая оценка теста — 79 е. ф., показатель SDS-седиментации — 59 мл (табл. 6). Генотипическая формула глина — 4.1.7 + 1.3.2.1.

Сорт внесен в список ценных сортов пшеницы РФ (Государственный реестр селекционных достижений РФ на 2023 год).

Таблица 6. Качество зерна и муки озимой мягкой пшеницы Зодиак, 2018–2022 гг.

Table 6. Quality of grain and flour of the winter common wheat variety Zodiak, 2018–2022

Показатели	Ермак, стандарт	Зодиак	± к Ермаку
Натура зерна, г/л	769	805	+36,0
Содержание белка, %	13,30	14,15	+0,85
Содержание клейковины, %	25,4	28,5	+3,1
Группа клейковины ИДК, е. п.	65-I	67-I	+2,0
Хлебопекарная сила муки, е. а.	190	255	+65,0
Объемный выход хлеба из 100 г муки, см ³	720	700	-20,0
Общая оценка хлеба, балл	4,5	4,4	-0,3
Валориметрическая оценка, е. п.	84	79	-5,0
SDS-седиментация, мл	60	59	-1,0

Исследования позволили выявить, что в сорте Зодиак удачно сочетаются урожайность, качество, морозостойкость с другими ценными признаками и свойствами.

Сорт рекомендуется для возделывания по предшественникам черным и сидеральный пар, горох, многолетние травы. Сроки посева — оптимальные для зон допуска, норма высева — 4–5 млн всхожих зерен на 1 га.

Выводы/Conclusion

Созданный в ФГБНУ «АНЦ «Донской»» новый сорт озимой мягкой пшеницы Зодиак обладает высоким потенциалом зерновой продуктивности в разные по погодным условиям годы, а также и по разным предшественникам. Высокую и стабильную урожайность сорт обеспечивает за счет высокой морозостойкости, засухоустойчивости, жаростойкости и устойчивости

к основным листовым болезням пшеницы. Качество зерна и муки соответствует требованиям (согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур «Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур 2019 г.») на ценные пшеницы.

Сорт Зодиак внесен в Государственный реестр селекционных достижений с 2022 года для возделывания в Северо-Кавказском регионе РФ. Высокая урожайность и устойчивость сорта к биотическим и абиотическим факторам среды позволят повысить валовые сборы высококачественного зерна.

Таким образом, для повышения валовых сборов зерна высокого качества необходимо своевременно проводить сортомену и шире использовать новые сорта озимой мягкой пшеницы, в том числе и Зодиак.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фирсова Т.И., Раева С.А. Использование сортовых ресурсов озимой пшеницы в Ростовской области. *Зерновое хозяйство России*. 2017; (6): 43–48. <https://www.elibrary.ru/zxjnv>
2. Гаева З.А. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от климатических факторов в эрозивно опасных условиях Ростовской области. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018; (4): 73–75. <https://www.elibrary.ru/xykuh>
3. Сухоруков А.Ф., Сухоруков А.А. Селекция озимой пшеницы на засухоустойчивость в Среднем Поволжье. *Аграрная наука*. 2017; (5): 15–18. <https://www.elibrary.ru/ysvnp>
4. Жученко А.А. Роль селекции и семеноводства растений в адаптивной системе сельскохозяйственного природопользования. *Развитие научных идей академика Петра Ивановича Лисицына. Сборник статей*. М.: ВНИИМП. 2003; 88–121.
5. Хлесткина Е.К. и др. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием условий внешней среды: современные возможности улучшения качества зерна и хлебопекарной продукции (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2017; 52(3): 501–514. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.501rus>
6. Пискарев В.В., Зуев Е.В., Брыкова А.Н. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Новосибирской области. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018; 22(7): 784–794. <https://doi.org/10.18699/VJ18.422>
7. Аленин П.Г., Кухарев О.Н., Кшникаткин С.А. Ресурсосберегающие адаптивные приемы в технологии возделывания зерновых культур. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017; (2): 6–14. <https://www.elibrary.ru/yzhoxb>
8. Ковтун В.И. Новые высокопродуктивные зимоморозостойкие сортаобразцы озимой мягкой пшеницы. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2016; (3): 30–32. <https://www.elibrary.ru/wgxtln>
9. Сандухадзе Б.И. Развитие и результаты селекции озимой пшеницы в центре Нечерноземья. *Достижения науки и техники АПК*. 2016; 30(9): 15–18. <https://www.elibrary.ru/wrrgmp>
10. Mishra A.N., Shirsekar G.S., Yadav S., Kaushal K., Dubey V.G., Sai Prasad S.V. Sources of resistance to Indian pathotypes of *Puccinia graminis tritici* and *P. trititica* in durum wheat. *Plant Breeding*. 2015; 134(5): 508–513. <https://doi.org/10.1111/pbr.12295>

REFERENCES

1. Firsova T.I., Raeva S.A. The use of the varietal resources of winter wheat in the Rostov region. *Grain Economy of Russia*. 2017; (6): 43–48 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/zxjnv>
2. Gaeyava Z.A. Winter wheat yields, depending on climatic factors in erosion-dangerous conditions of Rostov region. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018; (4): 73–75 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/xykuh>
3. Sukhorukov A.F., Sukhorukov A.A. Selection of winter wheat for drought tolerance in the Middle Volga region. *Agrarian science*. 2017; (5): 15–18 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ysvnp>
4. Zhuchenko A.A. The role of plant breeding and seed production in the adaptive system of agricultural nature management. *Development of scientific ideas of Academician Petr Ivanovich Lisitsyn. Collection of articles*. Moscow: V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences. 2003; 88–121 (In Russian).
5. Khlestkina E.K. et al. Modern opportunities for improving quality of bakery products via realizing the bread wheat genetic potential-by-environment interactions (review). *Agricultural Biology*. 2017; 52(3): 501–514 (In Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.501rus>
6. Piskarev V.V., Zuev E.V., Brykova A.N. Sources for the breeding of soft spring wheat in the conditions of Novosibirsk region. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektii. Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018; 22(7): 784–794 (In Russian). <https://doi.org/10.18699/VJ18.422>
7. Alenin P.G., Kukharev O.N., Kshnikatkin S.A. Resource-saving adaptive methods in the technology of grain crops cultivation. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2017; (2): 6–14 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yzhoxb>
8. Koftun V.I. New highly productive winter-frost hardy samples of soft winter wheat varieties. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2016; (3): 30–32 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/wgxtln>
9. Sandukhadze B.I. Development and results of breeding of winter wheat in the center of the Nonblack Earth belt. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016; 30(9): 15–18 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/wrrgmp>
10. Mishra A.N., Shirsekar G.S., Yadav S., Kaushal K., Dubey V.G., Sai Prasad S.V. Sources of resistance to Indian pathotypes of *Puccinia graminis tritici* and *P. trititica* in durum wheat. *Plant Breeding*. 2015; 134(5): 508–513. <https://doi.org/10.1111/pbr.12295>

11. Aoun M., Rouse M.N., Kolmer J.A., Kumar A., Elias E.M. Genome-Wide Association Studies Reveal All-Stage Rust Resistance Loci in Elite Durum Wheat Genotypes. *Frontiers in Plant Science*. 2021; 12: 640739. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.640739>

ОБ АВТОРАХ

Сергей Викторович Подгорный,

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа,
podgorny128@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8438-1327>

Ольга Викторовна Скрипка,

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа,
<https://orcid.org/0000-0002-6183-8312>

Александр Петрович Самофалов,

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа,
<https://orcid.org/0000-0002-1709-2808>

Светлана Николаевна Громова,

кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа,
<https://orcid.org/0000-0002-8627-279X>

Валентина Леонидовна Чернова,

агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа,
<https://orcid.org/0000-0002-0451-2711>

Нина Станиславовна Кравченко,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимической, технологической и агрохимической оценки,
<https://orcid.org/0000-0003-3388-1548>

Аграрный научный центр «Донской»,
ул. Научный городок, 3, Зерноград, Ростовская обл., 347740,
Россия

11. Aoun M., Rouse M.N., Kolmer J.A., Kumar A., Elias E.M. Genome-Wide Association Studies Reveal All-Stage Rust Resistance Loci in Elite Durum Wheat Genotypes. *Frontiers in Plant Science*. 2021; 12: 640739. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.640739>

ABOUT THE AUTHORS

Sergey Viktorovich Podgorny,

Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the Laboratory of breeding and seed production of winter soft wheat of intensive type,
podgorny128@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8438-1327>

Olga Viktorovna Skripka,

Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the Laboratory of breeding and seed production of winter soft wheat of intensive type,
<https://orcid.org/0000-0002-6183-8312>

Aleksandr Petrovich Samofalov,

Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the Laboratory of breeding and seed production of winter soft wheat of intensive type,
<https://orcid.org/0000-0002-1709-2808>

Svetlana Nikolaevna Gromova,

Candidate of Agricultural Sciences, Junior researcher at the Laboratory of breeding and Seed production of winter soft wheat of intensive type,
<https://orcid.org/0000-0002-8627-279X>

Valentina Leonidovna Chernova,

Agronomist of the laboratory of breeding and seed production of winter soft wheat of intensive type,
<https://orcid.org/0000-0002-0451-2711>

Nina Stanislavovna Kravchenko,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Biochemical, Technological and Agrochemical Assessment,
<https://orcid.org/0000-0003-3388-1548>

Agricultural Research Center «Donskoy»,
3 Nauchny Gorodok, Zernograd, Rostov region, 347740, Russia

А.А. Янышина

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

✉ ayanyshina@mail.ruПоступила в редакцию:
20.03.2023Одобрена после рецензирования:
14.09.2023Принята к публикации:
27.09.2023

Antonina A. Yanyshina

Federal Scientific Center of Bast Crops, Tver, Russia

✉ ayanyshina@mail.ruReceived by the editorial office:
20.03.2023Accepted in revised:
14.09.2023Accepted for publication:
27.09.2023

Особенности размножения сортовой примеси масличного льна в разреженных посевах льна-долгунца в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации

РЕЗЮМЕ

Актуальность. При проведении сортовой идентификации партий семян льна-долгунца, производимых в научно-исследовательских учреждениях Российской Федерации, периодически выявляли нетипичные для проверяемых сортов растения. Их принадлежность к механической сортовой примеси подтверждена в некоторых случаях результатами тестирования по потомству.

Цель работы — уточнить показатель сортовой чистоты семян льна-долгунца категорий «оригинальные семена» (ОС) и «элитные семена» (ЭС) в ГОСТ Р 52325-2005.

Методы. Исследования проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в Тверской области. Объектом исследования были семена льна-долгунца коричневосемянного сорта Антей (контроль) и желтосемянного сорта масличного льна ЛМ 98 (сортовая примесь). Площадь учетной делянки — 1 м². Нормы высева — от 5 до 12 млн семян на 1 га (в зависимости от репродукции).

Результаты. Установлено, что засорение семян льна-долгунца сортовой примесью в количестве 0,2–1% не повлияло на урожайность льнопродукции. В процессе репродукции семян в посевах категории ОС содержание семян примеси увеличилось на 0,1%, 0,2% и 1% при исходном засорении — на 0,2%, 0,4%, 0,7% и 1%. В остальных вариантах оно осталось на уровне исходного засорения. В посевах категории ЭС отмечено значительное увеличение количества семян примеси (от 0,5 до 0,9%), кроме варианта с начальным засорением (0,2%), где ее содержание осталось на исходном уровне. На основании результатов исследований предложено снизить показатель сортовой чистоты семян льна-долгунца в ГОСТ Р 52325-2005 для категории ОС до 99,7%, ЭС — до 99%.

Ключевые слова: лен-долгунец, лен масличный, партия семян, категория семян, сортовая чистота, сортовая примесь, оригинальные семена, элитные семена

Для цитирования: Янышина А.А. Особенности размножения сортовой примеси масличного льна в разреженных посевах льна-долгунца в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 106–110. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-106-110>

© Янышина А.А.

Peculiarities of propagation of varietal admixture of oilseed flax in sparse crops of fiber flax in the conditions of the North-Western region of the Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. In course of the varietal identification of fiber flax seeds lots produced in research institutions of the Russian Federation, plants atypical for the varieties tested were periodically identified. Their belonging to a mechanical varietal impurity (rogue) was confirmed, in some cases, by the results of the progeny check.

The purpose of the work is to clarify the indicator of varietal purity of flax seeds of the categories «original seeds» (OS) and «elite seeds» (ES) in GOST R 52325-2005.

Methods. Trials were carried out on sod-podzolic medium loamy soil in the Tver region. The study objects included seeds and plants of brown seed fiber flax variety Antey (control) and yellow-seed variety of oilseed flax LM 98 (rogue). The area of the accounting plot is 1 m². Seeding rates are from 5 to 12 million seeds per 1 ha (depending on reproduction).

Results. It was found that varietal contamination of flax seeds with rogue in the amount of 0.2–1% did not affect the yield of flax products. In the process of seed reproduction in crops of the OS category, the content of impurity seeds increased by 0.1%, 0.2% and 1% with initial clogging — by 0.2%, 0.4%, 0.7% and 1%. In other variants, it remained at the level of the initial blockage. In the crops of the ES category, a significant increase in the amount of impurity seeds (from 0.5 to 0.9%) was noted, except for the variant with initial clogging (0.2%), where its content remained at the initial level. Based on the research results, it was proposed to reduce the varietal purity of flax seeds in GOST R 52325-2005 for the category «OS» to 99.7%, «ES» — to 99%.

Key words: fiber flax, oilseed flax, seed lot, category of seeds, varietal purity, rogue, breeder's seeds, elite seeds

For citation: Yanyshina A.A. Peculiarities of propagation of varietal admixture of oilseed flax in sparse crops of fiber flax in the conditions of the North-Western region of the Russian Federation. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 106–110 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-106-110>

© Yanyshina A.A.

Введение/Introduction

Пригодность сортовых посевов для использования на семенные цели определяется состоянием их сортовых и посевных качеств. В соответствии с Федеральным законом «О семеноводстве»¹ сортовая чистота проверяется на соответствие растений в посевах характерным для данного сорта морфологическим признакам посредством апробации посевов. В разреженных посевах льна-долгунца высших категорий (ОС и ЭС) формируются более низкорослые и многокоробочные растения (по сравнению с загущенными посевами последующих репродукций). Это значительно усложняет выявление в них не только долгунцовых, но и биологических примесей межеумочного типа. Из-за морфологической схожести сортов льна-долгунца невозможно визуально определить наличие наиболее распространенной в посевах сортовой примеси долгунцового типа [1].

Причиной появления сортовой примеси в семеноводческих посевах чаще всего является нарушение требований к сортовым посевам сельскохозяйственных культур, в том числе несоблюдение технологий производства семян, норм пространственной изоляции или разделительных полос, минимального интервала времени между посевами [2]. При этом может произойти механическое засорение партии семян семенами другого сорта либо естественная гибридизация вследствие переноса пыльцы с растений других сортов или разновидностей культуры [3–6].

Лен является самоопылителем. Но естественная гибридизация у него, по данным С.В. Зеленцова, может достигать 0,15–0,87% [7]. Нарушение генетической однородности сортов льна-долгунца может быть связано также с абиотическими факторами (продолжительностью светового дня, повышенной солнечной активностью, засухой, кислотностью почвы) и другими [8–12].

Причиной появления биологической сортовой примеси в посевах льна-долгунца может быть продвижение в Северо-Западный регион России — зону долгунцового льноводства — посевов раннеспелых сортов масличного льна. Этому в большой степени способствует повышенный спрос на семена льна технического и пищевого назначения. Наличие сортовой примеси нарушает однообразие сорта, а при содержании ее в семенах 16% и более снижает урожай и качество льнопродукции [2].

В настоящее время требования ГОСТ Р 52325-2005² к сортовой чистоте семян льна-долгунца сохранились на уровне требований ГОСТ 12388-76³, действовавшего в СССР с середины 70-х годов прошлого столетия. Для категорий семян ОС и ЭС они являются очень высокими и составляют 100%. Это значительно выше требований к сортовым качествам семян культуры в других государствах. Например, в Республике Беларусь сортовая чистота посевов категории ОС у льна-долгунца должна составлять не менее 99,7%, ЭС — не менее 99%⁴. В национальном стандарте Украины ДСТУ-2240-93 Семена сельскохозяйственных культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия⁵ требования к сортовой чистоте семян категории ОС соответствуют национальному российскому ГОСТ Р 52325-2005² и составляют не менее 100%, категории ЭС — не менее 99,5%.

Такие высокие требования к ОС и ЭС были обоснованы для семеноводства льна-долгунца в 60–70-х годах прошлого столетия. В то время в Российской Федерации первичным семеноводством льна-долгунца занимались 22 научно-исследовательских и опытных учреждения (НИУ РФ). Каждое учреждение проводило первичное семеноводство по одному сорту. С двумя или тремя сортами могли работать в учреждениях — оригинаторах сортов, имеющих соответствующую материальную базу (для каждого сорта были свой набор сельскохозяйственных машин и отдельные помещения для работы с семенами). В настоящее время количество НИУ РФ, занимающихся первичным семеноводством культуры, сократилось до пяти, а их материальная база практически не изменилась. При этом количество сортов, находящихся в процессе первичного семеноводства, осталось на прежнем уровне — ежегодно 25–27. Не случайно при сортовой идентификации партий семян НИУ РФ, ежегодно проводимой в Институте льна, периодически выявляли нетипичные для проверяемых сортов растения долгунцового типа. По результатам тестирования по потомству в некоторых случаях подтверждена принадлежность их к механической сортовой примеси.

Знания о динамике размножения сортовой примеси в разреженных семеноводческих посевах позволяют не только определить сроки использования семян в производстве, но и научно обосновать показатели сортовой чистоты для семян льна-долгунца в ГОСТ Р 52325-2005². Это позволит исключить перевод семян категории ОС в первую репродукцию при незначительном содержании в них сортовой примеси, что не влияет на урожайность и качество льнопродукции [2]. В дальнейшем это сохранит площади посевов высших репродукций и будет способствовать более быстрому внедрению новых сортов в производство. Выбракровка 1 га посева маточной элиты (2 года) (ОС) и перевод семян в I репродукцию (РС I) приводят к потере 40 тыс. рублей за счет снижения стоимости семян (в сложившихся на 2022 год ценах) и (в перспективе) к значительному сокращению площади посева I репродукции.

Цель исследований — с помощью сортовой примеси желтосемянного масличного льна изучить динамику размножения ее в семенах льна-долгунца при последовательном пересеве в посевах категорий ОС и ЭС.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Полевые эксперименты проводили в 2015 и 2018–2022 годах на базе опытного поля Федерального научного центра лубяных культур в Северо-Западном регионе Российской Федерации (Тверская обл.). Объектом исследования являлись семена льна-долгунца Антей с коричневыми семенами (контроль). Их засоряли семенами желтосемянного сорта масличного льна ЛМ 98 (сортовая примесь) в соответствии со схемой опыта (табл. 1).

Полученные образцы семян последовательно пересевали в течение шести лет в питомниках размножения семян 1-го и 2-го года, маточной элиты 1-го и 2-го года,

¹ Федеральный закон «О семеноводстве» от 30.12.2021 № 454-ФЗ.

² ГОСТ Р 52325-2005 Семена сельскохозяйственных культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия. М.: Стандартиформ. 2005.

³ ГОСТ 12388-76 Семена льна-долгунца. Посевные качества. Технические условия. М.: Издательство стандартов. 1977.

⁴ Кадыров М.А., Халецкий С.П., Васьюк П.П. и др. Инструкция по апробации сортовых посевов сельскохозяйственных культур. Минск: ИВЦ Минфина. 2004; 154.

⁵ ДСТУ 2240-93 Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови. Держстандарт України, 1994.

Таблица 1. Схема опыта
Table 1. Scheme of experience

Номера вариантов	Содержание семян, %	
	сорта	сортовой примеси
1 (контроль)	100	0
2	0	100
3	99,8	0,2
4	99,7	0,3
5	99,6	0,4
6	99,5	0,5
7	99,3	0,7
8	99,0	1,0

суперэлиты (категория ОС) и элиты (ЭС). Нормы высева семян изменялись в соответствии с методическими указаниями по первичному семеноводству и составили по годам размножения, соответственно, 5, 6, 8, 8, 10 и 12 млн шт. на 1 га⁶. Площадь учетной делянки — 1 м², повторность четырехкратная⁷. Посевные и сортовые качества семян, используемых в исследованиях, соответствовали категории ОС. Урожайность льнопродукции учитывали сплошным методом, содержание сортовой примеси в урожае — весовым. Посевные качества семян определяли по ГОСТ 12036-85⁸, 12037-81⁹, 12038-84¹⁰, 12042-80¹¹. Математическая обработка результатов исследований проведена по Б.А. Доспехову¹².

Исследования проводили на окультуренной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. По основным агрохимическим показателям почвенные условия были благоприятны для льна. Содержание подвижного фосфора — очень высокое (234—290 мг/кг), калия — среднее (85—105 мг/кг), гумуса — низкое (1,14—1,6%), кислотность почвы (рН солевой вытяжки) — 4,50—4,95. Предшествующая культура — однолетние травы. Технология возделывания — общепринятая.

Погодные условия вегетационных периодов оценивали по данным Торжокской метеостанции Тверской области. Метеорологические условия проведения исследований значительно различались по годам. Наиболее благоприятными для получения высоких урожаев семян были 2015, 2019 и 2021 годы. Гидротермические коэффициенты (ГТК) вегетационных периодов этих лет составили, соответственно, 1,38, 1,81 и 1,05. Избыточно увлажненные условия 2018 и 2020 годов были следствием неравномерного выпадения осадков. Штормовое количество осадков в течение суток выпадало в июне 2018 года (29,9 мм), в июле 2020 года (27,6 мм и 25,4 мм — в фазу цветения и завязывания семян), в результате чего снизилась урожайность семян. Для получения волокнистой продукции наиболее благоприятными были погодные условия 2015, 2018 и 2019 годов. Критический период роста и развития растений льна (фаза быстрого роста, которая приходится на II и III декады июня) был неблагоприятным в 2022 году.

Гидротермический коэффициент его — 0,9. Из-за дефицита влаги в почве сформировались низкорослые мало-развитые растения, что привело к снижению урожайности волокнистой продукции и семян.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Продуктивность растений льна-долгунца формируется под влиянием биотических и абиотических факторов. Из биотических факторов наиболее значимый — способность сорта обеспечить получение высокого урожая льнопродукции. Анализ полученных в полевых опытах растений по морфологическим признакам показал, что контроль превышал сортовую примесь по высоте растений от 16,5 до 33,3%, уступал ей по количеству коробочек в пересчете на одно растение от 14,2 до 37,1%. По содержанию волокна в стеблях контроль превосходил сортовую примесь от 3,6 до 11,6% (абс.). Следовательно, контроль превосходил сортовую примесь по волокнистой продуктивности, но уступал по семенной.

Важнейшим показателем при оценке партии семян в качестве посевного материала являются ее урожайные качества. Результаты определения урожайности семян в полевом эксперименте (табл. 2) свидетельствуют о высокой урожайности семян в целом. При этом прослеживается довольно сильная зависимость ее от погодных условий. Сортовая примесь масличного льна только в слабозасушливых условиях 2015 года достоверно превысила контроль по данному признаку на 12,1 ц/га, в остальной период наблюдений урожайность семян ее была на уровне контроля, отклоняясь незначительно (от -0,5 до 0,9 ц/га). Фактор сортового засорения не оказал влияния на урожайность семян в опыте.

Как следует из таблицы 3, урожайность соломы льна также различалась по годам в зависимости от погодных условий. Контроль на протяжении всего эксперимента имел достоверно более высокую урожайность соломы в опыте по сравнению с сортовой примесью (на 12,6—28,7 ц/га). Даже в 2022 году, крайне неблагоприятном для роста и развития растений, масличный лен

Таблица 2. Урожайность семян в опыте, ц/га ± к контролю
Table 2. Seed yield in the experiment, c/ha ± to control

Исходное содержание сортовой примеси, %	Категории семян					
	оригинальные семена					элитные семена
	Проведение исследований					
	2015 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
	питомник размножения 1-го года	питомник размножения 2-го года	маточная элита 1-го года	маточная элита 2-го года	суперэлиты	элиты
0 (контроль)	20,2	8,8	15,2	8,4	11,9	8,3
100 (сортовая примесь)	+12,1	-0,3	+0,9	-0,5	+0,5	+0,3
0,2	-0,7	+0,7	+1,3	+0,2	-0,5	+0,1
0,3	+0,4	+0,2	-0,3	-0,4	-0,7	-0,5
0,4	+0,5	0	-0,8	+0,2	-0,8	+0,2
0,5	-1,8	-0,4	-0,6	+0,9	+0,6	+0,5
0,7	+0,2	+0,5	-0,6	+1,2	+1,5	-0,3
1,0	-0,2	0	+0,2	-0,4	-0,4	+0,5
НСР ₀₅ , ц/га	2,53	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$

⁶ Понажев В.П., Павлова Л.Н., Рожмина Т.А. Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца. Методические указания. 2014; 92–94.

⁷ Долгов Б.С., Ковалев В.Б. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. Торжок. 1978; 73.

⁸ ГОСТ 12036-85 Семена сельскохозяйственных культур. Правила приемки и методы отбора проб.

⁹ ГОСТ 12037-81 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян.

¹⁰ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

¹¹ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян.

¹² Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Агропромиздат. 2011; 251.

Таблица 3. Урожайность соломы в опыте, ц/га \pm к контролю
Table 3. Straw yield in the experiment, c/ha \pm to control

Исходное содержание сортовой примеси, %	Категории семян					
	оригинальные семена					элитные семена
	Проведение исследований					
	2015 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
	питомник размножения 1-го года	питомник размножения 2-го года	маточная элита 1-го года	маточная элита 2-го года	суперэлита	элита
0 (контроль)	62,5	56,9	62,1	41,2	44,8	22,6
100 (сортовая примесь)	-12,6	-14,6	28,7	-16,3	-13,0	-8,3
0,2	-0,4	-3,1	+5,8	+0,7	-1,7	-0,7
0,3	+4,5	-3,4	-2,5	-1,4	-4,6	-2,0
0,4	+0,2	-5,9	-1,1	+1,1	-2,1	+0,5
0,5	-2,4	-2,8	-2,2	+5,5	-4,2	+0,1
0,7	+1,4	-1,1	-2,9	+0,6	+0,2	-2,2
1,0	+0,1	-3,8	+0,1	-0,1	-0,8	-0,6
НСР ₀₅ , ц/га	8,09	6,70	8,24	7,00	6,33	3,6

Таблица 4. Содержание семян с маркерным признаком, % \pm к исходному содержанию
Table 4. The content of seeds with a marker sign, % \pm to the initial content

Исходное содержание сортовой примеси, %	Категории семян					
	оригинальные семена					элитные семена
	Проведение исследований					
	2015 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
	питомник размножения 1-го года	питомник размножения 2-го года	маточная элита 1-го года	маточная элита 2-го года	суперэлита	элита
0 (контроль)	0	0	0	0	0	0
100 (сортовая примесь)	0	0	0	0	0	0
0,2	+0,1	+0,2	+0,3	+0,3	+0,2	0
0,3	0	+0,1	+0,2	-0,1	0	+0,5
0,4	+0,1	+0,1	+0,3	+0,1	+0,1	+0,5
0,5	+0,1	+0,1	+0,2	-0,1	0	+0,6
0,7	+0,1	+0,1	+0,2	+0,2	+0,1	+0,7
1,0	+0,4	+0,3	+1,9	+1,2	+1,0	+0,9
r (коэффициент корреляции)	0,833	0,531	0,705	0,634	0,660	0,877

достоверно уступал по урожайности соломы долгунцовому контролю на 8,3 ц/га. Сортовое засорение не позволило получить достоверных различий по данному признаку между вариантами с засорением и контролем.

Использование в качестве засорителя сортовой примеси с маркерным признаком позволило изучить динамику ее размножения в посевах в течение шестилетнего пересева семян. В таблице 4 приведен анализ семян в урожае по их окраске. Содержание семян сортовой примеси масличного льна в урожае в сильной степени зависело от погодных условий вегетационного периода. В годы со слабозасушливыми или близкими к ним условиями наблюдалось увеличение количества семян сортовой примеси в урожае от 0,1 до 0,3% по сравнению с исходным засорением. Наиболее быстро сортовая примесь размножалась в варианте с начальным засорением в 1%. В нем прирост количества семян сортовой примеси составлял от 0,4 до 1,9% за вегетационный период. И наоборот, пониженные температуры и большое количество осадков приводили к сокращению количества семян сортовой примеси в урожае по сравнению с предыдущим годом.

В результате исследований установлено, что в процессе репродукции семян в посевах категории ОС в питомнике суперэлиты содержание семян сортовой примеси увеличилось на 0,1%, 0,2% и 1% в вариантах с исходным засорением 0,2%, 0,4%, 0,7% и 1%.

В остальных вариантах оно осталось на уровне исходного засорения. В питомнике элиты отмечено значительное увеличение количества семян сортовой примеси от 0,5 до 0,9%, за исключением варианта с начальным засорением в 0,2%, в котором ее содержание осталось на исходном уровне. Этому в большой степени способствовали засушливые погодные условия вегетационного периода 2022 года (ГТК 0,87), более благоприятные для формирования семенной продуктивности масличного льна по сравнению с прядильным. Корреляционный анализ зависимости между содержанием семян сортовой примеси в исходных семенах и урожае показал, что она была преимущественно средней. Сильная зависимость между признаками выявлена в 2015 г. и 2022-м, по-видимому, наиболее благоприятных для семенной продуктивности масличного льна.

Посевные качества полученных в урожае семян сортов Антей и ЛМ 98 соответствовали требованиям категорий ОС и ЭС ГОСТ Р 52325-2005.

Таким образом, динамика размножения сортовой примеси масличного льна в разреженных посевах льна-долгунца в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации в значительной степени зависела от погодных условий вегетационного периода и количества лет репродукции. Выпадение большого количества осадков в критический для завязывания и формирования семян период не увеличило содержания сортовой примеси в урожае в 2018 году, а в 2020-м и 2021-м ее количество даже уменьшилось по сравнению с 2019 годом. В 2022 году, несмотря на слаборазвитый стеблестой льна, в опыте отмечено увеличение содержания семян сортовой примеси, чему в большой степени способствовали засушливые условия вегетационного периода.

Выводы/Conclusion

Сортовое засорение семян льна-долгунца семенами масличного льна в количестве 0,2–1% не оказало влияния на урожайность льнопродукции. В процессе репродукции семян в посевах категории ОС содержание семян сортовой примеси увеличилось на 0,1%, 0,2% и 1% в вариантах с исходным засорением 0,2%, 0,4%, 0,7% и 1%. В остальных вариантах оно осталось на уровне исходного засорения. В посевах категории ЭС отмечено значительное увеличение количества семян сортовой примеси от 0,5 до 0,9%, за исключением варианта с начальным засорением в 0,2%, в котором ее содержание осталось на исходном уровне. На основании полученных экспериментальных данных рекомендовано снизить показатель сортовой чистоты для категории оригинальных семян льна-долгунца в ГОСТ Р 52325-2005 до 99,7%, элитных — до 99%.

Автор несет ответственность за работу, представленные данные и ответственность за плагиат.

The author is responsible for the work, the data presented and responsibility for plagiarism.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ по теме FGSS-2019-2016.

FUNDING

The research was carried out within the framework of the State Task of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation on the topic FGSS-2019-2016.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Янышина А.А. Мониторинг содержания сортовой примеси в питомниках первичного и элитного семеноводства льна-долгунца. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; (4): 85–90. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-4-85-90>
2. Янышина А.А., Понажев В.П. Динамика размножения сортовой примеси в семенах льна-долгунца в процессе репродукции их в питомниках первичного семеноводства. *Вестник аграрной науки*. 2019; (2): 54–59. <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2019.2.54>
3. Новоселов В.С. Семеноводство льна-долгунца. Труш М.М. (ред.). Лен-долгунец. М.: Колос. 1976; 90–115.
4. Schewe L.C., Sawhney V.K., Davis A.R. Ontogeny of floral organs in flax (*Linum usitatissimum* L.). *American Journal of Botany*. 2011; 98(7): 1077–1085. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000431>
5. Зеленцов С.В., Олейник В.И., Рябенко Л.Г., Овчарова Л.Р., Зеленцов В.С. Оценка вклада анемофильного переноса пыльцы в генетическое засорение сортов масличного льна. *Масличные культуры*. 2019; (2): 3–8. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2019-2-178-3-8>
6. Jhala A.J., Hall L.M., Hall J.C. Potential Hybridization of Flax with Weedy and Wild Relatives: An Avenue for Movement of Engineered Genes? *Crop Science*. 2008; 48(3): 825–840. <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.09.0497>
7. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., Рябенко Л.Г., Овчарова Л.Р. Типы и способы естественного опыления льна обыкновенного *Linum usitatissimum* L. *Масличные культуры*. 2018; (1): 105–113. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2018-1-173-105-113>
8. Рожмина Т.А., Сорокина О.Ю., Киселева Т.С., Смирнова М.И., Смирнова А.Д. Скрининг образцов коллекции льна по устойчивости к стрессовым факторам. *Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние проблемы и перспективы. Сборник научных трудов*. Тверь: Тверской государственный университет. 2018; 28–30. <https://elibrary.ru/vusheg>
9. Виноградова Е.Г. К разработке методик клеточной инженерии льна на устойчивость к эдафическим факторам. *Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние проблемы и перспективы. Сборник научных трудов*. Тверь: Тверской государственный университет. 2018; 54–57. <https://elibrary.ru/yxreed>
10. Королев К.П., Боме Н.А. Оценка генотипов льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) по экологической адаптивности и стабильности в условиях северо-восточной части Беларуси. *Сельскохозяйственная биология*. 2017; 52(3): 615–621. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.615rus>
11. Сорокина О.Ю. Продуктивность льна-долгунца в зависимости от метеоусловий, удобрений и сорта. *Агробиохимический вестник*. 2022; (3): 23–27. <https://elibrary.ru/gzthog>
12. Spring O., Zipper R. New highly aggressive pathotype 354 of *Plasmopara halstedii* in German sunflower fields. *Plant Protection Science*. 2018; 54(2): 83–86. <https://doi.org/10.17221/99/2017-PPS>

ОБ АВТОРАХ

Антонина Александровна Янышина,
кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник,
ayanyshina@mail.ru

Федеральный научный центр лубяных культур,
Комсомольский пр-т, 17/56, Тверь, 170041, Россия

REFERENCES

1. Yanyshina A.A. Monitoring of variety impurity content in nursery-garden of primary and elite seed breeding of fibre flax. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2021; (4): 85–90 (In Russian). <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-4-85-90>
2. Yanyshina A.A., Ponazhev V.P. Dynamics of rogue propagation in fiber flax seeds in the process of reproduction them in primary seed breeding plots. *Bulletin of Agrarian Science*. 2019; (2): 54–59 (In Russian). <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2019.2.54>
3. Novoselov V.S. Fiber Flax Seed Production. Trush M.M. (ed.). *Fiber flax*. Moscow: Kolos. 1976; 90–115 (In Russian).
4. Schewe L.C., Sawhney V.K., Davis A.R. Ontogeny of floral organs in flax (*Linum usitatissimum* L.). *American Journal of Botany*. 2011; 98(7): 1077–1085. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000431>
5. Zelentsov S.V., Oleynik V.I., Ryabenko L.G., Ovcharova L.R., Zelentsov V.S. Assessment of the contribution of anemophilic pollen transfer to genetic contamination of oil flax varieties. *Maslichnye kul'tury*. 2019; (2): 3–8 (In Russian). <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2019-2-178-3-8>
6. Jhala A.J., Hall L.M., Hall J.C. Potential Hybridization of Flax with Weedy and Wild Relatives: An Avenue for Movement of Engineered Genes? *Crop Science*. 2008; 48(3): 825–840. <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.09.0497>
7. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V., Ryabenko L.G., Ovcharova L.R. The types and methods of natural pollination of flax *Linum usitatissimum* L. *Maslichnye kul'tury*. 2018; (1): 105–113 (In Russian). <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2018-1-173-105-113>
8. Rozhmina T.A., Sorokina O.Yu., Kiseleva T.S., Smirnova M.I., Smirnova A.D. Screening of flax collection samples for resistance to stress factors. *Scientific support for the production of textile crops: state of problem and prospects. Collections of scientific papers*. Tver: Tver State University. 2018; 28–30 (In Russian). <https://elibrary.ru/vusheg>
9. Vinogradova E.G. To the development of methods of flax cell engineering techniques for resistance to edaphic factors. *Scientific support for the production of textile crops: state of problem and prospects. Collections of scientific papers*. Tver: Tver State University. 2018; 54–57 (In Russian). <https://elibrary.ru/yxreed>
10. Korolev K.P., Bome N.A. Evaluation of flax (*Linum usitatissimum* L.) genotypes on environmental adaptability and stability in the North-Eastern Belarus. *Agricultural Biology*. 2017; 52(3): 615–621 (In Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.615ru>
11. Sorokina O.Yu. Productivity of fiber flax depending on weather, fertilizers and varieties. *Agrochemical Herald*. 2022; (3): 23–27 (In Russian). <https://elibrary.ru/gzthog>
12. Spring O., Zipper R. New highly aggressive pathotype 354 of *Plasmopara halstedii* in German sunflower fields. *Plant Protection Science*. 2018; 54(2): 83–86. <https://doi.org/10.17221/99/2017-PPS>

ABOUT THE AUTHORS

Antonina Alexandrovna Yanyshina,
Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Researcher,
ayanyshina@mail.ru

Federal Scientific Center of Bast Cultures,
17/56 Komsomolsky Prospect, Tver, 170041, Russia

УДК 633.521:631.521

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-111-115

В.П. Понажев
Е.Г. Виноградова ✉

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

✉ e.vinogradova.trk@fnclk.ru

Поступила в редакцию:
06.04.2023Одобрена после рецензирования:
14.09.2023Принята к публикации:
27.09.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-111-115

Vladimir P. Ponazhev
Elena G. Vinogradova ✉

Federal Scientific Center of Bast Crops, Tver, Russia

✉ ayanyshina@mail.ru

Received by the editorial office:
06.04.2023Accepted in revised:
14.09.2023Accepted for publication:
27.09.2023

Влияние методов отбора растений льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) на качество обновленных семян

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Эффективность создания высококачественных обновленных семян льна-долгунца зависит от методов отбора исходных растений. Разработка более совершенных методов отбора исходного материала, позволяющих обеспечить менее трудоемкое создание оригинального материала, обладающего комплексом качественных признаков и свойств, на начальных этапах семеноводства является актуальной и имеет практическое значение.

Методы. Эксперименты осуществляли согласно существующим методикам по закладке и проведению опытов со льном-долгунцом, методическим указаниям по первичному семеноводству культуры. Сортное качество созданного семенного материала оценивали методом грунтового контроля.

Результаты. Установлено, что метод отбора растений по общей длине стебля в сочетании с высевом 200 шт. всхожих семян на 1 пог. м ряда по сравнению с отбором по действующей методике обеспечил получение наибольшего выхода обновленных семян льна-долгунца (91,8 г/м²), наиболее высокой однородности по массе (82%) и плотности (92%) семени, а также силы семян (2,9 г в расчете на 100 проростков), массы 1 см проростка (5,1 мг) при одновременном сохранении необходимого уровня посевного и сортового качества оригинального материала.

Выявлено преимущество повышенной нормы высева семян (200 шт/м) в питомнике отбора по сравнению с высевом 150 шт. при обоих методах отбора исходного материала. Во всех вариантах эксперимента сформировались семена, обладающие хорошим уровнем сортового качества.

При проведении производственной проверки подтверждено преимущество метода отбора по общей длине стебля по сравнению с принятым аналогом.

Ключевые слова: лен-долгунец, растение, метод, отбор, семена, качество, свойства

Для цитирования: Понажев В.П., Виноградова Е.Г. Влияние методов отбора растений льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) на качество обновленных семян. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 111–115. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-111-115>

© Понажев В.П., Виноградова Е.Г.

Influence of methods of selection of fiber flax plants (*Linum usitatissimum* L.) on the quality of renewed seeds

ABSTRACT

Relevance. The efficiency of creating high-quality renewed fiber flax seeds depends on the methods of selection of initial plants. The development of more advanced methods for selecting the source material, which makes it possible to ensure less laborious creation of the original material, which has a complex of qualitative features and properties, at the initial stages of seed production is relevant and has practical significance.

Methods. The experiments were carried out in accordance with the existing methods for laying and conducting experiments with fiber flax, guidelines for the primary seed production of the crop. The varietal quality of the created seed material was evaluated by the soil control method.

Results. It is established that the method of selecting plants by the total length of the stem in combination with seeding 200 pcs. germinating seeds per 1 poг. m row, compared with the selection according to the current method, provided the highest yield of updated flax seeds (91.8 g/m²), the highest uniformity in weight (82%) and density (92%) of the seed, as well as seed strength (2.9 g per 100 seedlings), the mass of 1 cm of the seedling (5.1 mg) while maintaining the required level of sowing and varietal quality of the original material.

The advantage of the increased seeding rate (200 seeds/m) in the selection nursery compared to the sowing of 150 seeds with both methods of selecting the source material was revealed. In all variants of the experiment, seeds with a good level of varietal quality were formed. When conducting a production check, the advantage of the selection method for the total length of the stem was confirmed in comparison with the accepted analogue.

Key words: fiber flax, plant, method, selection, seeds, quality, properties

For citation: Ponazhev V.P., Vinogradova E.G. Influence of methods of selection of fiber flax plants (*Linum usitatissimum* L.) on the quality of renewed seeds. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 111–115 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-111-115>

© Ponazhev V.P., Vinogradova E.G.

Введение/Introduction

Возможность производства необходимых объемов высококачественного посевного материала льна-долгунца зависит от состояния начальных этапов семеноводства. Основная составляющая, определяющая их надежное функционирование, — производство требуемого высококачественного семенного материала [1]. Разработанные методы получения обновленных семян культуры являются трудоемкими, затратными и предусматривают применение недостаточно эффективных способов отбора исходного материала [2]. Они не в полной мере ориентированы на получение оригинального материала с высокими физико-механическими, морфофизиологическими свойствами, а также посевными и сортовыми качествами [3].

Это не в полной мере обеспечивает получение выравненного, дружно созревающего стеблестоя, даже в посевах высших репродукций, высокого выхода посевных семян, а также не способствует ускоренному внедрению селекционных достижений в производство, ограничивает возможности увеличения урожайности и повышения качества льнопродукции [4]. Новый сорт является важнейшим ресурсом увеличения урожайности и повышения качества семян и волокна льна-долгунца, особенно в семеноводстве. Однако за истекшие пять лет (2018–2022 гг.) доля новых сортов культуры в структуре посевных площадей возросла всего лишь на 1,5%, хотя для возделывания в производстве за этот период их было предложено 11,9%¹. При этом количество новых сортов льна-долгунца, по которым осуществлялось и было вновь организовано первичное семеноводство, сократилось на 16,7%. Доля сортов, допущенных к возделыванию 25 лет назад и более, по-прежнему составляет значительную величину (31,3%) [4].

Новые российские сорта льна-долгунца, выведенные с использованием генетических ресурсов коллекций семян продолжительное время, не снижают свой биологический потенциал и не утрачивают адаптивные свойства в условиях производства. Это объясняется тем, что при выведении применялся генетический материал из признаковой коллекции, протестированный на устойчивость к кислой и щелочной реакции почвы, болезням и стрессам [5–8]. Это обстоятельство положительно сказывается на расширении ареала культивирования новых сортов, обеспечивает высокую сохранность сортовой типичности, а также значительно увеличивает отдачу от реализации их биологического потенциала в нетипичных условиях, в том числе в условиях повышенной температуры воздуха и засухи [8–10].

Новые сорта культуры (Визит, Надежда, Цезарь, Универсал, Томич, Томич-2 и другие) характеризуются высокими продуктивностью и уровнем сортовой типичности [11, 12]. Эти особенности селекционных достижений повышают надежность получения необходимых результатов при разработке менее трудоемких, более эффективных методов отбора и создания оригинального материала, характеризующегося высоким уровнем проявления качественных признаков и свойств.

Однако в силу биологических особенностей сорта льна-долгунца характеризуются наличием различной величины массы единичного семени, а также значительной разнокачественностью семян по данному

показателю — от 3,5 до 6,1 мг и более. Проявление таких особенностей характерно и для некоторых других сельскохозяйственных культур [12, 13]. Это сказывается на том, что семенной материал даже у новых сортов льна-долгунца имеет различия по показателям морфофизиологических свойств, в том числе по значению силы семян, в 1,7 раза и более, длины проростка семени — в 1,8 раза и более [14].

В связи с этим при совершенствовании первичного семеноводства льна-долгунца целесообразно учитывать необходимость разработки методов отбора исходного материала новых сортов льна-долгунца, ориентированных на обеспечение не только высокого выхода, но и высокого качества оригинального материала, в том числе по показателям физико-механических, морфофизиологических свойств, а также посевных и сортовых кондиций. Это обеспечит всестороннее и комплексное совершенствование семеноводческого процесса культуры, создаст благоприятные условия для гармонизации функционирования всех его звеньев.

Цель работы заключалась в изучении влияния методов отбора растений льна-долгунца и различных норм высева посевного материала на качество обновленных семян — физико-механические, морфофизиологические свойства, сортовые и посевные кондиции и с учетом полученного выходного их объема определить наиболее эффективные приемы.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Постановку и осуществление экспериментов проводили на опытном поле и в лаборатории селекционных технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (Тверская обл., Россия) в 2019–2022 годах. Предмет исследований — типичные растения нового сорта льна-долгунца Визит. Объект исследований — процесс отбора и тестирования исходного материала по новому признаку — общей длине стебля растений — с целью создания обновленных семян². Полевые³ и лабораторные⁴ эксперименты выполняли согласно утвержденным методикам. В питомниках отбор растений посева семян проводили широкорядным двухстрочным способом (7,5 × 45 см) для усиления эффекта модификационной изменчивости у отбираемого материала. Площадь питомников — 20 м². Контролем при проведении исследований был определен отбор растений по утвержденной методике — сроку зацветания (начала и окончания цветения).

Проведение отбора по длине стебля (расстояние от места прикрепления семядольных листьев до места прикрепления самой верхней корбочки) осуществляли в интервале типичности ±50% Mo (1/2 величины установленного интервала от среднеарифметического значения длины стебля всех отобранных растений). Отбор по действующей методике предполагает оценку по сроку цветения с удалением у растений соцветий до наступления и после окончания полного цветения³. В контрольном варианте норма высева всхожих семян составляла 150 шт. на 1 пог. м рядка, а в исследуемом — на 50 шт. больше. Определение однородности растений по общей длине стебля, содержание волокна в технической части стебля осуществляли методом сортового

¹ Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. М.: Издательство ФГБНУ Росинформагротех. 2022; 496.

² ГОСТ Р 52784-2007 Лен-долгунец. Термины и определения. <https://docs.cntd.ru/document/1200058398>

³ Янышина А.А., Павлова Л.Н., Рожмина Т.А. Первичное семеноводство льна-долгунца: Методические указания. Тверь: Издательство Тверского университета. 2010; 59.

⁴ Понажев В.П., Павлова Л.Н., Рожмина Т.А. Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца: Методические указания. Тверь: 2014; 92–94.

Таблица 1. Выходное количество и качество обновленных семян льна-долгунца при различных методах отбора растений и нормах высева посевного материала

Table 1. Output quantity and quality of updated flax seeds with various plant selection methods and seeding rates

Варианты		Масса полученных семян, г/м ²	Энергия прорастания семян, %	Всхожесть семян, %	Масса 1000 шт. семян, г
норма высева всхожих семян в питомнике отбора, шт/м	метод отбора растений				
150	по действующей методике	70,0	75	97	4,90
	по общей длине стебля	69,4	89	96	4,94
200	по действующей методике	79,6	76	96	4,90
	по общей длине стебля	91,8	91	96	5,02
НСР ₀₅	норма высева	9,2	$F_{05} > F_{\text{факт.}}$	$F_{05} > F_{\text{факт.}}$	
	метод отбора растений	7,5	$F_{05} < F_{\text{факт.}}$	$F_{05} > F_{\text{факт.}}$	

Таблица 2. Физико-механические показатели обновленных семян льна-долгунца при различных методах отбора исходного материала

Table 2. Physico-mechanical parameters of renewed flax seeds with various methods of selection of the source material

Варианты		Масса единичного семени, мг	Плотность семени, мг/мм ³	Выравненность семенного материала в интервале $\pm 5\%$ от среднего значения, %	
норма высева всхожих семян в питомнике отбора, шт/м	метод отбора растений			по массе семени	по плотности семени
150	по действующей методике	4,9	1,2	74	85
	по общей длине стебля	5,0	1,3	73	88
200	по действующей методике	4,9	1,3	77	89
	по общей длине стебля	5,0	1,3	82	92

грунтового [18]. Высевали семена с площадью питания $2,5 \times 2,5$ см.

Качество семян льна-долгунца для посева определяли в соответствии с ГОСТ Р 52325-2005⁵. Лабораторная всхожесть семян — 92–94. Почва под опытами характеризовалась следующими показателями: pH_{KCl} — 5,1–5,3, P_2O_5 — 218–292 мг/кг, K_2O — 128–133 мг/кг. pH_{KCl} (кислотность почвы) определяли ионометрическим методом, содержание питательных элементов (P и K) в пахотном слое — методом Кирсанова.

При проведении полевых экспериментов агротехнические мероприятия осуществляли в оптимальные сроки., статистическую обработку экспериментальных данных — согласно методике полевого опыта по Б.А. Доспехову⁶.

Метеоусловия вегетационного периода 2019 года характеризовались повышенным количеством выпавших осадков при средней температуре воздуха, близкой к норме (ГТК 1,8). В 2020 году в течение вегетации выпало избыточное количество осадков при средней температуре воздуха на 0,2 °C ниже нормы (ГТК 2,2). Вегетационный период 2021 года характеризовался выраженной засушливостью (ГТК 1,1). В 2022 году наблюдалось удерживание повышенной температуры воздуха при недостаточном выпадении осадков, особенно в первой половине вегетации (ГТК 1,0).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Отбор исходных растений по общей длине стебля направлен на исключение трудоемкой и сложной их оценки по сроку зацветания, что позволяет не проводить длительную браковку нетипичных растений во время вегетации. Загущение растений льна-долгунца в рядке за счет применения повышенной нормы высева — 200 шт. семян на 1 пог. м рядка вместо 150 шт. — направлено на усиление эффекта отбора. Установлено, что отбор растений по общей длине стебля достоверно увеличивал выходной объем полученных обновленных семян при повышенной норме их высева — 200 шт. на 1 пог. м рядка (табл. 1).

Преимущество данного метода отбора в сочетании с высеваем семян в количестве 200 шт. на 1 пог. м достигнуто за счет получения наибольшего выходного количества типичных растений, которое значительно превысило их число в остальных вариантах.

Увеличение расхода посевных семян с 150 до 200 шт. на 1 пог. м рядка достоверно повышало массу полученного обновленного семенного материала при отборе по общей длине стебля на 32,3%, по действующей методике — на 13,7%.

Исследуемый метод отбора и тестирования исходного материала показал значительное влияние на энергию прорастания семян льна-долгунца, повысив ее по сравнению с отбором по действующей методике при нормах высева 150 шт. и 200 шт. на 14% и 15% соответственно. Совершенствуемый метод отбор, а также повышенная

норма высева семян оказали незначительное влияние на массу 1000 семян, которая варьировала в интервале от 4,90 до 5,02 г.

Методы отбора растений и нормы высева семян оказывали влияние на формирование некоторых физико-механических свойств обновленного материала (табл. 2).

Масса единичного семени изменялась по вариантам эксперимента в интервале от 4,9 до 5 мг, плотность — от 1,2 до 1,3 мг/мм³. Наибольшие показатели выравненности обновленного материала по массе и плотности семени получены при отборе исходных растений по общей длине стебля на фоне повышенной нормы высева семян — 200 шт. на 1 пог. м рядка, значения которых оказались выше, чем в других вариантах.

Изучение других качественных показателей полученного оригинального материала позволило выявить определенные различия между вариантами эксперимента по длине проростка и силе семян (табл. 3).

Исследованиями установлено, что использование при отборе растений нового признака — общей длины стебля — обеспечило увеличение длины проростка семени при норме высева 150 шт. всхожих семян на 1,3 см, или на 26%, а при значении нормы 200 шт. увеличения длины проростка не наблюдалось. При проведении отбора растений по общей длине стебля другой показатель морфофизиологических свойств — сила

⁵ ГОСТ Р 52325-2005 Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. <https://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=129142>

⁶ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Монография. М.: Альянс. 2011; 295.

Таблица 3. Морфофизиологические свойства — длина проростка семени и сила семян льна-долгунца — в различных вариантах эксперимента

Table 3. Morphophysiological properties — seedling length and strength of flax seeds — in various experimental variants

Варианты		Длина проростка семени, см	Сила семян — масса 100 проростков семян, г	Масса 1 см проростка семени, мг	Индекс отношения массы проростка к массе семени, ед.
норма высева всхожих семян в питомнике отбора, шт/м	метод отбора растений				
150	по действующей методике	5,0	2,2	4,3	4,3
	по общей длине стебля	6,3	2,8	4,6	5,4
200	по действующей методике	5,9	2,4	4,2	5,1
	по общей длине стебля	5,7	2,9	5,1	5,8

Таблица 4. Результаты грунтового контроля, характеризующие сортовое качество созданных обновленных семян льна-долгунца

Table 4. The results of soil control characterizing the varietal quality of the created updated flax seeds

Варианты		Количество нетипичных растений по морфологическим и другим признакам, %	Из них по окраске (цвету) семян, %	Коэффициент вариации по общей длине стебля, %	Коэффициент вариации по содержанию волокна в стебле, %
норма высева всхожих семян в питомнике отбора, шт/м	метод отбора растений				
150	по действующей методике	—	—	4,4	3,9
	по общей длине стебля	—	—	4,6	4,5
200	по действующей методике	—	—	4,7	4,9
	по общей длине стебля	—	—	4,9	4,3
	контроль	—	—	4,9	4,2

семян — повышался в варианте с высевом 150 шт. семян на 27,3%, 200 шт. — 20,8%. Влияние нормы высева 200 шт. семян на 1 пог. м ряда на этот показатель оказалось менее выраженным.

Значение комплексного показателя — массы 1 см проростка семени — в наибольшей степени определялось влиянием метода отбора растений по общей длине стебля, который повышал его на 7–21,4%.

Особенности влияния методов отбора растений и норм высева семян льна-долгунца на показатели, характеризующие сортовое качество обновленного оригинального материала, отражены в таблице 4.

При проведении грунтового контроля, позволяющего оценить сортовое качество созданных семян, не отмечено наличие нетипичных растений, в том числе по окраске семян в коробочках во всех вариантах эксперимента. При обоих методах отбора и различных нормах высева сформировались растения с хорошей выравненностью по общей длине стебля, коэффициент вариации по которым изменялся незначительно (от 4,4 до 4,9% при 4,9% в контроле). Исследованиями установлено, что значение коэффициента вариации по количеству волокна в стебле по вариантам эксперимента изменялся также незначительно (от 3,9 до 4,9% при

4,2% в контроле). Исходя из анализа полученных данных, следует заключить, что в исследуемых вариантах эксперимента сформировались семена, обладающие хорошим уровнем сортового качества.

Изучение урожайных свойств созданного оригинального материала показало наличие незначительных различий между вариантами эксперимента. При этом качественные показатели — всхожесть семян — находились в интервале от 92 до 94%, масса 1000 шт. семян — от 4,82 до 4,87 г.

Проверка эффективности нового метода отбора исходного материала льна-долгунца в производственном опыте подтвердила его преимущество перед отбором по действующей методике и позволила получить прибавку в выходе обновленных семян, равную 30,2%, значительно (на 13%) снизить издержки при использовании нового метода на 33,4%.

Выводы/Conclusion

В результате исследований выявлено, что отбор и тестирование растений льна-долгунца по исследуемому признаку — общей длине стебля — в сочетании с высевом на 1 пог. м ряда 200 шт. всхожих семян позволили обеспечить наибольший выход обновленных семян (91,8 г/м²), наиболее высокие показатели однородности оригинального материала по массе (82%) и плотности (92%) семени, а также улучшить морфофизиологические свойства, сохранить требуемый уровень посевного и сортового качества семенного материала.

Выявлено преимущество применения повышенной нормы высева семян в питомнике отбора — 200 шт. на 1 пог. м ряда по сравнению с высевом 150 шт., обеспечившей увеличение выхода обновленных семян при отборе по новому признаку на 32,3%, по действующей методике — на 13,7%, повышение их морфофизиологических свойств.

Исследуемые приемы не ухудшали урожайные свойства созданного оригинального материала.

Подтверждено преимущество метода отбора по общей длине стебля по сравнению с отбором по действующей методике в производственных условиях. Данный метод отбора позволил увеличить выход обновленных семян (на 30,2%), повысить энергию их прорастания (на 13%), снизить затраты труда и средств (на 33,4%).

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ по теме FGSS-2019-2016.

FINANCING

The research was carried out within the framework of the State Task of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation on the topic FGSS-2019-2016.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рожмина Т.А. Научные достижения — важнейший ресурс возрождения льняной отрасли России. *Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы, перспективы. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции*. Тверь: Тверской государственный университет. 2018; 3–13. <https://elibrary.ru/yxrekd>
2. Янышина А.А., Медведева О.В., Фомина М.А. Эффективность отбора растений и создания обновленных партий семян с высокими посевными и сортовыми качествами в первичном семеноводстве льна-долгунца. *Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы, перспективы. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции*. Тверь: Тверской государственный университет. 2018; 137–140. <https://elibrary.ru/yxretz>
3. Рожмина Т.А., Павлова Л.Н., Понажев В.П., Захарова Л.М. Льняная отрасль на пути к возрождению. *Защита и карантин растений*. 2018; (1): 3–8. <https://elibrary.ru/ynmxfе>
4. Понажев В.П., Виноградова Е.Г. Развитие селекции и семеноводства льна-долгунца — важнейший ресурс повышения эффективности льноводства России. *Технические культуры*. 2022; (1): 30–39. <https://doi.org/10.54016/SVITOK.2022.71.55.004>
5. Dmitriev A.A. et al. miR319, miR390, and miR393 Are Involved in Aluminum Response in Flax (*Linum usitatissimum* L.). *BioMed Research International*. 2017; 2017: 4975146. <https://doi.org/10.1155/2017/4975146>
6. Dmitriev A.A. et al. Differential gene expression in response to *Fusarium oxysporum* infection in resistant and susceptible genotypes of flax (*Linum usitatissimum* L.). *BMC Plant Biology*. 2017; 17(S2): 253. <https://doi.org/10.1186/s12870-017-1192-2>
7. Гончаров С.В., Карпачев В.В. О механизме извлечения ценности при коммерциализации селекционных достижений. *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2019; (2): 28–33. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/2/28-33>
8. Пролетова Н.В. Биотехнологические методы — инструмент для создания новых генотипов льна, устойчивых к антракнозу. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2020; (3): 31–36. <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2020-32-3-31-36>
9. Caser M., Lovisolo C., Scariot V. The influence of water stress on growth ecophysiology and ornamental quality of potted *Primula vulgaris* Heidy plants. New insights to increase water use efficiency in plant production. *Plant Growth Regulation*. 2017; 83(3): 361–373. <https://doi.org/10.1007/s10725-017-0301-4>
10. Пакудин В.В., Лопатин Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 1984; (4): 109–113.
11. Мичкина Г.А., Попова Г.А., Рогальская Н.Б., Князева Н.В., Трофимова В.М. Состояние и перспективы Томской селекции льна-долгунца. *Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы, перспективы. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции*. Тверь: Тверской государственный университет. 2018; 67–69. <https://elibrary.ru/yxrepi>
12. Виноградова Т.А., Кудряшова Т.А., Козьякова Н.Н. Характеристика сортов льна-долгунца различной селекции по комплексу признаков технологической ценности льносырья. *Достижения науки и техники АПК*. 2021; 35(5): 32–39. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2021-10505>
13. Ван Мансвелт Я.Д., Темирбекова С.К. Органическое сельское хозяйство: принципы, опыт и перспективы. *Сельскохозяйственная биология*. 2017; 52(3): 478–486. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.478rus>
14. Янышина А.А., Павлова Л.Н., Фомина М.А. Однородность основных сортовых признаков новых селекционных номеров и сортов льна-долгунца. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2019; (3): 29–33. <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2019-28-3-29-33>

ОБ АВТОРАХ

Владимир Павлович Понажев, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник лаборатории селекционных технологий и биотехнологий, v.ponazhev.trk@fncl.ru

Елена Григорьевна Виноградова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий и биотехнологий, e.vinogradova.trk@fncl@mail.ru

Федеральный научный центр лубяных культур, Комсомольский пр-т, 17/56, Тверь, 170041, Россия

REFERENCES

1. Rozhmina T.A. Scientific achievements are the most important resource for the revival of the flax industry in Russia. *Scientific support for the production of spinning crops: state, problems, prospects. Collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference*. Tver: Tver State University. 2018; 3–13 (In Russian). <https://elibrary.ru/yxrekd>
2. Yanyshina A.A., Medvedeva O.V., Fomina M.A. Efficiency of plant selection and creation of renewed batches of seeds with high sowing and varietal qualities in the primary seed production of fiber flax. *Scientific support for the production of spinning crops: state, problems, prospects. Collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference*. Tver: Tver State University. 2018; 137–140 (In Russian). <https://elibrary.ru/yxretz>
3. Rozhmina T.A., Pavlova L.N., Ponazhev V.P., Zakharova L.M. Linen industry on the way to revival. *Plant Protection and Quarantine*. 2018; (1): 3–8 (In Russian). <https://elibrary.ru/ynmxfе>
4. Ponazhev V.P., Vinogradova E.G. The development of selection and seed production of flax is the most important resource for improving the efficiency of flax growing in Russia. *Technical Crops*. 2022; (1): 30–39 (In Russian). <https://doi.org/10.54016/SVITOK.2022.71.55.004>
5. Dmitriev A.A. et al. miR319, miR390, and miR393 Are Involved in Aluminum Response in Flax (*Linum usitatissimum* L.). *BioMed Research International*. 2017; 2017: 4975146. <https://doi.org/10.1155/2017/4975146>
6. Dmitriev A.A. et al. Differential gene expression in response to *Fusarium oxysporum* infection in resistant and susceptible genotypes of flax (*Linum usitatissimum* L.). *BMC Plant Biology*. 2017; 17(S2): 253. <https://doi.org/10.1186/s12870-017-1192-2>
7. Goncharov S.V., Karpachev V.V. On value extraction mechanism during commercialization of selection breeding results. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2019; (2): 28–33 (In Russian). <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/2/28-33>
8. Proletova N.V. Biotechnological methods are a tool for creating new flax genotypes resistant to anthracnose. *Agrarian Journal of Upper Volga Region*. 2020; (3): 31–36 (In Russian). <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2020-32-3-31-36>
9. Caser M., Lovisolo C., Scariot V. The influence of water stress on growth ecophysiology and ornamental quality of potted *Primula vulgaris* Heidy plants. New insights to increase water use efficiency in plant production. *Plant Growth Regulation*. 2017; 83(3): 361–373. <https://doi.org/10.1007/s10725-017-0301-4>
10. Pakudin V.V., Lopatin L.M. Evaluation of ecological plasticity and stability of agricultural crop varieties. *Agricultural Biology*. 1984; (4): 109–113 (In Russian).
11. Michkina G.A., Popova G.A., Rogalskaya N.B., Knyazeva N.V., Trofimova V.M. Status and prospects of the Tomsk fiber flax breeding. *Scientific support for the production of spinning crops: state, problems, prospects. Collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference*. Tver: Tver State University. 2018; 67–69 (In Russian). <https://elibrary.ru/yxrepi>
12. Vinogradova T.A., Kudryashova T.A., Kozyakova N.N. Characteristics of fibre flax varieties of different breeding according to the complex of traits of the technological value of flax raw materials. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2021; 35(5): 32–39 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2021-10505>
13. Van Mansvelt Ya.D., Temirbekova S.K. General position of organic agriculture in Western Europe: concept, practical aspects and global prospects. *Agricultural Biology*. 2017; 52(3): 478–486 (In Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.478rus>
14. Yanyshina A.A., Pavlova L.N., Fomina M.A. Homogeneity of main variety signs of new selection numbers and varieties of flax. *Agrarian Journal of Upper Volga Region*. 2019; (3): 29–33. <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2019-28-3-29-33>

ABOUT THE AUTHORS

Vladimir Pavlovich Ponazhev, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Chief Researcher of the Laboratory of Breeding Technologies and Biotechnologies, v.ponazhev.trk@fncl.ru

Elena Grigoryevna Vinogradova, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Leading Researcher of the Laboratory of Breeding Technologies and Biotechnologies, e.vinogradova.trk@fncl@mail.ru

Federal Scientific Center of Bast Cultures, 17/56 Komsomolsky Prospect, Tver, 170041, Russia

А.А. Низаева¹
И.Ю. Кузнецов² ✉
Р.Л. Акчурин¹
И.Г. Асылбаев²

¹ Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

² Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

✉ kuznecov_igor74@mail.ru

Поступила в редакцию:
31.03.2023

Одобрена после рецензирования:
14.09.2023

Принята к публикации:
27.09.2023

Asia A. Nizaeva¹
Igor Yu. Kuznetsov² ✉
Rifkat L. Akchurin¹
Ilgiz G. Asylbayev²

¹ Bashkir Research Institute of Agriculture is a division of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

² Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

✉ kuznecov_igor74@mail.ru

Received by the editorial office:
31.03.2023

Accepted in revised:
14.09.2023

Accepted for publication:
27.09.2023

Оценка сортообразцов люцерны по хозяйственно ценным признакам в южной лесостепной зоне Республики Башкортостан

РЕЗЮМЕ

Цель исследований (2019–2022 гг.) — выделение перспективных образцов люцерны по комплексу хозяйственно ценных признаков, обладающих устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессовым факторам среды, для условий Республики Башкортостан. Новизна исследований в том, что впервые в условиях южной лесостепной зоны Республики Башкортостан были изучены новые перспективные сложногобридные популяции, обладающие экологической пластичностью и повышенным потенциалом урожайности. Учеты и наблюдения проводили по методике ВИР. В результате исследований выявлены перспективные сортообразцы, совмещающие в себе высокую кормовую и семенную продуктивность. Образцы Изумруда (пестрогобридная) Высокобелковая (пестрогобридная популяция), Скороспелая (пестрогобридная популяция), Татарская пастбищная отличаются наиболее ранним цветением. Наибольшее превышение урожая зеленой массы отмечено по образцам: С 3-8 (синегрибридная, создана индивидуально — семейным отбором), превышая стандарт на 37,4%; Популяция 25 (смесь) на 33,2%; П 85044 (синегрибридная, создана индивидуально — семейным отбором) на 29,3%; Популяция 8 (синтетическая популяция, относится к желто-пестрогобридному сорто-типу) на 27,7%. Установлена положительная корреляция между урожайностью семян, суммой осадков ($r = 0,481$) и ГТК ($r = 0,470$). Выявлено наличие слабой отрицательной корреляционной зависимости между урожайностью семян и среднесуточным температурным режимом ($r = -0,276$).

Ключевые слова: люцерна, сорт, популяция, структура урожайности

Для цитирования: Низаева А.А., Кузнецов И.Ю., Акчурин Р.Л., Асылбаев И.Г. Оценка сортообразцов люцерны по хозяйственно ценным признакам в южной лесостепной зоне Республики Башкортостан. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 116–121. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-116-121>

© Низаева А.А., Кузнецов И.Ю., Акчурин Р.Л., Асылбаев И.Г.

Evaluation of alfalfa varieties by economically valuable characteristics in the southern forest-steppe zone of the Republic of Bashkortostan

ABSTRACT

The purpose of the research (2019–2022) is to identify promising alfalfa samples based on a complex of economically valuable traits that are resistant to biotic and abiotic environmental stress factors for the conditions of the Republic of Bashkortostan. The novelty of the research is that for the first time in the conditions of the southern forest-steppe zone of the Republic of Bashkortostan, new promising hybrid populations with ecological plasticity and increased yield potential were studied. Records and observations were carried out according to the VIR method. As a result of the research, promising cultivars were identified that combine high feed and seed productivity. Samples of Emerald (variegated hybrid) High-protein (variegated hybrid population), Precocious (variegated hybrid population), Tatar pasture differ in the earliest flowering. The largest excess of the green mass yield was noted by samples: From 3-8 (blue hybrid, created by individual — family selection) exceeding the standard by 37.4%; Population 25 (mixture) by 33.2%; P 85044 (blue hybrid, created by individual and family selection) by 29.3%; Population 8 (synthetic population, belongs to the yellow-variegated hybrid variety type) by 27.7%. A positive correlation was established between the seed yield, the amount of precipitation ($r = 0.481$) and GTC ($r = 0.470$). The presence of a weak negative correlation between the seed yield and the average daily temperature regime ($r = -0.276$) was revealed. The results of the research can be used in the selection of alfalfa in the Republic of Bashkortostan, Russia and is of interest to researchers-breeders of the world community.

Key words: alfalfa, variety, population, yield structure

For citation: Nizaeva A.A., Kuznetsov I.Yu., Akchurin R.L., Asylbayev I.G. Evaluation of alfalfa varieties by economically valuable characteristics in the southern forest-steppe zone of the Republic of Bashkortostan. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 116–121 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-116-121>

© Nizaeva A.A., Kuznetsov I.Yu., Akchurin R.L., Asylbayev I.G.

Введение/Introduction

Создание прочной кормовой базы — основной элемент при повышении продуктивности животноводства и удовлетворении растущих потребностей населения в мясе, молоке и другой животноводческой продукции [1]. При этом большая часть валового производства кормов приходится на многолетние травы, которые занимают более 65% в структуре посевов кормовых культур по республике. Из большого разнообразия кормовых культур универсальной является люцерна [2].

Люцерна как культура получила широкое распространение благодаря своим уникальным экологическим и биологическим свойствам. Культура возделывается более чем в 80 странах мира на площади, превышающей 35 млн га, в различных природно-климатических и экологических условиях и на разнообразных почвах. Широкую известность и популярность она приобрела благодаря целому комплексу ценных хозяйственных качеств. По содержанию основных питательных веществ люцерна превосходит клевер луговой и эспарцет. В фазе цветения в 100 кг свежей травы содержится 20–23 корм. ед. и 4,0–4,1 кг переваримого протеина. По обобщенным данным исследований в нашей стране и за рубежом культура обеспечивает самый высокий сбор белка с 1 га (1,5–2 т), то есть в 3,5 раза выше по сравнению с соей и в 6,3 раза по сравнению с пшеницей [3, 4].

Несмотря на богатый сортовой ассортимент люцерны, животноводство республики нуждается в более высокопродуктивных и менее энергозатратных адаптированных сортах с лучшими хозяйственно полезными свойствами и более полноценно использовавшие биоклиматические ресурсы. Лимитирующим фактором получения высоких урожаев люцерны в Башкортостане выступает обеспеченность растений влагой [5].

Изменение климата в сторону потепления привели к существенному удлинению вегетационного периода люцерны. В летнее время жаркая погода, всегда сопровождаемая засухой, ухудшает качество белка в растениях. Наблюдается так же уменьшение количества побегов растений, сокращение продолжительности их жизни и снижение урожайности. В связи с этим созданные сорта должны быть устойчивы к засухе, с глубокой корневой системой, способны формировать высокую кормовую массу и стабильный урожай семян. Поиск образцов, сочетающих высокую продуктивность зеленой массы с урожайностью семян становится основной и первоочередной задачей селекции [6].

В своих исследованиях И. Кузнецов и др. (2020) указывают на то, что метеорологические факторы оказывают влияние на продолжительность периода вегетации и урожайность зерна различных сортов. Осадки увеличивали продолжительность полного вегетационного периода ($r = 0,891$), что очень важно для определения оптимального срока уборки культуры. По результатам опытов данной группы ученых видно, что продолжительность вегетационного и межфазных периодов определяется во многом сочетанием тепла и влаги, а также реакцией генотипа сортов на данные условия, поэтому этот момент рекомендуется учитывать при селекции люцерны [7].

Представляет значительный интерес интродукция люцерны мировой селекции в условиях Российской Федерации (и в частности, Республики Башкортостан). Исследования, проведенные в Курской области В.Г. Веретенниковой и др. (2014) по изучению люцерны разных мировых селекций, показали, что сорт Ризоматканадской селекции по урожайности зеленой массы и семян существенно не отличался от отечественного

сорта Vega 87, но уступал европейским сортам Daisy, Krone (DK), Vlastau Zusana (CZ), Buduchinya (BY) и др. [8].

Несмотря на высокую кормовую ценность люцерны, посевы ее очень ограничены. Основные причины — мало сортов, имеющих высокую экологическую пластичность, слабая организация семеноводства люцерны в регионах, требуют доработки местные технологии возделывания люцерны на зеленую массу и семена. Н.Н. Дюкова и др. (2013) в своих исследованиях указывают на то, что сорта люцерны с оптимальным уровнем самофертильности и автотриппинга целесообразно создавать для каждого конкретного региона возделывания с учетом погодных условий и наличия специализированных насекомых-опылителей. В Северном Зауралье среднепопуляционная самофертильность люцерны должна быть 30–45% [9].

Исследование семенной продуктивности 30 коллекционных образцов российской и мировой селекции в течение трех разных по погодным условиям лет позволило выявить сорта, которые в среднем за эти годы существенно превышали стандарт: Жидруне (+36%), Феракс 58(+28%), Тибетская (+21%), Радослава (+20%), Кишварди 27 (+18%), Ольга (+13%) и Вавилонка (Родничок) (+11%). Только один из исследуемых образцов (Феракс 58) каждый год формировал существенно вышший за стандарт урожай семян [10].

В селекции люцерны в последнее время актуальны исследования, которые направлены не только на повышение количества и качества кормовой продукции (в сочетании с высокой семенной продуктивностью), но и устойчивости вновь созданных сортов и гибридных популяций к стрессовым факторам окружающей среды [11].

Проведенные во Франции исследования У. Галеб и др. (2021) указывают на то, что для выбора селекционной модели (подбор сорта) необходимо учитывать дикие образцы люцерны, влияние скарификации и высоких температур. В результате опытов на 38 образцах люцерны было выявлено большое генетическое разнообразие всхожести в зависимости от температуры. Ученые предполагают, что умеренные температуры необходимы для прорастания поврежденных партий семян [11].

Для изучения влияния стресса засухи на морфофизиологические признаки проростков люцерны (*Medicago sativa*) иранскими учеными М. Riasat (2020) был заложен многолетний опыт с 10 популяциями люцерны, собранной в их естественных местообитаниях в различных частях провинции Фарс. Лучшая популяция имеет самый высокий рост проростков в сочетании с большой длиной корней и оказалась засухоустойчивой к водному стрессу, что можно будет использовать для улучшения новых сортов [12].

Таким образом, в связи с разнообразием почвенно-климатических и погодных условий в Республике Башкортостан, а также недостаточной гидротермической обеспеченностью на большей части ее территории стало актуальным вовлечение в селекционный процесс новых сортов и популяций люцерны, сочетающих высокую потенциальную продуктивность вегетативной массы и семян, устойчивых к стрессовым факторам.

Обзор проведенных исследований по применению различных подходов и направлений в селекции люцерны показывает высокий интерес к данной проблеме. Возникает необходимость проведения комплексных исследований по выявлению и выделению перспективных образцов люцерны по хозяйственно-биологическим признакам в условиях южной лесостепной зоны Республики Башкортостан.

Изучение и оценка селекционной ценности сортопопуляций люцерны, а также выделение нового исходного материала для создания сортов люцерны с высоким потенциалом урожайности семян являются, по данным В. Казарина и И. Володиной (2014), наиболее актуальным направлением [13].

Цель исследований заключалась в изучении хозяйственно ценных признаков и выделении перспективных образцов люцерны, сочетающих высокую продуктивность вегетативной массы и семян.

В соответствии с этим в исследованиях ставилось решение целого ряда задач, в том числе определение: урожайности зеленой массы образцов люцерны в конкурсном сортоиспытании; облиственности и энергии послеукосного отрастания образцов люцерны; структуры урожайности семян образцов люцерны в конкурсном сортоиспытании.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования (2019–2022 гг.) проводились в научном подразделении «Уфимское» Башкирского научно-исследовательского института сельского хозяйства ФГБНУ Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (южная лесостепная зона Республики Башкортостан, одновидовые посе­вы).

Почва — выщелоченный чернозем тяжелосуглинистого гранулометрического состава, среднемощный. Содержание гумуса в пахотном слое почвы 0–25 см — 8,1–8,4%, подвижного калия и фосфора (по Кирсанову) — 124–127 мг/кг и 105–108 мг/кг почвы соответственно, сумма обменных оснований — 28–30 мг-экв. / 100 г, реакция среды — нейтральная (рН 6,1–6,2).

Южная лесостепь относится к зоне недостаточно­го увлажнения. Сумма эффективных температур составляет 2107–2286 °С. Годовое количество осадков — 475–561 мм. Распределение осадков происходит крайне неравномерно. Гидротермический коэффициент — 1,11–1,21. Приход фотосинтетически активной радиации колеблется от 1925 до 2880 ккал/га.

Агротехника в опыте была общепринятой для люцерны. Под основную обработку вносили минеральные удобрения (фосфорно-калийное удобрение — $P_{90}K_{60}$). Основную обработку почвы под посев проводили на глубину 25–27 см, весной осуществляли ранневесеннее боронование, затем культивацию с боронованием, при­катывание до и после посева. Норма высева на зеленую массу составила 12 кг/га. Посев на семена (норма высева — 3,5 кг/га, междурядье — 60 см) проводили сеялкой «Клен-1,5» (Россия), вслед за посевом проводилось прикатывание с использованием катков ЗККШ-6А в агрегате с ДТ-75М (Россия).

Питомник конкурс­ного сортоиспытания был заложен в 2018 году. Учетная площадь — 50 м², повторность — четырехкратная. Уборку зеленой массы проводили в фазе «бутионизация — начало цветения люцерны», уборку на семена — при побурении 75–80% бобов.

Объект исследования. Объектом исследований служили 15 слож­ногибридных популяций, полученных в результате свободного переопыления лучших гибридов местной селекции, ВНИИ кормов, образцов ВИРа и других научных учреждений. Для повышения надежности и точности оценки популяций по хозяйственно-биологическим признакам вводился стандарт. В качестве стандарта брали лучший по ряду показателей

сорт, районированный в данной зоне. В качестве стандарта (st) был принят районированный сорт люцерны изменчивой Галия.

Краткая характеристика используемых сортов

Галия. Рекомендован для сенокосно-пастбищного использования. Формирует урожайность зеленой массы до 62 т/га. Средний урожай сена — 13,8–14,6 т/га, урожай семян — до 0,85 т/га. Растение средней высоты. Куст прямостоячий (полупрямостоячий). Время начала цветения — среднее. Зеленая окраска листьев средней степени выраженности. Соцветие — продолговатая кисть средней рыхлости, пестрой окраски. За время испытаний поражения болезнями не наблюдалось. Поставщик семян для опыта — ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН».

Изумруда. Рекомендован для сенокосно-пастбищного использования. Формирует урожайность зеленой массы до 50 т/га. Средний урожай сена — 12,5–13,1 т/га, урожай семян — до 0,6 т/га. Растение средней высоты. Куст прямостоячий (полупрямостоячий). Листья от средних до крупных, обратнойцевидные, темно-зеленой окраски. Соцветие — продолговатая кисть средней рыхлости, пестрой окраски. Время начала цветения — среднее. Устойчив к корневым гнилям, листовым болезням и стрессовым ситуациям погодных условий. Поставщик семян для опыта — ФГБНУ «Самарский федеральный исследовательский центр РАН».

Татарская пастбищная. Рекомендован для пастбищного использования. Формирует урожайность зеленой массы до 58 т/га. Средний урожай сена — 12,9–13,8 т/га, урожай семян — до 0,54 т/га. Растение средней высоты. Куст полупрямостоячий. Время цветения — раннее. Частота растений с очень темными сине-фиолетовыми цветками низкая, со смешанными — средняя. Соцветие — продолговатая кисть. Устойчив к листовым болезням. Поставщик семян для опыта — ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр РАН»».

Популяция 25. Рекомендован для сенокосно-пастбищного использования. Урожайность зеленой массы — до 45 т/га. Средний урожай сена — 13,0 т/га, семян — ниже стандарта на 11%. Растение средней высоты. Куст прямостоячий. Листья средние, темно-зеленой окраски. Соцветие — продолговатая кисть, пестрой окраски. Устойчив к листовым болезням и стрессовым ситуациям погодных условий. Поставщик семян для опыта — ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН».

Популяция П 85044. Рекомендован для сенокосно-пастбищного использования. Урожайность зеленой массы — до 43–45 т/га. Средний урожай сена — 13,3 т/га, семян — до 0,5 ц/га. Растение средней высоты. Куст полупрямостоячий. Листья крупные, светло-зеленые. Соцветие удлинено-цилиндрическое, пестрой окраски. Устойчив к аскохитозу. Поставщик семян для опыта — ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН».

Популяция С 3-6. Рекомендован для пастбищного использования. Урожайность зеленой массы — до 35 т/га. Средний урожай сена — 12,2 т/га, семян — до 0,4 ц/га. Растение средней высоты. Тип куста — промежуточный. Листья крупные, светло-зеленые. Соцветие удлинено-цилиндрическое. Относится к синегибриднему сорто­типу. Устойчив к засухе. Поставщик семян для опыта — ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН».

Популяция С 3-8. Рекомендован для сенокосно-пастбищного использования. Урожайность зеленой массы — до 55 т/га, сена — 12,2–13,5 т/га, семян — до 0,6 ц/га. Растение средней высоты. Куст полупрямостоячий. Листья обратно яйцевидные, слабоопушенные, темно-зеленого цвета. Соцветие — продолговатая кисть, пестрая. Устойчив к засухе. Поставщик семян для опыта — ФГБУН «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН».

Популяция С 3-9. Рекомендован для сенокосно-пастбищного использования. Урожайность зеленой массы — до 46,2 т/га. Средний урожай сена — 11,8 т/га, семян — до 0,6 ц/га. Растение средней высоты. Куст полупрямостоячий. Величина листьев — от среднего до крупного. Соцветие — цилиндрическая плотная кисть, пестрая. Устойчив к засухе и полеганию. Поставщик семян для опыта — ФГБУН «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН».

Популяция С 344. Рекомендован для сенокосно-пастбищного использования. Урожайность зеленой массы — до 42 т/га, сена — 14–14,5 т/га, семян — до 0,4 т/га. Растение средней высоты. Куст полупрямостоячий. Листья темно-зеленые, обратно яйцевидные. Соцветие — цилиндрическая плотная кисть. Относится к синегибриднему сортоотипу. Устойчив к засухе и полеганию. Поставщик семян для опыта — ФГБУН «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН».

Популяция Высокая 4. Рекомендован для сенокосно-пастбищного использования. Урожайность зеленой массы — до 49 т/га, сена — 11,8–12 т/га, семян — 0,3–0,4 т/га. Растение средней высоты. Куст полупрямостоячий. Листья светло-зеленые, обратнояйцевидные, без воскового налета. Соцветие — цилиндрическая плотная кисть, пестрой окраски. Устойчив к полеганию. Поставщик семян для опыта — ФГБУН «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН».

Популяция Крупносемянная 5. Рекомендован для сенокосного и пастбищного использования. Урожай зеленой массы — до 44,6 т/га, сена — 11,9 т/га, семян — 0,5 т/га. Растение средней высоты. Куст полупрямостоячий. Листья средней величины, обратнояйцевидные, темно-зеленой окраски. Соцветие — продолговатая кисть, средней рыхлости, пестрой окраски. Засухоустойчивость высокая, зимостойкость хорошая. Поставщик семян для опыта — ФГБУН «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН».

Популяция Высокобелковая 7. Рекомендован для сенокосного и пастбищного использования. Урожайность зеленой массы — до 40 ц/га, сена — 12,5 т/га, семян — 0,4 т/га. Растение средней высоты. Куст прямостоячий. Листья средние, со слабым опушением. Соцветие — кисть средней рыхлости, пестрой окраски. Зимостойкость хорошая, засухоустойчивость выше средней. Поставщик семян для опыта — ФГБУН «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН».

Популяция 8. Рекомендован для сенокосного и пастбищного использования. Урожайность зеленой массы — до 40 ц/га, сена — 12,9 т/га, семян — 0,3 т/га. Растение средней высоты. Куст полупрямостоячий. Листья темно-зеленые. Соцветие — продолговатая кисть средней рыхлости. Относится к желто-пестро-гибриднему сортоотипу люцерны изменчивой. Отличается высокой морозоустойчивостью и засухоустойчивостью.

Поставщик семян для опыта — ФГБУН «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН».

Популяция Скороспелая 9. Рекомендован для сенокосного и пастбищного использования. Урожайность зеленой массы — до 38 ц/га, сена — 12,4 т/га, семян — 0,41 т/га. Растение средней высоты. Куст прямостоячий. Листья темно-зеленые. Соцветие — кисть средней рыхлости, пестрая. Отличается ранним цветением. Поставщик семян для опыта — ФГБУН «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН».

Популяция 16. Рекомендован для сенокосного и пастбищного использования. Урожайность зеленой массы — до 39 ц/га, сена — 10,8 т/га, семян — 0,5 т/га. Растение средней высоты. Куст прямостоячий. Листья средней величины со слабым опушением, темно-зеленой окраски. Соцветие — яйцевидная кисть средней рыхлости. Сортоотип — синегибридный. Отличается высокой семенной продуктивностью. Болезнями поражается слабо. Поставщик семян для опыта — ФГБУН «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН».

Закладку полевых питомников, сопутствующие наблюдения проводили по общепринятым методикам^{1, 2}. Результаты экспериментов были обработаны с использованием методики полевого опыта (Б.А. Доспехов, 1985)³ с использованием компьютерной программы Microsoft Office Exel (США)..

Результаты и обсуждение / Results and discussion

За 2019–2022 годы в конкурсном (испытание на выявление лучших образцов среди новых сортов в сравнении с сортами-стандартами) сортоиспытании были изучены и выделены лучшие популяции и сортообразцы по таким показателям, как интенсивность послеукосного отрастания, урожайность зеленой массы, высота и облиственность растений, структура урожая семян люцерны, содержание обменной энергии и семенная продуктивность образцов люцерны.

Наиболее ранним весенним отрастанием выделялись образцы Изумруда, Высокобелковая, Скороспелая, Татарская пастбищная. Продолжительность периода от начала весеннего отрастания до первого укоса — 64–66 дней. Урожайность зеленой массы популяций люцерны варьировала от 170 до 283,3 ц/га. Наибольшее превышение урожая зеленой массы отмечено по образцам: С 3-8 — превышает стандарт на 37,4%, Популяция 25 — на 33,2%, П 85044 — на 29,3%, Популяция 8 — 27,7%. Наименьшая урожайность отмечена у образца Популяция 16 — на 15,9% ниже стандарта (табл. 1).

В среднем за годы изучения в конкурсном сортоиспытании число кистей на одно растение люцерны варьировало от 44,6 до 91 шт., число бобиков — от 147,4 до 274,8 шт., число семян в бобе — от 2,6 до 5,8 шт. на растение. Масса 1000 семян — от 1,68 до 1,95 г. Наибольшее число продуктивных стеблей составили такие образцы, как Крупносемянная, Изумруда, Популяция 25, Популяция 8. Высокой продуктивностью семян отличались Высокобелковая, С 3-9, С 3-8, Популяция 16, Татарская пастбищная, Крупносемянная 5, образовав большое количество бобиков. Самые крупные семена образовала популяция Крупносемянная (масса 1000 семян — 1,95 г), С 3-9 (1,87 г), С 3-6 и Популяция 16 (1,86 г.), Высокая 4 (1,85 г.). (табл. 2).

¹ Методические указания по селекции многолетних трав. Москва: Издательство ВИР. 1985. 188 с.

² Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав. М.: Россельхозакадемия. 1993: 112.

³ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1985; 336 (и др. издания).

Таблица 1. Показатели урожайности, высоты растений, облиственности и интенсивности послеуборочного отрастания изучаемых сортообразцов (2019–2022 гг.)

Table 1. Indicators of yield, plant height, leafiness and intensity of post-harvest regrowth of the studied cultivars (2019–2022)

Сорто-образец, популяция	Урожайность зеленой массы, ц/га	Высота растений в первом укосе, см	Облиственность растений в среднем за два укоса, %	Интенсивность послеуборочного отрастания, балл
1. Галия (стандарт)	202,2	87,4	47	4
2. Изумруда	195,3	85,9	48	5
3. Популяция 25	269,7	90,1	48	5
4. П 85044	261,5	95,7	49	5
5. С 3-6	218,5	87,8	48	3
6. С 3-8	277,8	93,3	47	4
7. С 344	234,8	93,5	47	3
8. С 3-9	241,5	80,6	48	4
9. Высокая 4	235,2	82,8	46	4
10. Крупносемянная 5	234,9	79,4	47	3
11. Высокобелковая 7	242,8	80,6	49	5
12. Популяция 8	258,3	89,7	46	5
13. Скороспелая 9	205,5	78,9	48	3
14. Популяция 16	170	76,7	45	3
15. Татарская пастбищная	222,4	78,3	47	5
НСР ₀₅	0,89	0,19	0,93	0,65

Таблица 2. Структура урожая семян люцерны (2019–2022 гг.)

Table 2. Structure of alfalfa seed yield (2019–2022)

№ п/п	Название сорто-образца	Число продуктивных стеблей, шт/м	Кол-во кистей на одно растение, шт.	Кол-во обоев на одно растение, шт.	Кол-во семян в бобке, шт.	Масса 1000 семян, г
1	Галия (стандарт)	45,3	51	180,8	3,6	1,72
2	Изумруда	47,2	53	164,2	4,3	1,8
3	Популяция 25	46,9	79	168,2	4,3	1,83
4	П 85044	44,8	62	175	4,1	1,77
5	С 3-6	40,1	62,8	174,6	2,6	1,86
6	С 3-8	46,2	91	269,4	5,8	1,69
7	С 344	42,2	44,6	162,2	2,9	1,82
8	С 3-9	38,1	85,4	269,6	4,9	1,87
9	Высокая 4	40,2	50,4	147,4	2,7	1,85
10	Крупносемянная 5	47,3	60,6	213,2	2,9	1,95
11	Высокобелковая 7	39,9	80,2	274,8	4,4	1,73
12	Популяция 8	46,8	49	166	4,1	1,77
13	Скороспелая 9	41,2	63,2	175,4	4,8	1,78
14	Популяция 16	39,7	62	250,8	4,4	1,86
15	Татарская пастбищная	44,8	61,8	231,4	3,9	1,68
НСР ₀₅		0,19	0,12	0,16	0,08	0,01

В 2020 году, в период цветения люцерны, среднесуточные температуры не достигли необходимого минимума (20 °С), благоприятные условия для опыления цветков и формирования семян складывались только во второй половине I декады и в III декаде июля; II декада июля характеризовалась дневной температурой

выше 32 °С (активность диких пчел уменьшается, если температура превышает 29 °С, а при 32 °С и выше прекращаются полеты). За годы исследований самой высокой семенной продуктивностью отличался образец Высокобелковая 7.

Анализ данных (2019–2022 гг.) по представленным образцам люцерны показал наличие слабой отрицательной корреляционной зависимости между урожайностью семян и среднесуточным температурным режимом ($r = -0,276$). Установлена положительная корреляция между урожайностью семян, суммой осадков ($r = 0,481$) и ГТК ($r = 0,47$).

Результаты исследований авторов согласуются с проведенными исследованиями Н.Н. Догужовой (2021 г.) в условиях лесостепной зоны Республики Северная Осетия — Алания. Опыты с восьмью образцами люцерны показали, что сравнительное изучение семенной продуктивности образцов люцерны в питомнике исходного материала позволяет выделить перспективные номера с повышенной семенной продуктивностью. Был выделен сорт люцерны Кизлярская, превысив другие сорта по семенной продуктивности на 7–9%, по зеленой массе — на 5–7%. Сорт люцерны Синегрибридная превзошел испытываемые сорта по урожаю зеленой массы на 5,1–7%. Данные сорта будут использованы в создании новых высокоурожайных сортов люцерны в условиях Республики Северная Осетия — Алания [14].

В то же время в своих исследованиях Джей Луз, Д. Мачадо и др. (2020) указывают, что производство гибридных семян сейчас крайне неэффективно. Причиной является использование линий, полученных путем последовательного самооплодотворения. Следовательно, необходимо искать новые альтернативы для уменьшения эффекта инбридинговой депрессии в линиях [15].

Выводы/Conclusion

Исследования, проведенные в 2019–2022 гг., позволили выделить перспективные образцы, сочетающие высокую кормовую и семенную продуктивность. Образцы Изумруда (пестрогибридная), Высокобелковая (пестрогибридная популяция), Скороспелая (пестрогибридная популяция), Татарская пастбищная отличаются наиболее ранним цветением. Наибольшее превышение урожая зеленой массы относительно стандарта отмечено по образцам: Сортообразец С 3-8 (синегрибридная, создана индивидуально — семейным отбором) превышает стандарт на 37,4%; Популяция 25 (смесь) — на 33,2%; П 85044 (синегрибридная, создана индивидуально — семейным отбором) — на 29,3%; Популяция 8 (синтетическая популяция, относится к желто-пестрогибридному сорто типу) — на 27,7%.

Результаты исследований можно использовать при селекции люцерны в Республике Башкортостан и Российской Федерации, представляют интерес для зарубежных исследователей-селекционеров.

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

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Косолапов В.М. Стратегия селекции люцерны. *Актуальные направления селекции и использование люцерны в кормопроизводстве. Сборник научных трудов.* Москва. 2014; (4): 4–6. <https://www.elibrary.ru/shojvz>
- Тарковский М.И. (сост.). Люцерна. М.: Колос. 1974; 240.
- Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений. М.: Издательство РУДН. 2000; 1: 779.

REFERENCES

- Kosolapov V.M. Alfalfa breeding strategy. *Current trends in breeding and the use of alfalfa in feed production. Collection of scientific papers.* Moscow. 2014; (4): 4–6 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/shojvz>
- Tarkovsky M.I. (ed.). Alfalfa. Moscow: Kolos. 1974; 240 (In Russian).
- Zhuchenko A.A. Adaptive system of Plant Selektion. Moscow: RUDN University. 2000; 1: 779 (In Russian).

4. Regidin A.A., Ignatiev S.A., Goryunov K.N., Kravchenko N.S. Estimation of economic and biological traits of the alfalfa initial material in the south of the Rostov region. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2022; 23(4): 471–479. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.471-479>
5. Lomov M.V., Piskovatsky Yu.M. Lucerne в конкурсном испытании. *Кормопроизводство*. 2020; (4): 30–34. <https://www.elibrary.ru/nrglee>
6. Kuznetsov I., Davletov F., Anokhina N., Akhmadullina I., Safin F. Influence of weather condition on the field peas (*Pisumsativum* L. ssp. *sativum*) vegetation period and yield. *Agronomy Research*. 2020; 18(2): 472–482. <https://doi.org/10.15159/AR.20.154>
7. Veretennikova V.G., Veretennikov N.G. Особенности формирования биомассы у люцерны канадской селекции. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014; (5): 54, 55. <https://www.elibrary.ru/syjihh>
8. Дюкова Н.Н., Логинов Ю.П., Харалгин А.С. Результаты селекции люцерны в Северном Зауралье. *Агропродовольственная политика России*. 2013; (4): 34–36. <https://www.elibrary.ru/sablkt>
9. Мамалыга В.С., Бугайов В.Д., Максимов А.Н. Эффективность селекционной работы с люцерной на устойчивость к кислотности почв. *Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур. Материалы Международной научно-практической конференции. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет*. 2012; 251–254.
10. Мамалыга В.С., Бугайов В.Д., Горенский В.М. Результаты изучения исходного материала для селекции сортов люцерны нового поколения, устойчивых к повышенной кислотности почвы. *Polish Journal of Science*. 2020; 28(1): 3–10. <https://www.elibrary.ru/tjqgg>
11. Ghaleb W., Ahmed L.Q., Escobar-Gutiérrez A.J., Julier B. The History of Domestication and Selection of Lucerne: A New Perspective From the Genetic Diversity for Seed Germination in Response to Temperature and Scarification. *Frontiers in Plant Science*. 2021; 11: 578121. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.578121>
12. Riasat M., Jafari A.A., Saed-Mouchehsi A. Effect of Drought Stress Levels on Seedling Morpho-physiological Traits of Alfalfa (*Medicago sativa*) Populations grown in Glasshouse. *Journal of Rangeland Science*. 2020; 10(1): 86–97.
13. Казарин В.Ф., Володина И.А. Исходный материал для селекции люцерны на повышение семенной продуктивности. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2014; (6): 41–43. <https://www.elibrary.ru/tgnljb>
14. Догузова Н.Н. Селекция люцерны для лесостепной зоны Республики Северная Осетия — Алания. *Аграрный научный журнал*. 2021; (10): 22–25. <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i10pp22-25>
15. Luz J.M.Q., Machado D.L.M., Maciel G.M., Freitas J.A., Oliveira R.C. Are there differences in heterozygosity of strains obtained from intercrossed and self-fertilized onion plants? *Horticultura Brasileira*. 2020; 38(3): 274–279. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620200306>
4. Regidin A.A., Ignatiev S.A., Goryunov K.N., Kravchenko N.S. Estimation of economic and biological traits of the alfalfa initial material in the south of the Rostov region. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2022; 23(4): 471–479 (In Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.471-479>
5. Lomov M.V., Piskovatsky Yu.M. Competitive trial of alfalfa. *Kormoproizvodstvo*. 2020; (4): 30–34 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/nrglee>
6. Kuznetsov I., Davletov F., Anokhina N., Akhmadullina I., Safin F. Influence of weather condition on the field peas (*Pisumsativum* L. ssp. *sativum*) vegetation period and yield. *Agronomy Research*. 2020; 18(2): 472–482. <https://doi.org/10.15159/AR.20.154>
7. Veretennikova V.G., Veretennikov N.G. Features of biomass formation in alfalfa of Canadian selection. *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2014; (5): 54, 55 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/syjihh>
8. Dyukova N.N., Loginov Yu.P., Kharalgin A.S. Results of alfalfa breeding in the Northern Trans-Urals. *Agri-food policy in Russia*. 2013; (4): 34–36 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/sablkt>
9. Mamalyga V.S., Bugayov V.D., Maksimov A.N. Efficiency of breeding work with alfalfa for resistance to soil acidity. *Actual and new directions in breeding and seed production of agricultural crops. Proceedings of the International scientific and practical conference. Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University*. 2012; 251–254 (In Russian).
10. Mamalyga V.S., Buhayov V.D., Gorensky V.M. Study and selection of raw material for the creation of varieties and hybrid populations of alfalfa that are tolerant to high acidity of soil solution. *Polish Journal of Science*. 2020; 28(1): 3–10 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/tjqgg>
11. Ghaleb W., Ahmed L.Q., Escobar-Gutiérrez A.J., Julier B. The History of Domestication and Selection of Lucerne: A New Perspective From the Genetic Diversity for Seed Germination in Response to Temperature and Scarification. *Frontiers in Plant Science*. 2021; 11: 578121. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.578121>
12. Riasat M., Jafari A.A., Saed-Mouchehsi A. Effect of Drought Stress Levels on Seedling Morpho-physiological Traits of Alfalfa (*Medicago sativa*) Populations grown in Glasshouse. *Journal of Rangeland Science*. 2020; 10(1): 86–97.
13. Kazarin V.F., Volodina I.A. Basic material for alfalfa selection to increase its seed productivity. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2014; (6): 41–43 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/tgnljb>
14. Doguzova N.N. Alfalfa breeding for the forest-steppe zone of the Republic of North Ossetia — Alania. *Agricultural Scientific Journal*. 2021; (10): 22–25 (In Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i10pp22-25>
15. Luz J.M.Q., Machado D.L.M., Maciel G.M., Freitas J.A., Oliveira R.C. Are there differences in heterozygosity of strains obtained from intercrossed and self-fertilized onion plants? *Horticultura Brasileira*. 2020; 38(3): 274–279. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620200306>

ОБ АВТОРАХ

Асия Ахмадулловна Низаева¹,

старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства кормовых культур,
nizaeva_a@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6355-2422>

Игорь Юрьевич Кузнецов²,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологий,
kuznecov_igor74@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7849-5897>

Рифкат Лутфуллович Акчурин¹,

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом растениеводства, земледелия и почвенного плодородия, ведущий научный сотрудник,
rifkat-61@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6798-3660>

Ильгиз Галлямович Асылбаев²,

доктор биологических наук, профессор кафедры почвоведения, агрохимии и точного земледелия,
ilgiz_bsau@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8235-2928>

¹ Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук
ул. Рихарда Зорге, 19, Уфа, 450001, Россия

² Башкирский государственный аграрный университет,
ул. 50 лет Октября, 34, Уфа, 450001, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Asiya Akhmadullova Nizayeva¹,

Senior Researcher of the Department of Breeding and Seed Production of fodder crops,
nizaeva_a@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6355-2422>

Igor Yurievich Kuznetsov²,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Plant Breeding, Plant Breeding and Biotechnology,
kuznecov_igor74@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7849-5897>

Rifkat Lutfullovich Akchurin¹,

Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of Crop Production, Agriculture and Soil Fertility, Leading Researcher,
rifkat-61@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6798-3660>

Ilgiz Gallyamovich Asylbayev²,

Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Precision Agriculture,
ilgiz_bsau@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8235-2928>

¹ Bashkir Research Institute of Agriculture is a separate structural subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
19 Richard Sorge Str., Ufa, 450001, Russia

² Bashkir State Agrarian University,
34 50 let Oktyabrya Str., Ufa, 450001, Russia

И. В. Сычёва
А. О. Храмченкова
С. М. Сычёв ✉

Брянский государственный аграрный университет, Брянск, Россия

✉ i.sychyova@mail.ru

Поступила в редакцию:
07.06.2023

Одобрена после рецензирования:
14.09.2023

Принята к публикации:
27.09.2023

Irina V. Sycheva
Alevtina O. Khranchenkova
Sergey M. Sychev ✉

Bryansk State Agrarian University, Bryansk, Russia

✉ i.sychyova@mail.ru

Received by the editorial office:
07.06.2023

Accepted in revised:
14.09.2023

Accepted for publication:
27.09.2023

Оценка биологической эффективности применения инсектицидов на моркови столовой в условиях Брянской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Цель исследований — изучение эффективности применения пестицидов против наиболее вредоносных видов вредителей (морковной мухи и ивово-морковной тли) при возделывании ее в условиях Брянской области.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2018–2021 гг. в полевом стационаре Брянского государственного аграрного университета. В качестве объекта исследований выступили растения моркови столовой сорта Нантская 4. Учетная площадь делянки — 10 м². Для учета вредителей использовали методики наблюдений с помощью кошения энтомологическим сачком, желтых клейевых ловушек, а также методом желтых чашек (сосудов Мёрике). Для защиты посевов от вредителей и оценки биологической эффективности инсектицидов вносили следующие препараты: Борей, СК (имдаклоприд 150 г/л + клотианидин 50 г/л) — 0,14 л/га; Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л) — 0,2 л/га; Ципи, КЭ (циперметрин 250 г/л) — 0,5 л/га; Вантекс, МКС (гамма-цигалотрин 60 г/л) — 0,1 л/га. Схема посева — однострочная, 70 × 70 см, расстояние между растениями — 3–5 см.

Результаты. Определен видовой состав доминантных видов вредителей моркови столовой в условиях Брянской области. Проанализирована биологическая эффективность подобранных инсектицидов Борей, СК (имдаклоприд 150 г/л + клотианидин 50 г/л), Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л), Ципи, КЭ (циперметрин 250 г/л) и Вантекс, МКС (гамма-цигалотрин 60 г/л). В среднем за годы исследований отмечена высокая биологическая эффективность применения препарата Борей, СК (имдаклоприд 150 г/л + клотианидин 50 г/л) до 92,5%. Результаты исследований позволили установить биологическую эффективность выбранных инсектицидов для повышения результативности товарного овощеводства.

Ключевые слова: морковь столовая, вредители, биологическая эффективность, фитосанитарный мониторинг, инсектициды

Для цитирования: Сычёва И.В., Храмченкова А.О., Сычёв С.М. Оценка биологической эффективности применения инсектицидов на моркови столовой в условиях Брянской области. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 122–126. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-122-126>

© Сычёва И.В., Храмченкова А.О., Сычёв С.М.

Assessment of the biological effectiveness of insecticides on canteen carrots in the Bryansk region

ABSTRACT

Relevance. The purpose of the research is to study the effectiveness of the use of pesticides against the most harmful types of pests (carrot fly and willow-carrot aphid) when cultivating it in the Bryansk region.

Materials and methods. Studies were carried out in 2018–2021 in a field hospital of the Bryansk State Agrarian University. Carrot plants of the table variety Nantskaya 4 acted as the object of research. The estimated plot area is 10 m². To account for pests, observation methods were used using entomological net mowing, yellow glue traps, as well as the method of yellow cups (Mörike vessels). To protect crops from pests and assess the biological effectiveness of insecticides, the following preparations were introduced: Borei, SC (imidacloprid 150 g/L + clothianidine 50 g/L) — 0.14 l/ha; Karate Zeon, ISS (lambda-cyhalothrin 50 g/l) — 0.2 l/ha; Zipi, CE (cypermethrin 250 g/L) — 0.5 l/ha; Vantex, ISS (gamma-cyhalothrin 60 g/L) — 0.1 l/ha. The seeding scheme is one-line 70 × 70 cm, the distance between plants is 3–5 cm.

Results. The species composition of the dominant pest species of table carrots in the conditions of the Bryansk region has been determined. The biological efficacy of selected insecticides Borei, SC (imidacloprid 150 g/l + clothianidine 50 g/l), Karate Zeon, ISS (lambda-cyhalothrin 50 g/l), Cipi, CE (cypermethrin 250 g/l) and Vantex, ISS (gamma-cyhalothrin 60 g/l) was analyzed. On average, over the years of research, the high biological efficacy of the drug Borei, SC (imidacloprid 150 g/l + clothianidine 50 g/l) was noted to 92.5%. The results of the research allowed us to establish the biological effectiveness of the selected insecticides to increase the effectiveness of commercial vegetable growing.

Key words: carrot canteen, pests, biological efficacy, phytosanitary monitoring, insecticides

For citation: Sycheva I.V., Khranchenkova A.O., Sychev S.M. Evaluation of the biological effectiveness of insecticide application on table carrots in the Bryansk region. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 122–126 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-122-126>

© Sycheva I.V., Khranchenkova A.O., Sychev S.M.

Введение/Introduction

Овощеводство относится к числу отраслей, которые принадлежат важная роль в снабжении населения продуктами питания высокой биологической ценности. Подавляющее большинство населения в течение круглого года потребляют овощи в свежем или переработанном виде, которые выступают основным источником важных витаминов, макро- и микроэлементов, других питательных веществ, способствующих сохранению здоровья и деятельности человека [1].

Доля Российской Федерации в мировом производстве овощей невелика (1,26%), а посевная площадь под ними — 1% общемировой [2]. Динамика валового сбора (в хозяйствах всех категорий) с 2010 г. в целом положительная, однако за последние три года прослеживается устойчивая тенденция к его снижению — с 14,1 млн т в 2019 г. до 13,5 млн т в 2021-м^{1, 2}. Аналогичный тренд характерен для Брянской области, где производство овощей в целом уменьшилось — со 135 тыс. т в 2019 г. до 94,9 тыс. т в 2021-м [3].

Одна из основных овощных культур Нечерноземной зоны России — морковь столовая, использование которой крайне разнообразно (употребляется в пищу, используется как лечебное средство, применяется в косметической промышленности, а также в качестве корма для всех видов животных).

Производство данной культуры в Брянской области с 2010 г. значительно увеличилось (в 10,4 раза), составив в 2021 г. 18 974,4 т (рис. 1). На это повлияли рост урожайности моркови (в 1,7 раза за исследуемый период) и рост посевных площадей (в 4,9 раза)³. Данные результаты получены благодаря реализации инновационных технологий и инвестиционных проектов, осуществление одного из которых (агрохолдингом «Охотно» (Жирятинский р-н, Брянская обл., Россия) позволило получить более 750 ц/га.

Вместе с тем повышение урожайности культуры можно достичь за счет борьбы с вредными организмами. Видовой состав вредителей моркови столовой был изучен рядом авторов, в частности В.И. Леуновым (2011), А.К. Ахатовым, Ф.Б. Ганнибаллом, Ю.И. Мешковым и др. (2013), однако локально видовая структура имеет свои особенности, что связано в первую очередь с природно-климатическими факторами [4–7]. Изучение видового

состава вредителей культуры и воздействия на них технологических приемов при выращивании — важный аспект в оценке генофонда моркови столовой, основных направлениях селекции и семеноводстве [8–12].

Цель исследований — выявление эффективности применения пестицидов против наиболее вредоносных видов вредителей (морковной мухи и ивово-морковной тли) при возделывании ее в условиях Брянской области.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проведены в 2018–2021 гг. в полевом стационаре Брянского государственного аграрного университета (Выгоничский р-н, Брянская обл., Россия). В качестве объекта исследований выступили растения моркови столовой сорта Нантская 4. Учетная площадь делянки — 10 м². Повторность опыта — четырехкратная, в каждой повторности исследованию были подвержены 100 растений.

Для учета вредителей использовали методики наблюдений с помощью кошени энтомологическим сачком, желтых клеевых ловушек, а также методом желтых чашек³ (сосудов Мёрике). Наблюдение за появлением тлей осуществляли подекадно, определяли заселенность растений при подсчете среднего количества бескрылых особей на учетных растениях по повторностям. Учет численности личинок морковной мухи *Chamaepsila rosae* (Fabricius) учитывали при уборке путем вскрытия 25 корнеплодов с каждой повторности. Идентификацию, изучение особей и повреждений растений проводили, применяя определитель⁴ и соответствующую методику⁵ с использованием метода световой микроскопии («Микромед 3-20» (АО «Ломо», Россия).

В течение вегетации проводили фенологические наблюдения, описание морфобиологических признаков моркови столовой, учет урожайности согласно Методике полевого опыта в овощеводстве⁵.

Для защиты посевов от вредителей и оценки биологической эффективности инсектицидов вносили следующие препараты: Борей, СК (имидаклоприд 150 г/л + клотианидин 50 г/л) (АО Фирма «Август», Россия) — 0,14 л/га; Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л) (ООО «Сингента», Швейцария) — 0,2 л/га; Ципи, КЭ (циперметрин 250 г/л) («Агрорус Ко», Россия) — 0,5 л/га; Вантекс, МКС (гамма-цигалотрин 60 г/л) (международная агрохимическая компания FMC Corporation) — 0,1 л/га.

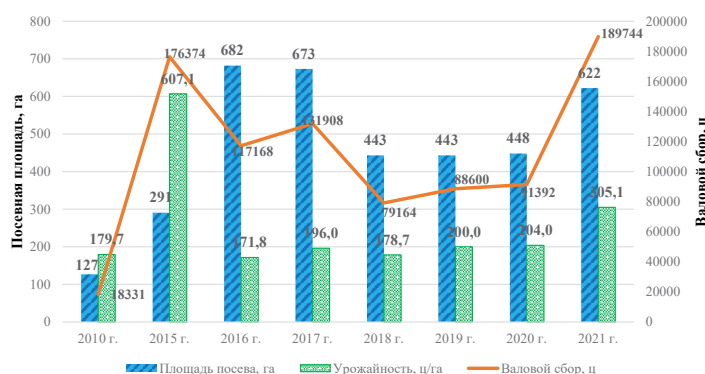
Расход рабочей жидкости — 200 л/га.

Данные препараты были предоставлены Россельхозцентром по Брянской области в рамках научного сотрудничества по изучению биологической эффективности пестицидов на овощных культурах.

Агротехника при выращивании моркови столовой — общепринятая в Нечерноземной зоне. Норма высева — 3 кг/га, схема посева — однострочная 70 × 70 см, расстояние между растениями — 3–5 см. Для статистической обработки экспериментальных данных использовали формулу Аббота, прикладные программы MS Excel, Straz (США).

Рис. 1. Динамика посевной площади, урожайности и валового сбора моркови в Брянской области

Fig. 1. Dynamics of sowing area, yield and gross harvest carrots in the Bryansk region



¹ Агропромышленный комплекс России. Москва. 2010; 557.

² Сельское хозяйство в России. Статистический сборник. Москва. 2021; 100.

³ Палий В.Ф. Методика изучения фауны и фенологии насекомых. Воронеж. 1970; 192.

⁴ Определитель сельскохозяйственных вредителей по повреждениям культурных растений / М.Б. Ахромович, И.Д. Батиашвили, Г.Я. Бей-Биенко и др. Л.: Колос. 1976; 286–288.

⁵ Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: ГНУ ВНИИО. 2011; 648.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

На моркови столовой в условиях Брянской области были отмечены незначительные повреждения многоядными вредителями из класса Insecta: личинками жуков-щелкунов *Agriotes obscurus* L., *Ag. lineatus* L., *Ag. sputator* L. (Coleoptera, Elateridae), гусеницами лугового мотылька *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera, Pyralidae), совки-гаммы *Autographa gamma* L. (Lepidoptera, Noctuidae), озимой совки *Scotia segetum* Schiff. (Lepidoptera, Noctuidae), вослицательной совки *Agrotis exclamationis* L. (Lepidoptera, Noctuidae), луговым клопом *Lygus pratensis* L. (Hemiptera, Miridae). Из специализированных вредителей класса Insekta повреждали морковная муха *Chamaepsila rosae* (Fabricius) = *Psila rosae* Fabricius (Diptera, Psilidae), отдельные виды тлей: боярышниковая тля *Anuraphis crataegi* Kaltb., ивово-морковная тля *Cavariella aegopodii* (Scop.) (Homoptera, Aphididae).

Морковная муха *Chamaepsila rosae* (Fabricius), являясь наиболее опасным вредителем культуры, встречается повсеместно на территории Брянской области, повреждая корнеплоды моркови столовой и других сельдерейных культур. При этом корнеплоды приобретают уродливую форму, становясь деревянистыми, имеют безвкусный или горький привкус и быстро загнивают. Листья поврежденных на участке растений принимают красновато-фиолетовую окраску, желтеют и засыхают. Личинки морковной мухи оставляют внутри поврежденных корнеплодов ходы, экскременты, оболочки от личинки, различные продукты жизнедеятельности и заносят фитопатогенные микроорганизмы.

В условиях Брянской области лёт морковной мухи начинается во II–III декадах мая. Лёт первого поколения в среднем растянут на 50 дней и более, во втором поколении — на 30–50 дней. Зимняя диапауза осуществляется в ложнококонах в почве, а также в подвалах внутри корнеплодов в стадии личинки, которые впоследствии в марте — апреле окукливались.

Необходимо отметить, что самки откладывали яйца поодиночке и группами (в среднем до 120 яиц) около растений моркови. Личинки сначала повреждали корешки молодых растений, затем выгрызали ходы на более развитых корнеплодах. Применение инсектицидов позволило снизить поврежденность корнеплодов вредителем до 1,6–2%.

В среднем за годы исследований отмечена высокая биологическая эффективность применения препарата Борей, СК (имдаклоприд 150 г/л + клотианидин 50 г/л) до 92,5% (табл. 1).

Морковная муха *Chamaepsila rosae* (Fabricius) незначительно откладывала яйца в варианте с применением препарата Борей, количество имаго в период роста корнеплода составило 0,3 особи в среднем по повторностям на одну клеевую ловушку, количество личинок морковной мухи — 0,2–0,4 личинки на 25 корнеплодов после уборки. В контроле эти показатели превысили значение ЭПВ и составили в среднем за годы исследований 6,3 особи имаго за семь дней

по повторностям на одну клеевую ловушку и 35,8 личинки в вскрытых корнеплодах моркови.

Значение показателей на уровне 84,8% биологической эффективности в варианте с использованием Вантекс, МКС также указывает на эффективность данного препарата из группы синтетических пиретроидов и, соответственно, 75,6% и 76,5% по показателям биологической эффективности в вариантах с применением препаратов Ципи, КЭ (циперметрин 250 г/л) и Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л).

Некоторые виды насекомых, например представители отряда равнокрылых (Homoptera, Aphididae), являются двудомными мигрирующими видами, которые зимуют и питаются в весенне-осенний период на ивах (Salicaceae), заселяют морковь столовую в весенне-летний период. К ним следует отнести ивово-морковную тлю *Cavariella aegopodii* (Scop.) — один из основных видов, повреждающих морковь, пастернак, петрушку и другие зонтичные. Этот вид является специализированным фитофагом с колюще-сосущим ротовым аппаратом, воздействующим на растение с помощью ферментов слюнных желез, в результате чего листья моркови сильно скручиваются, наблюдается угнетение роста и развития растений, корнеплоды мелкие, корневая шейка и почва вокруг растения приобретают белесый цвет из-за усыпанных личиночных шкурок тли.

Для оценки заселенности и поврежденности растений культуры ивово-морковной тлей использовалась модифицированная шкала (в баллах): 0 — растение не заселено тлей, листья не деформированы; 1 — на растении отмечены небольшие колонии тли (5–10 особей), незначительно деформированы листья; 2 — колонии среднего размера (15–30 особей), растения деформированы; 3 — колонии большие (30–60 особей), растения сильно деформированы; 4 — колонии плотные (свыше 60 особей), растения сильно деформированы, черешки укорочены (табл. 2).

Следует также отметить симбиотическую связь ивово-морковной тли *Cavariella aegopodii* (Scop.) и черного лазиуса *Lasius niger* L. В среднем на 86% заселенных

Таблица 1. Оценка биологической эффективности применения инсектицидов против личинок морковной мухи, % (сорт Нантская 4, 2018–2021 гг.)
Table 1. Evaluation of biological efficacy of insecticide against carrot fly larvae, % (Nantskaya variety 4, 2018–2021)

Варианты опыта	Биологическая эффективность, %				
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	в среднем за 4 года
1. Контроль (без обработок)	-	-	-	-	-
2. Борей, СК (имдаклоприд 150 г/л + клотианидин 50 г/л) — 0,14 л/га	92,9	92,5	91,8	92,7	92,5
3. Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л) — 0,2 л/га	82,4	75,2	63,4	84,8	76,5
4. Ципи, КЭ (циперметрин 250 г/л) — 0,5 л/га	84,5	77,2	65,1	76,2	75,6
5. Вантекс, МКС (гамма-цигалотрин 60 г/л) — 0,1 л/га	84,8	78,5	89,9	85,8	84,8

Таблица 2. Оценка биологической эффективности применения инсектицидов против ивово-морковной тли Cavariella aegopodii (Scop.), % (сорт Нантская 4, 2018–2021 гг.)

Table 2. Evaluation of biological effectiveness of insecticide against willow-carrot aphids Cavariella aegopodii (Scop.), % (variety Nantes 4, 2018–2021)

Варианты опыта	Биологическая эффективность, %					Заселенность и поврежденность моркови столовой, балл			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	в среднем за 4 года	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
1. Контроль (без обработок)	-	-	-	-	-	4	4	4	4
2. Борей, СК (имдаклоприд 150 г/л + клотианидин 50 г/л) — 0,14 л/га	90,7	91,4	92,5	92,3	91,7	1	1	0	0
3. Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л) — 0,2 л/га	72,7	79,3	73,4	80,6	76,5	2	2	2	1
4. Ципи, КЭ (циперметрин, 250 г/л) — 0,5 л/га	75,3	79,2	84,3	77,1	78,9	2	2	1	2
5. Вантекс, МКС (гамма-цигалотрин 60 г/л) — 0,1 л/га	85,9	88,6	88,4	87,5	87,6	1	1	1	1

Таблица 3. Оценка хозяйственно ценных признаков сортообразцов моркови столовой при применении инсектицидов (сорт Нантская 4, 2018–2021 гг., среднее)
Table 3. Assessment of economically valuable signs of carrot canteen variety samples when using insecticides (Nantskaya 4 variety, 2018–2021, medium)

Варианты опыта	Длина корнеплода, см	Диаметр корнеплода, см	Масса корнеплода, г	Урожайность, т/га		Товарность, %
				общая	товарная	
1. Контроль (без обработок)	14,3	3,6	124,2	3,91	2,98	76,2
2. Борей, СК (имidakлоприд 150 г/л + клотианидин 50 г/л) — 0,14 л/га	15,4	4,3	155,7	4,85	4,26	87,8
3. Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л) — 0,2 л/га	14,9	3,9	135,8	4,21	3,56	84,5
4. Ципи, КЭ (циперметрин 250 г/л) — 0,5 л/га	14,8	3,6	134,9	3,98	3,24	81,4
5. Вантекс, МКС (гамма-цигалотрин 60 г/л) — 0,1 л/га	14,9	3,6	131,4	3,86	3,07	79,5
НСР ₀₅			14,85	1,23		

растений моркови столовой находились особи черного лазуса, питающиеся сладкой падью, выделяемой тлями.

Анализ численности особей на растениях моркови столовой свидетельствует о влиянии на этот показатель погодно-климатических факторов по годам исследований — как в контроле, так и в вариантах с обработкой. Взаимодействие генотипа растений с факторами внешней среды реализуется в особенностях роста и развития овощной культуры. В 2018 году засушливый летний период (ГТК 0,3–1,2) вызвал задержку роста растений, вместе с тем более высокую численность вредителей году (4 балла по шкале, 88 особей в среднем) при подсчете в контроле на учетных растениях, что является свидетельством высокой плодovitости ивово-морковной тли при благоприятных условиях питания и размножения.

Высокие летние температуры также повлияли на снижение биологической эффективности применения синтетических пиретроидов: Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л) — 72,7% (10–30 особей за годы исследований, в среднем 1–2 балла), Ципи, КЭ (циперметрин 250 г/л) — 75,3% (10–25 особей в колонии, листья культуры деформированы, 1–2 балла), Вантекс, МКС (гамма-цигалотрин 60 г/л) — 85,9% (5–10 особей, 1 балл). Препарат Борей, СК (имidakлоприд 150 г/л + клотианидин 50 г/л) стабильно снижал численность ивово-морковной тли по годам исследований с биологической эффективностью в среднем за четыре года исследований 91,7%, учитывая, что в 2018 г. и 2019-м на отдельных учетных растениях отмечены от 3 до 6 особей вредителя (через три дня после проведения обработок).

Хозяйственно ценные признаки закладываются в разные фазы онтогенеза и способны развиваться на фоне лимитирующих факторов среды, характеризующих определенную территорию при выращивании культуры. На них также воздействуют вредные организмы, в частности вредители, снижая урожайность и качество продукции (табл. 3).

В вариантах опыта с применением инсектицидов на моркови столовой в условиях Брянской области по признаку «длина корнеплода» в среднем за годы исследований отмечено повышение показателя по сравнению с контролем (без обработок) на 0,5–1,1 см, что связано с уменьшением

достойно превысили контрольный вариант. В варианте с применением препарата Борей, СК (имidakлоприд 150 г/л + клотианидин 50 г/л) среднее значение массы корнеплода за годы исследований составило 155,7 г, что на 31,5 г больше по сравнению с контролем.

Обработки препаратами Борей, СК (имidakлоприд 150 г/л + клотианидин 50 г/л), Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л), Ципи, КЭ (циперметрин 250 г/л) и Вантекс, МКС (гамма-цигалотрин 60 г/л) снижали численность и заселенность морковной мухой *Chamae psila rosae* (Fabricius) и ивово-морковной тлей *Cavariella aegopodii* (Scop.) посевов культуры, что способствовало повышению общей и товарной урожайности и товарности продукции.

Выводы/Conclusion

В результате исследований в условиях Брянской области выявлены доминантные виды вредителей моркови, к которым следует отнести морковную муху *Chamae psila rosae* (Fabricius) и ивово-морковную тлю *Cavariella aegopodii* (Scop.). Проанализирована биологическая эффективность подобранных инсектицидов Борей, СК (имidakлоприд 150 г/л + клотианидин 50 г/л), Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л), Ципи, КЭ (циперметрин 250 г/л) и Вантекс, МКС (гамма-цигалотрин 60 г/л).

В среднем за годы исследований отмечена высокая биологическая эффективность применения препарата Борей, СК (имidakлоприд 150 г/л + клотианидин 50 г/л) (до 92,5%). Установлено, что морковная муха незначительно откладывала яйца в варианте с применением препарата Борей. Установлено, что высокие летние температуры до 30 °С и выше также повлияли на снижение биологической эффективности применения синтетических пиретроидов: Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л) — 72,7%, Ципи, КЭ (циперметрин 250 г/л) — 75,3%, Вантекс, МКС (гамма-цигалотрин 60 г/л) — 85,9%. В то же время препарат Борей, СК (имidakлоприд 150 г/л + клотианидин 50 г/л) стабильно снижал численность ивово-морковной тли по годам исследований с биологической эффективностью в среднем за четыре года исследований (до 91,7%).

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Максаев А.А., Нечитайлов А.С., Жукова О.И., Жуков А.С. Место отрасли овощеводства в организационно-экономической сфере логистики при формировании продовольственных ресурсов. *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*. 2021; (4): 114–121. <https://www.elibrary.ru/lbpzmp>
- Королюкова А.П. и др. Экономические аспекты развития овощеводства России. М.: *Росинформагroteх*. 2021; 204. ISBN 978-5-7367-1665-4 <https://www.elibrary.ru/lfuthi>
- Сычёв С.М., Храмченкова А.О., Кузьмицкая А.А., Коростелева О.Н., Полухин А.А. Возможности и приоритеты развития агропромышленного комплекса Брянской области. *Аграрная наука*. 2022; (9): 84–91. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-84-91>
- Хмелинская Т.В., Буренин В.И. Адаптивный потенциал генресурсов моркови. *Овощи России*. 2018; (6): 8–12. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-8-12>
- Леунов В.И. Столовые корнеплоды в России. М.: *Товарищество научных изданий КМК*. 2011; 271. ISBN 978-5-87317-744-8 <https://www.elibrary.ru/vnsmjb>
- Ахатов А.К. и др. Защита картофеля и овощных культур открытого грунта. М.: *Товарищество научных изданий КМК*. 2013; 198. ISBN 978-5-87317-942-8 <https://www.elibrary.ru/ubbght>
- Сычёва И.В., Солдатенко А.В., Сычёв С.М., Панкрушова А.С. Оценка сортообразцов моркови столовой на заселенность *Cavariella aegopodii* (Scop.) и хозяйственно ценные признаки культуры в условиях Брянской области. *Овощи России*. 2019; (2): 92–96. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-92-96>
- Терешонок В.И., Надежкин С.М., Калинин А.Н., Князьков М.Н., Шевченко Т.Е. Влияние особенностей выращивания на урожайность и качество корнеплодов моркови столовой. *Овощи России*. 2009; (4): 81–83. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2009-4-1-81-83>
- Буренин В.И., Пискунова Т.М., Хмелинская Т.В. Генофонд для селекции моркови и свеклы столовой. *Овощи России*. 2017; (4): 28–31. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-4-28-31>
- Леунов В.И. Направления в селекции и семеноводстве овощных корнеплодных культур. *Картофель и овощи*. 2017; (1): 6–9. <https://www.elibrary.ru/zizykh>
- Юсупова Л.А., Ховрин А.Н., Котлярова О.В. Экологическое сортоиспытание моркови столовой селекции ФГБНУ ФНЦО в условиях юга Ростовской области. *Овощи России*. 2022; (5): 63–67. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-63-67>
- Федорова М.И., Солдатенко А.В., Степанов В.А., Ветрова С.А., Заячковский В.А., Вуртц Т.С. Методологические основы селекции и семеноводства овощных корнеплодных растений. *Овощи России*. 2018; (3): 52–55. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-52-55>

ОБ АВТОРАХ

Ирина Васильевна Сычёва,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства,
i.sychyova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1874-2534>
Тел. +7 (900) 363-66-27

Алевтина Орестовна Храмченкова,
доктор экономических наук, доцент,
заведующая кафедрой экономики и менеджмента,
alores05@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5973-096X>
Тел. +7 (919) 295-87-17

Сычёв Сергей Михайлович,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства,
sichev_65@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2534>
Тел. +7 (950) 695-35-65

Брянский государственный аграрный университет,
ул. Советская, 2А, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл.,
243356, Россия

REFERENCES

- Maksaev A.A., Nechitailov A.S., Zhukova O.I., Zhukov A.S. The place of the vegetable growing industry in the organizational and economic sphere of logistics in the formation of food resources. *Fundamental and Applied Research Studies of the Economics Cooperative Sector*. 2021; (4): 114–121 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/lbpzmp>
- Korolkova A.P. et al. Economic aspects of the development of vegetable growing in Russia. Moscow: *Rosinformagrotekh*. 2021; 204 (In Russian). ISBN 978-5-7367-1665-4 <https://www.elibrary.ru/lfuthi>
- Sychev S.M., Khranchenkova A.O., Kuzmitskaya A.A., Korosteleva O.N., Polukhin A.A. Opportunities and priorities for the development of the agro-industrial complex of the Bryansk region. *Agrarian science*. 2022; (9): 84–91 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-84-91>
- Khmelninskaya T.V., Burenin V.I. Adaptive potential of the carrot genetic resources. *Vegetable crops of Russia*. 2018; (6): 8–12 (In Russian). <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-8-12>
- Leunov V.I. Table root crops in Russia. Moscow: *KMK Scientific Press*. 2011; 271 (In Russian). ISBN 978-5-87317-744-8 <https://www.elibrary.ru/vnsmjb>
- Akhmatov A.K. et al. Protection of potatoes and vegetable crops of open ground. Moscow: *KMK Scientific Press*. 2013; 198 (In Russian). ISBN 978-5-87317-942-8 <https://www.elibrary.ru/ubbght>
- Sycheva I.V., Soldatenko A.V., Sychev S.M., Panrushova A.S. Evaluation of the garden carrot accessions for the population of *Cavariella aegopodii* (Scop.) and economically valuable features of culture in the conditions of the Bryansk region. *Vegetable crops of Russia*. 2019; (2): 92–96 (In Russian). <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-92-96>
- Tereshonok V.I., Nadezhkin S.M., Kalinin A.N., Knyazkov M.N., Shevchenko T.E. The influence of growing characteristics on the yield and quality of table carrot roots. *Vegetable crops of Russia*. 2009; (4): 81–83 (In Russian). <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2009-4-1-81-83>
- Burenin V.I., Piskunova T.M., Khmelinskaya T.V. The gene pool for breeding of carrot and table beet. *Vegetable crops of Russia*. 2017; (4): 28–31 (In Russian). <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-4-28-31>
- Leunov V.I. Trends in breeding and seed production of vegetable root crops. *Potato and vegetables*. 2017; (1): 6–9 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/zizykh>
- Yusupova L.A., Khovrin A.N., Kotlyarova O.V. Ecological study of carrots of the canteen selection of the Federal scientific vegetable center in the conditions of the south of the Rostov region. *Vegetable crops of Russia*. 2022; (5): 63–67 (In Russian). <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-63-67>
- Fedorova M.I., Soldatenko A.V., Stepanov V.A., Vetrova S.A., Zayachkovskiy V.A., Wurtts T.S. Methodological bases of selection and seed growing of vegetable root plants. *Vegetable crops of Russia*. 2018; (3): 52–55 (In Russian). <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-52-55>

ABOUT THE AUTHORS

Irina Vasilyevna Sycheva,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production,
i.sychyova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1874-2534>
Tel. +7 (900) 363-66-27

Alevtina Orestovna Khranchenkova,
Doctor of Economics, Associate Professor,
Head of the Department of Economics and Management,
alores05@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5973-096X>
Tel. +7 (919) 295-87-17

Sychev Sergey Mikhailovich,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department
of Agronomy, Breeding and Seed Production,
sichev_65@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2534>
Tel. +7 (950) 695-35-65

Bryansk State Agrarian University,
2A Sovetskaya Str., village Kokino, Vygonichsky district, Bryansk
region, 243356, Russia



И.В. Горбунов ✉

А.В. Дергунов

Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия — филиал Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия, Анапа, Россия

✉ wunsch27@mail.ru

Поступила в редакцию:
03.02.2023

Одобрена после рецензирования:
14.09.2023

Принята к публикации:
27.09.2023



Ivan V. Gorbunov ✉

Alexandr V. Dergunov

Anapa Zonal Experimental Station of Viticulture and Winemaking — a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, Anapa, Russia

✉ wunsch27@mail.ru

Received by the editorial office:
03.02.2023

Accepted in revised:
14.09.2023

Accepted for publication:
27.09.2023

Изучение агробиологических показателей и технологических свойств технических сортов винограда селекции Анапской опытной станции

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В современной России назрела необходимость производства качественных отечественных вин из районированных сортов с высокой адаптивностью и биологической ценностью. Для их производства необходимо тщательно подбирать сортимент винограда, включая в него сорта современной отечественной селекции. Многие новые технические сорта мало изучены и требуют детальной биохимической оценки. Изучение этих проблемных вопросов, включая отечественное сортовое виноделие, актуально и представляет большой интерес для Черноморской зоны и России в целом.

Методы. Объектами исследований являлись лучшие технические сорта винограда селекции Анапской опытной станции. В работе использовались селекционные программы и методики, в том числе разработанные с участием сотрудников центра. Массовые концентрации сахаров в сусле определялись согласно ГОСТ 27198-87, титруемой кислотности по ГОСТ 32114-2013. Массовую концентрацию фенольных веществ в сусле определяли с помощью методов, разработанных НИИ «Магарач». Для статистической обработки полученных опытных данных применялся дисперсионный анализ в программе Microsoft Office Excel 2003. Формировка виноградных растений исследуемых сортов — «Спиральный кордон AZOS-1», площадь питания — 7 м², расстояние в ряду между растениями — 2 м, а в междурядьях — 3,5 м. Методика выращивания — по ГОСТ 31783-2012.

Результаты. Исследуемые сорта, такие как Достойный, Каберне АЗОС, Красностоп АЗОС, Рубин АЗОС и другие, имеют высокие показатели коэффициентов плодоношения и плодоносности. Практически все из них ежегодно имеют высокий процент распускания глазков (89,2–100%) и количество соцветий — в среднем 61,7–66,1 шт., а также высокое сахаронакопление по сравнению с контрольным Каберне Совиньон, что статистически доказуемо, их превышение составило 0,1–4,2 г / 100 см³. По количеству содержащихся в сусле фенольных соединений лидируют сорта Красностоп АЗОС, Рубин АЗОС и Сатурн.

Ключевые слова: виноград, технический сорт, урожайность, агробиология, признаки

Для цитирования: Горбунов И.В., Дергунов А.В. Изучение агробиологических показателей и технологических свойств технических сортов винограда селекции Анапской опытной станции. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 127–132. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-127-132>

© Горбунов И.В., Дергунов А.В.

Study of agrobiological indicators and technological properties of technical grape varieties selected by the Anapa experimental station

ABSTRACT

Relevance. In modern Russia, there is a need to produce high-quality domestic wines from zoned varieties with high adaptability and biological value. For their production, it is necessary to carefully select the grape assortment, including varieties of modern domestic selection. Many new technical varieties are poorly studied and require a detailed biochemical assessment. The study of these problematic issues, including domestic varietal winemaking, is relevant and of great interest for the Black Sea zone and Russia as a whole.

Methods. The objects of research were the best technical grape varieties selected by the Anapa experimental station. Selection programs and methods, including those developed with the participation of the center's staff, were used in the work. The mass concentrations of sugars in the wort were determined according to GOST 27198-87, titrated acidity according to GOST 32114-2013. The mass concentration of phenolic substances in the wort was determined using methods developed by the Magarach Research Institute. For statistical processing of the experimental data obtained, variance analysis was used in the Microsoft Office Excel 2003 program. The formation of grape plants of the studied varieties is the «Spiral cordon AZOS-1», the feeding area is 7 m², the distance in the row between the plants is 2 m, and in the aisles — 3.5 m. The method of cultivation is according to GOST 31783-2012.

Results. The studied varieties, such as Worthy, Cabernet AZOS, Krasnostop AZOS, Ruby AZOS and others have high rates of fruiting and fruitfulness. Practically all of them annually have a high percentage of budding eyes (89.2–100%) and the number of inflorescences — on average 61.7–66.1 pcs. And also, high sugar accumulation compared to the control Cabernet Sauvignon, which is statistically provable and their excess was 0.1–4.2 g / 100 cm³. According to the number of phenolic compounds contained in the wort, the varieties Krasnostop AZOS, Ruby AZOS and Saturn are in the lead.

Key words: grapes, technical grade, yield, agrobiological, signs

For citation: Gorbunov I.V., Dergunov A.V. Study of agrobiological indicators and technological properties of technical grape varieties selected by the Anapa experimental station. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 127–132 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-127-132>

© Gorbunov I.V., Dergunov A.V.

Введение/Introduction

Одной из характерных особенностей винодельческой продукции является богатый спектр типов и марок вина [1]. Это обусловливается специфическими критериями: сортовой агротехникой, сортовой технологией переработки винограда, природно-климатическими условиями и др. [2–6]. На сегодняшний день актуальным является вопрос о создании и использовании районированных отечественных технических сортов винограда, обладающих высокой урожайностью, высоким сахаронакоплением, морозо- и засухоустойчивых, толерантных к филлоксеру и другим болезням.

К техническим сортам винограда есть определенные требования (способность накапливать необходимое количество сахаров, кислот, экстрактивных и фенольных веществ) в зависимости от типа или марки вина, для приготовления которого они могут быть использованы. Для успешной селекционной работы в этом направлении у селекционера должно быть сортовое разнообразие исходного материала [7–10].

В настоящее время существует недостаток в районированном сортименте винограда технического направления использования разных сроков созревания с высоким содержанием сахаров в ягодах и высокой урожайностью [11], поэтому селекционеры и виноделы Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия проводят большую комплексную научную работу по созданию новых районированных отечественных сортов винограда технического направления. Конечная цель — получение высокоустойчивого к биотическим и абиотическим стрессорам урожайного сорта с высокими показателями продуктивности и качества конечной продукции — вина [12].

В современной России назрела необходимость производства качественных отечественных вин из районированных сортов с высокой адаптивностью и биологической ценностью. Для их производства необходимо тщательно подбирать сортимент винограда, включая в него сорта современной отечественной селекции. Многие новые технические сорта мало изучены и требуют детальной биохимической оценки [10].

Для правильного, научно обоснованного выбора путей и методов селекционной работы с учетом поставленной задачи необходимы глубокие знания исходного материала, генофонда, особенностей происхождения видов и сортов, отбираемых для включения в скрещивания. Многие из них служат ценным исходным материалом для проведения дальнейшей селекционной работы методом гибридизации и клоновой селекции. Сорт определяет направление использования виноградной продукции и играет ведущую роль в улучшении ее качества и всех видов продукции у винограда.

Актуальность данных исследований связана с тем, что в сортименте Черноморской зоны Краснодарского края недостаточно технических сортов винограда, устойчивых к милдью и филлоксеру, поэтому целью селекционеров

АЗОСВиВ является выведение и передача для Государственного испытания новых сортов винограда.

Цель работы — изучение агробиологических показателей и технологических свойств технических сортов винограда селекции Анапской опытной станции, а также выявление динамики исследуемых показателей.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объектами исследований являются технические сорта винограда, выведенные селекционерами Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия, такие как Каберне АЗОС, Красностоп АЗОС, Достойный, Кубанец, Рубин АЗОС, Сатурн.

Эти сорта произрастают на Анапской ампелографической коллекции, которая является научной базой исследований опытной станции. По многим из этих сортов заложены виноградные насаждения в производственных масштабах [13, 14]. В работе использовались селекционные программы и методики, в том числе разработанные с участием сотрудников центра^{1, 2}. Массовые концентрации сахаров в сусле определялись согласно ГОСТ 27198-87³, титруемой кислотности — по ГОСТ 32114-2013⁴. Массовую концентрацию фенольных веществ в сусле определяли с помощью методов, разработанных НИИ «Магарач»⁵. Для статистической обработки полученных опытных данных применялся дисперсионный анализ в программе Microsoft Office Excel 2003 (США) по «Методике полевого опыта»⁶.

В работе проводились расчеты коэффициента плодоношения K_1 — это отношение числа соцветий к общему числу побегов, и коэффициента плодоносности K_2 — отношение числа соцветий к числу плодоносных побегов.

В качестве контрольного сорта использовался сорт винограда Каберне Совиньон.

Формировка виноградных растений исследуемых сортов — «Спиральный кордон АЗОС-1», площадь питания — 7 м², расстояние в ряду между растениями — 2 м, в междурядьях — 3,5 м. Методика выращивания — по ГОСТ 31783-2012⁷.

Выращиваются исследуемые сорта в корнесобственной культуре на южных слабовыщелоченных, слабогумусных мощных черноземах с тяжело суглинистым гранулометрическим составом, сформированных на лессовидных тяжелых суглинках [15].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

На протяжении 2019–2022 гг. сотрудниками Анапской опытной станции изучались сорта технического направления с высокими качеством винодельческой продукции и урожайностью: Каберне АЗОС, Красностоп АЗОС, Достойный, Кубанец, Рубин АЗОС, Сатурн. Далее приводится их краткая характеристика со средними значениями данных.

¹ Егоров Е.А., Еремин Г.В., Супрун И.И. и др. Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. Краснодар: Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия. 2012; 569.

² Дергунов А.В., Бедарев С.В., Алейникова Г.Ю., Пастарнакова О.П. Технологический запас фенольных и красящих веществ в красных сортах винограда селекции АЗОСВиВ. Обеспечение устойчивого производства виноградоинодельческой отрасли на основе современных достижений науки. Сборник материалов научно-практической конференции. Анапа. 2010; 274–278.

³ ГОСТ 27198-87 Виноград свежий. Методы определения массовой концентрации сахаров.

⁴ ГОСТ 32114-2013 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот.

⁵ Дергунов А.В., Щербачев С.В., Никулушкина Г.Е. и др. Новые сорта винограда для производства высококачественных вин. Обеспечение устойчивого производства виноградоинодельческой отрасли на основе современных достижений науки. Сборник материалов научно-практической конференции. Анапа. 2010; 128–133.

⁶ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985; 351.

⁷ ГОСТ 31783-2012 Национальный стандарт Российской Федерации. Посадочный материал винограда (саженцы).

Фото 1. Сорт винограда Каберне АЗОС. Фото авторов
Foto 1. Grape variety Cabernet AZOS. Photo of the authors



Каберне АЗОС (Каберне Совиньон х Ф/У Джемете) — технический сорт винограда среднепозднего срока созревания. Кусты сильнорослые. Грозди средние, цилиндроконической формы, средней плотности (или рыхлые), массой 250–280 г (фото 1).

Ягоды округлой формы, среднего размера, сине-черной или темно-синей окраски, с плотной кожицей. Мякоть сочная, с пасленовым вкусом. Урожайность — 120–130 ц/га при сахаристости ягод 17–19 г / 100 см³ и кислотности 8,8 г/дм³. Коэффициент плодоношения — 1,3. Сорт имеет повышенную устойчивость к милдью и оидиуму. Толерантен к филлоксеру. Характеризуется высоким качеством десертных вин. Дегустационная оценка вина — 9 баллов.

Красностоп АЗОС (Ф/У Джемете х Красностоп анапский) — технический сорт винограда раннесреднего срока созревания (фото 2).

Кусты сильнорослые. Грозди мелкие или средние, цилиндрической формы, средней плотности, массой 120–130 г. Ягоды округлые, среднего размера, темно-синей окраски, с плотной кожицей. Мякоть сочная, с простым вкусом. Урожайность — 120 ц/га при сахаристости ягод 20–25 г / 100 см³ и кислотности 6–7 г/дм³. Коэффициент плодоношения — 1,3. Сорт имеет повышенную устойчивость к морозу. Толерантен к филлоксеру. Характеризуется высоким качеством десертных вин. Дегустационная оценка десертного вина — 9,6 балла.

Фото 2. Сорт винограда Красностоп АЗОС. Фото авторов
Foto 2. The grape variety Krasnostop AZOS. Photo of the authors



Фото 3. Сорт винограда Достойный. Фото авторов
Foto 3. Grape variety Dostojnyj. Photo of the authors



Достойный (Ф/У Джемете х Мускат гамбургский) — технический сорт винограда позднего срока созревания. Кусты сильнорослые. Грозди средние, цилиндроконической формы, средней плотности, массой 280 г (фото 3).

Ягоды округлые, среднего размера, сине-черной или темно-синей окраски, с плотной кожицей. Мякоть сочная, с простым вкусом. Урожайность — 130 ц/га при сахаристости ягод 18–21 г / 100 см³ и кислотности 7–8 г/дм³. Коэффициент плодоношения — 1,3. Сорт имеет повышенную устойчивость к оидиуму и серой гнили. Толерантен к филлоксеру. Характеризуется высоким качеством сухих вин. Дегустационная оценка сухого вина — 8,7 балла.

Кубанец (Ф/У Джемете х Красностоп анапский) — технический сорт винограда позднего срока созревания. Кусты сильнорослые. Грозди среднего размера (240–260 г), конической формы, средней плотности (фото 4).

Ягоды округлые, среднего размера, сине-черные, с прочной кожицей. Мякоть сочная. Вкус простой, гармоничный. Урожайность — 100–120 ц/га. Сахаристость — 17,6 г / 100 см³, кислотность — 7,4 г/дм³. Коэффициент плодоношения — 1,2. Сорт имеет повышенную устойчивость к филлоксеру. Используется для приготовления сухих и десертных высококачественных вин.

Фото 4. Сорт винограда Кубанец. Фото авторов
Foto 4. The Kubanets grape variety. Photo of the authors



Фото 5. Сорт винограда Рубин АЗОС. Фото авторов
Foto 5. The grape variety Ruby AZOS. Photo of the authors



Рубин АЗОС (Хиндогны х Красностоп анапский) — технический сорт винограда позднего срока созревания. Кусты сильнорослые. Грозди среднего размера (200–250 г), конической формы, рыхлые. Ягоды округлые, среднего размера, сине-черные или темно-синие, с прочной кожицей. Мякоть сочная, с интенсивно окрашенным соком. Вкус гармоничный. Урожайность — 100–120 ц/га. Сахаристость — 18–24 г / 100 см³, кислотность — 6–8 г/дм³. Коэффициент плодоношения — 1,2–1,5 (фото 5).

Сорт имеет повышенную устойчивость к филлоксеру, морозу и грибным болезням. Используется для приготовления сухих и десертных высококачественных вин ярко-рубинового цвета.

Сатурн (Ф/У Джемете х Красностоп анапский) — технический сорт винограда среднего срока созревания. Кусты сильнорослые. Грозди среднего размера (210–230 г), цилиндрической формы, средней плотности или рыхлые (фото 6).

Ягоды округлые, среднего размера, сине-черные, с прочной кожицей. Мякоть сочная. Вкус гармоничный. Урожайность — 125–130 ц/га. Сахаристость — 23–26 г / 100 см³, кислотность — 5–6 г/дм³. Коэффициент плодоношения — 1,2. Сорт имеет повышенную устойчивость к филлоксеру и морозу. Используется для приготовления сухих и десертных высококачественных вин. Дегустационная оценка сухого вина — 8,4–8,8 балла, десертного — 9 баллов.

Фото 6. Сорт винограда Сатурн. Фото авторов
Foto 6. The Saturn grape variety. Photo of the authors



Технические сорта винограда селекции АЗОСВиВ, изучены по агробиологическим и технологическим показателям, основные из них представлены в таблице 1.

Для технических сортов винограда основными агробиологическими показателями являются коэффициенты плодоношения и урожайность. В результате исследований установлено, что, несмотря на засушливую погоду в 2019 г. и 2020-м сорта селекции АЗОСВиВ имели высокую урожайность и превосходили в этом Каберне Совиньон (контроль). Наибольшую урожайность имели: Достойный — от 10,5 до 12 кг с куста, Кубанец — 11,5–11,9 кг с куста, Рубин АЗОС — 10,5–11,5 кг и Сатурн — 9,8–11 кг. Чуть меньшая урожайность у Красностопа АЗОС (9–11 кг с куста).

По результатам нашей работы среди исследуемых сортов винограда наибольшим коэффициентом плодоношения обладают сорта Каберне АЗОС, Красностоп АЗОС, Достойный, Сатурн, Рубин АЗОС. Практически все из них ежегодно имеют высокий процент распускания глазков — 70–87,9%.

Таблица 1. Данные агробиологических наблюдений на технических сортах винограда (2019–2021 гг.)

Table 1. Data of agrobiological observations on technical grape varieties (2019–2021)

Название сорта	Среднее кол-во глазков, шт.	Среднее кол-во зеленых побегов, шт.	Среднее кол-во плодородных побегов, шт.	Среднее кол-во соцветий, шт.	K1	K2	% распускания глазков, %	Урожай с куста, кг
2019 г.								
Каберне АЗОС	41,6	35,5	29,4	36,0	1,0	1,2	75,0	9,8
Красностоп АЗОС	50,3	36,3	50,7	65,0	1,3	1,3	83,3	11,0
Достойный	32,0	30,3	31,7	35,0	1,1	1,1	86,2	10,5
Кубанец	36,3	35,0	29,3	29,0	0,8	1,0	77,8	11,9
Рубин АЗОС	43,1	32,3	45,0	63,0	1,4	1,4	78,0	10,9
Сатурн	38,0	34,0	36,0	47,0	1,2	1,3	78,0	10,5
Каберне Совиньон (контроль)	41,0	34,0	42,0	50,0	1,2	1,2	75,0	9,2
НСР ₀₅	8,6	1,7	9,2	11,4	0,6	0,3	1,9	1,2
2020 г.								
Каберне АЗОС	20,0	27,5	14,5	23,0	1,2	1,6	70,0	5,1
Красностоп АЗОС	48,5	37,0	35,5	54,5	1,1	1,5	87,9	9,1
Достойный	40,0	38,0	32,0	47,5	1,2	1,5	86,0	12,0
Кубанец	51,5	31,0	50,5	66,5	1,3	1,3	78,0	11,8
Рубин АЗОС	55,0	39,0	61,5	76,0	1,4	1,2	73,7	11,5
Сатурн	56,0	34,0	49,0	77,0	1,4	1,6	74,5	11,0
Каберне Совиньон (контроль)	50,0	32,0	44,0	52,0	1,0	1,2	74,0	9,1
НСР ₀₅	10,5	5,4	15,3	12,2	0,8	0,5	1,1	4,1
2021 г.								
Каберне АЗОС	35,3	33,3	28,7	45,0	1,3	1,6	74,3	9,8
Красностоп АЗОС	47,0	33,3	47,3	67,7	1,4	1,4	84,0	9,0
Достойный	40,0	38,3	41,7	64,7	1,6	1,6	86,0	11,4
Кубанец	52,0	31,7	46,3	65,0	1,3	1,4	78,1	11,5
Рубин АЗОС	48,7	38,0	47,3	71,0	1,5	1,5	79,0	10,5
Сатурн	49,5	32,0	45,0	61,0	1,2	1,4	76,8	9,8
Каберне Совиньон (контроль)	46,0	35,0	41,0	51,0	1,1	1,2	75,0	9,0
НСР ₀₅	6,5	2,2	4,3	7,4	0,8	0,6	1,5	2,3

Примечание: K1 — коэффициент плодоношения, K2 — коэффициент плодородности.

Таблица 2. Динамика накопления сахаров, титруемой кислотности и суммы фенольных веществ в сусле сортов винограда за 2019–2021 гг.

Table 2. Dynamics of accumulation of sugars, titrated acidity and the amount of phenolic substances in the wort of grape varieties for 2019–2021

Сорт	2019 г.			2020 г.			2021 г.		
	Сахаристость, г/100 см ³	Кислотность, г/дм ³	Сумма фенольных веществ, мг/дм ³	Сахаристость, г/100 см ³	Кислотность, г/дм ³	Сумма фенольных веществ, мг/дм ³	Сахаристость, г/100 см ³	Кислотность, г/дм ³	Сумма фенольных веществ, мг/дм ³
Каберне АЗОС	23,5*	7,8	2500	23,7*	7,9	2470*	22,5*	7,8*	2280
Красностоп АЗОС	23,9*	5,6	4740*	23,5*	5,5	4570*	23,0*	5,8	4320*
Достойный	19,8	7,7	3770*	20,5	7,8	3420*	21,0*	7,5	3170*
Кубанец	19,0	7,3	2970*	19,5	7,2	2740*	19,0	7,9*	2670*
Рубин АЗОС	22,8	7,4	4240*	21,0	7,8	4120*	21,0*	7,7	3980*
Сатурн	23,6*	5,5	3890*	22,8*	5,6	3580*	22,0*	5,9	3210*
Каберне Совиньон (контроль)	19,7	6,3	1950	19,8	6,4	1870	19,0	6,2	1840
НСР ₀₅	3,1	1,8	550	2,4	1,6	590	1,8	1,5	450

* Существенно превышают контроль.

Обычно новые сорта винограда технического направления оценивают по глюкоацедометрическому показателю и механическим свойствам грозди и ягоды. Однако эти показатели не дают информации о физико-химических и биохимических свойствах винограда, оказывающих определяющее влияние на качество вина.

Далее приводится динамика сахаронакопления и содержания кислоты и фенольных веществ в сусле у исследуемых технических сортов винограда селекции Анапской опытной станции (табл. 2).

По данным таблицы, все исследуемые сорта, за исключением сорта Кубанец, в годы изучения накапливали больше сахаров, чем контрольный Каберне Совиньон. Превышение составляло (в зависимости от сорта и погодных условий года) от 0,1 до 4,2 г / 100 см³. Однако статистически доказуемым на 5%-ном уровне значимости во все годы исследований это превышение было только у сортов Каберне АЗОС, Красностоп АЗОС и Сатурн.

Сахаристость сока сорта Кубанец в годы исследований была на уровне контроля (или немного уступала ему). По показателю титруемой кислотности изучаемые сорта не имели статистически доказуемых различий с контролем, однако высококислотные сорта Каберне АЗОС, Достойный и Рубин АЗОС имели более высокое содержание кислоты, чем Красностоп АЗОС и Сатурн. При высоком сахаронакоплении в сусле исследуемых сортов сформировалась близкая к оптимальной (для получения высококачественных вин) титруемая кислотность. Такая кислотность наряду с высокой сахаристостью позволяет получить из данных сортов

микробиально стабильные, плотные, гармоничные вина при условии обязательного проведения яблочно-молочного брожения. Самой низкой титруемой кислотностью во все годы изучения отличались сорта Красностоп АЗОС и Сатурн, что в комплексе с высоким содержанием сахаров в сусле дает им направление на производство вин с остаточным сахаром (полусладкие, крепкие, десертные, ликерные).

Качество красных сортов технического винограда во многом определяется количеством и качеством фенольного комплекса в их соке. Благодаря ему виноградное сусло оказывает существенное влияние на свойства и органолептическое качество вина. Все изучаемые сорта накапливают в ягодах в 1,3–2,4 раза больше фенольных веществ, чем Каберне Совиньон (контроль). Это превышение является статистически доказуемым (по показателю НСР₀₅). Наибольшее содержание в сусле фенольных соединений у Красностопа АЗОС, Рубина АЗОС и Сатурна.

Проанализированные данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что все изучаемые красные технические сорта имеют достаточные кондиции для получения высококачественных вин и стабильного урожая.

Выводы/Conclusion

В результате проведенных исследований в соответствии с целью работы — изучение агробиологических показателей и технологических свойств технических сортов винограда селекции Анапской опытной станции, а также выявление динамики исследуемых показателей, установлено:

1. Исследуемые сорта, такие как Каберне АЗОС, Красностоп АЗОС, Достойный, Рубин АЗОС и другие, имеют высокие показатели коэффициентов плодоношения и плодоносности, урожайности.

2. Сорта Каберне АЗОС, Красностоп АЗОС и Сатурн в годы изучения имели высокое сахаронакопление по сравнению с контрольным Каберне Совиньон, что статистически доказуемо. Превышение наблюдалось различное в зависимости от сорта и погодных условий года и составляло от 0,1 до 4,2 г / 100 см³.

3. Все изучаемые сорта накапливают в ягодах в 1,3–2,4 раза больше фенольных веществ, чем Каберне Совиньон (контроль). Это превышение является статистически доказуемым по показателю НСР₀₅.

4. По количеству содержащихся в сусле фенольных соединений, наибольшее их количество у сортов Красностоп АЗОС, Рубин АЗОС и Сатурн. Данные сорта рекомендуются для дальнейшего изучения с целью выделения перспективных источников по урожайности, сахаронакоплению и высоким технологическим показателям.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Вклад в работу: Горбунов И.В. — 75%, Дергунов А.В. — 25%. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for the work and the data presented.

Contribution to the work: Gorbunov I.V. — 75%, Dergunov A.V. — 25%. The authors declared no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горбунов И.В. Перспективные красные технические сорта винограда селекции АЗОСВиВ. Вестник КрасГАУ. 2022; (8): 66–71. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49326163>
2. Royo C. et al. The Major Origin of Seedless Grapes is Associated with a Missense Mutation in the MADS-Box Gene VviAGL11. *Plant Physiology*. 2018; 177(3): 1234–1253. <https://doi.org/10.1104/pp.18.00259>
3. Saniya S., Kanwar J., Naruka I.S., Singh P.P. Genetic variability and association among colour and white seedless genotypes of grape (*Vitis vinifera*). *The Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2018; 88(5): 737–745. <https://doi.org/10.56093/ijas.v88i5.80067>

REFERENCES

1. Gorbunov I.V. Promising red technical grape varieties of AZOSVIV selection. *Bulletin of KrasGAU*. 2022; (8): 66–71. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49326163>
2. Royo C. et al. The Major Origin of Seedless Grapes is Associated with a Missense Mutation in the MADS-Box Gene VviAGL11. *Plant Physiology*. 2018; 177(3): 1234–1253. <https://doi.org/10.1104/pp.18.00259>
3. Saniya S., Kanwar J., Naruka I.S., Singh P.P. Genetic variability and association among colour and white seedless genotypes of grape (*Vitis vinifera*). *The Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2018; 88(5): 737–745. <https://doi.org/10.56093/ijas.v88i5.80067>

4. da Silva Oliveira L.D., Beserra de Moura M.S., de Souza Leão P.C., Freire da Silva T.G., Bastos de Souza L.S. Características agrônomicas e sensibilidade ao rachamento de bagas de uvas sem sementes. *Journal of Environmental Analysis and Progress*. 2017; 2(3): 274–282. <https://doi.org/10.24221/jeap.2.3.2017.1451.274-282>
5. Cabezas J.A., Cervera M.T., Ruiz-García L., Carreño J., Martínez-Zapater J.M. A genetic analysis of seed and berry weight in grapevine. *Genome*. 2006; 49(12): 1572–1585. <https://doi.org/10.1139/g06-122>
6. Maul E. Die reben genetischen Ressourcen in Deutschland. *Geilweilergof aktuell*. 2006; 34(2): 9–14.
7. Khiari R., Zemni H., Mihoubi D. Raisin processing: physicochemical, nutritional and microbiological quality characteristics as affected by drying process. *Food Reviews International*. 2018; 35(3): 246–298. <https://doi.org/10.1080/87559129.2018.1517264>
8. Olivati C. *et al.* Effect of the pre-treatment and the drying process on the phenolic composition of raisins produced with a seedless Brazilian grape cultivar. *Food Research International*. 2019; 116: 190–199. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.01>
9. Allewelt G., Dettweiler E. The genetic resources of Vitis. *Sieboldingen*. 1994; 74.
10. Perl A., Sahar N., Eliassi R., Baron I., Spietel-Roy P., Bazak H. Breeding of new seedless table grapes in Israel conventional and biotechnological approach. *Acta Horticulturae*. 2003; 603: 185–187. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.603.24>
11. Gerdemann-Knorck M., Sacristan M.D., Breeding S. Utilization of asymmetric somatic hybridization for the transfer of disease resistance from *Brassica nigra* to *Brassica napus*. *Pestic. Outlook*. 1993; 4: 22–25.
12. Горбунов И.В. Перспективные источники селекционно-ценных признаков среди сортов винограда Анапской ампелографической коллекции. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022; (2): 67–74. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-2-67-74>
13. Горбунов И.В. Перспективные красные технические сорта винограда селекции АЗОСВиВ. *Вестник КрасГАУ*. 2022; (8): 66–71. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-8-66-71>
14. Горбунов И.В., Пучков В.Н., Коваленко А.Г. Агробиологическая и биохимическая оценка красных технических сортов винограда селекции АЗОСВиВ. *Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия*. 2019; 23: 137–140. <https://doi.org/10.30679/2587-9847-2019-23-137-140>
15. Дорошенко Н.П., Кравченко Л.В. Современная технология производства базисного посадочного материала. *Питомниководство винограда*. Краснодар: СКЗНИИСиВ. 2004; 51–59. <https://elibrary.ru/wkiggr>
4. da Silva Oliveira L.D., Beserra de Moura M.S., de Souza Leão P.C., Freire da Silva T.G., Bastos de Souza L.S. Características agrônomicas e sensibilidade ao rachamento de bagas de uvas sem sementes. *Journal of Environmental Analysis and Progress*. 2017; 2(3): 274–282. <https://doi.org/10.24221/jeap.2.3.2017.1451.274-282>
5. Cabezas J.A., Cervera M.T., Ruiz-García L., Carreño J., Martínez-Zapater J.M. A genetic analysis of seed and berry weight in grapevine. *Genome*. 2006; 49(12): 1572–1585. <https://doi.org/10.1139/g06-122>
6. Maul E. Die reben genetischen Ressourcen in Deutschland. *Geilweilergof aktuell*. 2006; 34(2): 9–14.
7. Khiari R., Zemni H., Mihoubi D. Raisin processing: physicochemical, nutritional and microbiological quality characteristics as affected by drying process. *Food Reviews International*. 2018; 35(3): 246–298. <https://doi.org/10.1080/87559129.2018.1517264>
8. Olivati C. *et al.* Effect of the pre-treatment and the drying process on the phenolic composition of raisins produced with a seedless Brazilian grape cultivar. *Food Research International*. 2019; 116: 190–199. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.01>
9. Allewelt G., Dettweiler E. The genetic resources of Vitis. *Sieboldingen*. 1994; 74.
10. Perl A., Sahar N., Eliassi R., Baron I., Spietel-Roy P., Bazak H. Breeding of new seedless table grapes in Israel conventional and biotechnological approach. *Acta Horticulturae*. 2003; 603: 185–187. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.603.24>
11. Gerdemann-Knorck M., Sacristan M.D., Breeding S. Utilization of asymmetric somatic hybridization for the transfer of disease resistance from *Brassica nigra* to *Brassica napus*. *Pestic. Outlook*. 1993; 4: 22–25.
12. Gorbunov I.V. Advantageous sources of breeding and valuable traits among grape varieties of Anapa ampelographic collection. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2022; (2): 67–74 (In Russian). <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-2-67-74>
13. Gorbunov I.V. Promising red technical grape varieties of AZOSVIV selection. *Bulletin of KSAU*. 2022; (8): 66–71 (In Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-8-66-71>
14. Gorbunov I.V., Puchkov V.N., Kovalenko A.G. Agrobiological and biochemical evaluation of some red technical grape varieties of the AZESVW breeding. *Scientific works of the North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking*. 2019; 23: 137–140 (In Russian). <https://doi.org/10.30679/2587-9847-2019-23-137-140>
15. Doroshenko N.P., Kravchenko L.V. Modern technology of production of basic planting material. *Grape nursery*. Krasnodar: North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture. 2004; 51–59 (In Russian). <https://elibrary.ru/wkiggr>

ОБ АВТОРАХ

Иван Викторович Горбунов,

заведующий лабораторией
wunsch27@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4702-9148>

Александр Вячеславович Дергунов,

старший научный сотрудник
davych@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1173-4811>

Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия (АЗОСВиВ) — филиал Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия,
Пионерский пр-т, 36, Анапа, 353456, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Ivan Viktorovich Gorbunov,

Head of the laboratory
wunsch27@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4702-9148>

Alexander Vyacheslavovich Dergunov,

Senior Researcher
davych@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1173-4811>

Anapa Zonal Experimental Station of Viticulture and Winemaking (AZOSViV) is a branch of the North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking,

36 Pionersky Prospekt, Anapa, 353456, Russia

УДК 631.17.631.147

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-133-138

А.Ю. Брюханов
Е.В. Шалавина ✉
Э.В. Васильев

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) — филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Санкт-Петербург, Россия

✉ shalavinaev@mail.ru

Поступила в редакцию:
05.06.2023

Одобрена после рецензирования:
14.09.2023

Принята к публикации:
28.09.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-133-138

Aleksandr Yu. Briukhanov
Ekaterina V. Shalavina ✉
Eduard V. Vasiliev

Institute of Agroengineering and Environmental Problems of Agricultural Production (IAEP) — branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, St. Petersburg, Russia

✉ shalavinaev@mail.ru

Received by the editorial office:
05.06.2023

Accepted in revised:
14.09.2023

Accepted for publication:
28.09.2023

Анализ методик определения эмиссии закиси азота от систем переработки побочных продуктов животноводства

РЕЗЮМЕ

Существующие методики расчета эмиссии закиси азота (N_2O) от систем переработки побочных продуктов животноводства (навоза и помета) используют коэффициенты выбросов, зависящие от применяемых технологий и природно-климатических условий. Расчет по Методическим рекомендациям по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации является укрупненным. Он выполняется по трем методическим уровням. 1-й применяется с использованием коэффициентов выбросов N_2O по умолчанию. Более детальный метод 1-го уровня учитывает среднегодовую экскрецию азота. В методе 2-го уровня расчеты производятся с учетом рациона кормления и данных по среднегодовой экскреции азота. Каждый метод дает в результате большой диапазон расчетных значений эмиссии N_2O . Более конкретный расчет предлагает методика, разработанная в рамках международного проекта «Навозные стандарты».

Цель работы — расчет эмиссии N_2O на примере комплекса крупного рогатого скота (далее — КРС) в Ленинградской области по указанным методикам для определения коэффициентов выбросов, требующих уточнения.

Исследованиями установлено, что эмиссия N_2O , рассчитанная по методике проекта «Навозные стандарты», составляет 336 кг/год. Эмиссии N_2O , рассчитанные по Методическим рекомендациям, колеблются от 182,04 до 1604,6 кг/год в зависимости от значений коэффициентов выбросов. Полученный широкий диапазон значений говорит о необходимости уточнения коэффициентов выбросов, характеризующих технологии переработки побочных продуктов животноводства, для повышения точности информации, подаваемой в Национальный кадастр антропогенных выбросов.

Ключевые слова: закись азота, парниковые газы, побочные продукты животноводства, технологии, экология, навоз

Для цитирования: Брюханов А.Ю., Шалавина Е.В., Васильев Э.В. Анализ методик определения эмиссии закиси азота от систем переработки побочных продуктов животноводства. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 133–138. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-133-138>

© Брюханов А.Ю., Шалавина Е.В., Васильев Э.В.

Analysis of methods for determining nitrogen oxide emission from processing systems of animal by-products

ABSTRACT

Existing methods for calculating nitrous oxide (N_2O) emissions from animal by-products processing systems (manure and manure) use emission factors depending on the technologies used and climatic conditions. The calculation based on Methodological Recommendations for conducting a voluntary inventory of greenhouse gas emissions in the constituent entities of the Russian Federation is consolidated. It is performed on three methodological levels. The 1st is applied using the default N_2O emission factors. A more detailed level 1 method takes into account the average annual nitrogen excretion. In the level 2 method, calculations are made taking into account the feeding ration and data on the average annual nitrogen excretion. Each method results in a large range of calculated values of N_2O emission. A more specific calculation is offered by the methodology developed within the framework of the international project «Manure Standards».

The purpose of the work is to calculate N_2O emissions using the example of a cattle complex (hereinafter referred to as cattle) in the Leningrad Region using the specified methods to determine emission factors that require clarification.

Studies have established that the N_2O emission calculated according to the methodology of the «Manure Standards» project is 336 kg/year. N_2O emissions calculated according to the Methodological Recommendations range from 182.04 to 1604.6 kg/year, depending on the values of the emission factors.

Key words: nitrogen oxide, greenhouse gases, animal by-products, technologies, ecology, manure

For citation: Briukhanov A.Yu., Shalavina E.V., Vasiliev E.V. Analysis of methods for determining nitrogen oxide emission from processing systems of animal by-products. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 133–138 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-133-138>

© Briukhanov A.Yu., Shalavina E.V., Vasiliev E.V.

Введение/Introduction

Основными парниковыми газами, в отношении которых осуществляется государственный учет, являются диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4) и закись азота (N_2O)¹. От систем переработки побочных продуктов животноводства происходят эмиссии метана и закиси азота [1, 2].

В настоящее время идет формирование технических рабочих групп по актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям (ИТС НДТ) 41-2023 «Интенсивное разведение свиней»² и ИТС НДТ 42-2023 «Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы»³.

По итогам работы в справочниках будут определены маркерные вещества для эмиссий в окружающую среду, разработан перечень технологических показателей, которые лягут в основу технологического нормирования предприятий отрасли I категории негативного воздействия на окружающую среду. Дополнительно в справочнике появятся целевые показатели ресурсной (в том числе энергетической) эффективности, а также индикативные показатели удельных выбросов парниковых газов. Для актуализации ИТС НДТ необходимо определение репрезентативных данных по выбросам парниковых газов от систем обращения с побочными продуктами животноводства (навозом и пометом)⁴.

В конце 2021 года вступил в силу Федеральный закон от 2 июля 2021 года № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов»⁵, которым предусмотрено новая категория имущественных прав — углеродная единица (верифицированный результат реализации климатического проекта, выраженный в массе парниковых газов, эквивалентной 1 т углекислого газа). Постановлением Правительства РФ от 30 апреля 2022 года № 790 предусмотрено ведение реестра углеродных единиц. Эмиссии закиси азота от систем переработки побочных продуктов животноводства пересчитываются на углерод и входят составной частью в реестр углеродных единиц.

Расчет эмиссии закиси азота осуществляется по Методическим рекомендациям по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации⁶. Данный расчет можно также выполнить по методике, разработанной в рамках реализации международного научного проекта «Улучшенные навозные стандарты для устойчивого управления питательными веществами и сокращения эмиссий (“Навозные стандарты”)⁷ по Программе сотрудничества ЕС «Интеррег. Регион Балтийского моря» 2014–2020 гг.

В обеих методиках используются коэффициенты для расчета выбросов от систем сбора, хранения и использования побочных продуктов животноводства [3–6]. Применяемые технологии переработки побочной продукции животноводства оказывают значительное влияние на эмиссии парниковых газов [7, 8]. В зависимости от различных условий и используемых на предприятиях технологий применяются различные коэффициенты, в зависимости от которых получают большие диапазоны расчетных результатов эмиссии закиси азота.

Цель работы — расчет эмиссии закиси азота (N_2O) по двум методикам для определения коэффициентов выбросов, требующих уточнения.

Такой расчет позволит выявить в применяемых в РФ методических рекомендациях требующие уточнения коэффициенты, характеризующие технологии переработки побочных продуктов животноводства, и повысить точность информации, подаваемой в Национальный кадастр антропогенных выбросов, представляемый Российской Федерацией в секретариат Рамочной конвенции ООН об изменении климата⁸.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Для расчетов эмиссии закиси азота использованы данные действующего комплекса КРС (март 2023 года), расположенного в Ленинградской области. Единоразово на комплексе содержатся 811 коров на 1–3-й стадиях лактации и сухостойные: 235 телок старше 6 месяцев и 203 теленка до 6 месяцев. Дойные коровы содержатся привязным и беспривязным способами. В первом случае навоз удаляется транспортером КСН Ф 100, во втором — скреперной установкой УС-Ф-170 (рис. 1).

Рис. 1. Технологии содержания коров на комплексе: а — беспривязное содержание коров, б — привязное содержание коров

Fig. 1. Cow housing practices on the pilot complex: a — free-stall housing, b — tied housing



¹ Распоряжение Правительства РФ от 22.10.2021 № 2979-р «Об утверждении перечня парниковых газов, в отношении которых осуществляется государственный учет выбросов парниковых газов и ведение кадастра парниковых газов». <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202110260021>

² Приказ Минпромторга России от 17.02.2023 № 533 «О создании технической рабочей группы “Интенсивное разведение свиней”». <https://burondt.ru/trg/2023/1937/info>

³ Приказ Минпромторга России от 27.02.2023 № 616 «О создании технической рабочей группы “Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы”». https://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1889&etkstructure_id=1938

⁴ Федеральный закон от 14.07.2022 № 248-ФЗ «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202207140005>

⁵ Федеральный закон от 2 июля 2021 года № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов». <https://docs.cntd.ru/document/607142402>

⁶ Распоряжение Минприроды России от 16 апреля 2015 года № 15-р «Об утверждении Методических рекомендаций по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации». <https://docs.cntd.ru/document/420278225>

⁷ Instructions for Manure Properties Calculation Tool. https://tek.emu.ee/userfiles/yksused/tek/taastuvenergia_keskus/manure_standards/outputs/final/Manure%20Standards%20Calculation%20tool%20instructions_ENG.pdf

⁸ Национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2021 гг. <https://www.meteor.gov.ru/press/news/32581/>

Рис. 2. Технологии содержания телят: а — содержание телят до 6 месяцев, б — содержание телят старше 6 месяцев

Fig. 2. Technologies for keeping calves: a — keeping calves up to 6 months, b — keeping calves older than 6 months



Телята до 6 месяцев содержатся в боксах на глубокой подстилке. Навоз удаляется мобильными средствами. Телята старше 6 месяцев содержатся в загонках. Удаление навоза также осуществляется скреперной установкой УС-Ф-170 (рис. 2).

Масса подстилочного материала (опилок) составляет: при привязном содержании — 1,5 кг/гол в сутки, при беспривязном содержании — 0,5 кг/гол в сутки. Масса технологической воды: для дойных коров — 35 л/гол в сутки, для остальных категорий животных — 1,5 л/гол в сутки.

Переработка побочного продукта животноводства (навоза КРС) осуществляется методом пассивного компостирования на бетонированной площадке. Готовое органическое удобрение (переработанный побочный продукт животноводства) накапливается на полевой площадке до момента внесения на земельные угодья сельскохозяйственного назначения (рис. 3).

Расчет N_2O выполнялся по двум методикам:

- методическим рекомендациям по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации по трем методическим уровням.

Метод 1-го уровня применяется с использованием коэффициентов выбросов N_2O по умолчанию. Более детальный метод 1-го уровня учитывает среднегодовую экскрецию азота. В методе 2-го уровня расчеты производятся с учетом рациона кормления и данных по среднегодовой экскреции азота.

Расчет прямых выбросов N_2O для более детального 1-го уровня и 2-го уровня производится по формуле 1:

$$N_2O_{D(mm)} = [\sum_s (\sum_T (N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times MS_{(T,S)})) \times EF_{3(S)}] \times \frac{44}{28}, \quad (1)$$

где: $N_2O_{D(mm)}$ — прямые выбросы N_2O в результате сбора и хранения побочного продукта животноводства в регионе, кг N_2O / год; $N_{(T)}$ — количество голов вида (категории, подкатегории) скота и птицы Т в регионе; $Nex_{(T)}$ — среднегодовое выделение азота на одну голову скота вида (категории, подкатегории) Т в регионе, кг N / животное × год; $MS_{(T,S)}$ — доля суммарного

Рис. 3. Переработка побочного продукта животноводства: а — специализированная площадка переработки побочного продукта животноводства, б — накопление переработанного побочного продукта животноводства перед внесением на земельные угодья сельскохозяйственного назначения

Fig. 3. Processing of animal by-product: a — specialized processing pad of animal by-product, b — accumulation of processed animal by-product before field application



годового выделения азота для каждого вида (категории, подкатегории) скота и птицы Т, которая обрабатывается в рамках системы S сбора и хранения побочного продукта животноводства в данном регионе, не имеет размерности; $EF_{3(S)}$ — коэффициент выбросов для прямых выбросов N_2O от системы сбора и хранения побочных продуктов животноводства S в регионе, кг N_2O-N / кг N в системе S; S — система сбора и хранения побочного продукта животноводства; Т — вид (категория, подкатегория) скота и птицы; $44/28$ — коэффициент преобразования выбросов из единиц азота (N_2O-N) в выбросы N_2O .

Расчет потерь азота через улетучивание в результате сбора и хранения навоза ведется по формуле 2:

$$N_{\text{Улетучивание_MMS}} = [\sum_s (\sum_T (N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times MS_{(T,S)})) \times (\frac{Frac_{ГАЗ_MS}}{100})_{T,S}], \quad (2)$$

где $Frac_{ГАЗ_MS}$ — процентная доля азота в обработанном навозе скота и птицы категории (подкатегории) Т, которая улетучивается в виде NH_3 и NO_x в данной системе сбора и хранения навоза и помета S, %.

Расчет косвенных выбросов N_2O , связанных с улетучиванием азота в результате сбора и хранения навоза, ведется по формуле 3:

$$N_2O_{G(mm)} = (N_{\text{Улетучивание_MMS}} \times EF_4) \times \frac{44}{28}, \quad (3)$$

где EF_4 — коэффициент выбросов N_2O в результате осаждения азота из атмосферы на почву и водные поверхности, кг N_2O-N / кг улетучившихся $NH_3-N + NO_x-N$.

Расчет потерь азота в результате вымывания из систем сбора и хранения навоза ведется по формуле 4:

$$N_{\text{Вымывание_MMS}} = [\sum_s (\sum_T (N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times MS_{(T,S)})) \times (\frac{Frac_{\text{ВымывMS}}}{100})_{T,S}], \quad (4)$$

где $Frac_{\text{ВымывMS}}$ — процентная доля потерь азота обрабатываемого навоза скота категории (подкатегории) Т в результате стока и вымывания при твердом и жидком хранении навоза.

Расчет косвенных выбросов N_2O в результате вымывания при уборке, хранении и использовании навоза ведется по формуле 5:

$$N_2O_{L(mm)} = (N_{\text{Вымывание_MMS}} \times EF_5) \times \frac{44}{28}, \quad (5)$$

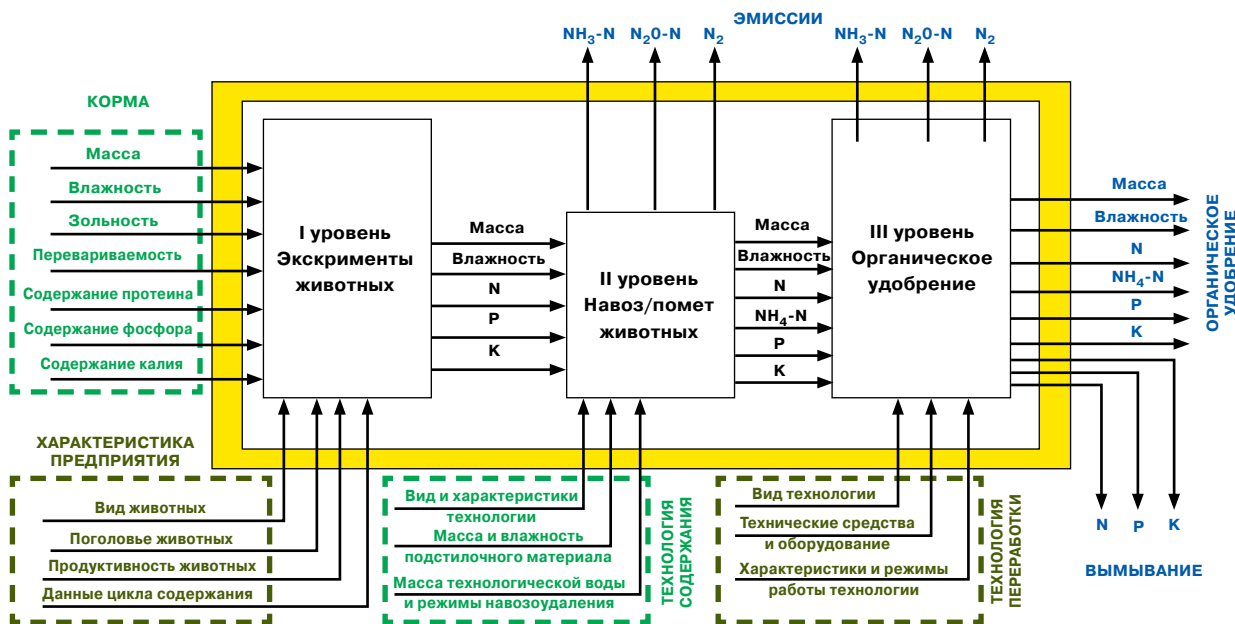
где EF_5 — коэффициент выбросов N_2O в результате вымывания и стока азота, кг N_2O-N / кг вымываемого азота.

- методике, разработанной в рамках проекта «Навозные стандарты».

Значения эмиссии закиси азота N_2O при расчете по методическим рекомендациям зависят от показателей, характеризующих поголовье животных, рационы кормления и применяемые технологии переработки побочного продукта животноводства (навоза КРС).

Рис. 4. Общий методический подход к расчету выбросов N₂O по Методике проекта «Навозные стандарты»

Fig. 4. General methodological approach to the calculation of N₂O emissions according to the Methodology of the «Manure Standards» project



В соответствии с Методикой проекта «Навозные стандарты» эмиссия азота N₂O рассчитывается с учетом поголовья животных, рационов кормления животных, продуктивности животных, применяемых технологий содержания животных, удаления и переработки навоза (рис. 4).

В рамках реализации проекта специалисты каждой страны региона Балтийского моря совместно с основными разработчиками инструмента для расчетов обосновывали коэффициенты, закладываемые в модели и алгоритмы методики.

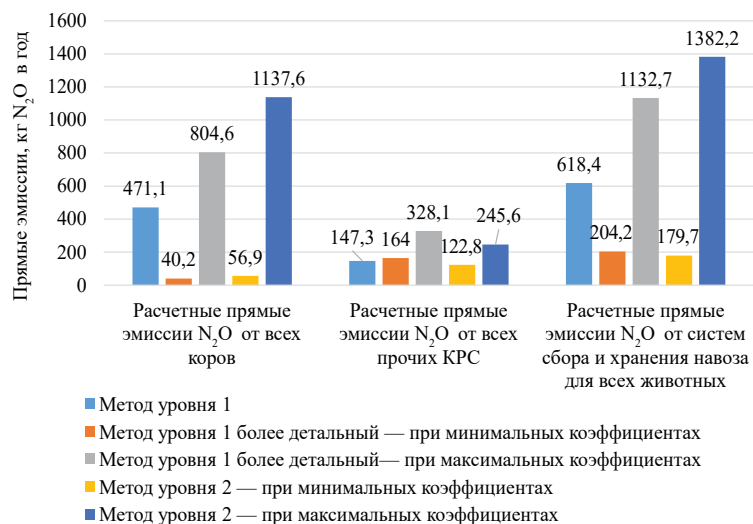
Методика с обоснованными коэффициентами была апробирована на ряде пилотных предприятий (КРС, свиноводческие комплексы и птицефабрики), расположенных в регионе Балтийского моря⁹. Результаты апробации показали отличие между расчетными и экспериментальными значениями не более 15%, что говорит о достоверности расчетов и возможности использования методики для укрупненного расчета количественных и качественных характеристик экскрементов, навоза и органического удобрения.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты расчета прямых эмиссий N₂O для метода 1-го уровня (с использованием коэффициентов по умолчанию, без привязки к технологиям) представлены на рисунке 5. При расчете использованы коэффициенты эмиссии по умолчанию для каждой категории животных.

Результаты расчета прямых эмиссий N₂O для методического 1-го уровня (более детального) (с использованием коэффициентов выбросов, характеризующих технологии, без привязки к рационам кормления животных) представлены на рисунке 5. Коэффициенты, характеризующие технологии, имеют диапазон значений

Рис. 5. Расчет прямых эмиссий N₂O от выбранного комплекса КРС
Fig. 5. Calculation of direct N₂O emissions from a selected cattle complex



в зависимости от региона размещения предприятия и применяемых технических решений. На рисунке 5 отображены значения, полученные для минимальных и максимальных значений данных коэффициентов.

На величины прямых эмиссий N₂O сильно влияют оказывают два коэффициента, характеризующие технологии обработки (переработки) навоза (побочного продукта животноводства):

- 1) MS_(T, S) — значение которого находится в диапазоне от 0,1 до 1;
- 2) EF_{3(S)} — значение которого находится в диапазоне от 0,005 до 0,01.

Результаты расчета прямых эмиссий N₂O для метода 2-го уровня представлены на рисунке 5.

На величины прямых эмиссий N₂O также сильное влияние оказывают два коэффициента, характеризующие технологии обработки (переработки) навоза (побочного продукта животноводства), — MS_(T, S) и EF_{3(S)}.

⁹ Manure data collection — experiences from pilot farms. <https://projects.luke.fi/manurestandards/wp-content/uploads/sites/25/2020/04/Manure-data-collection-experiences-from-pilot-farms.pdf>

Результаты расчета косвенных эмиссий N_2O для метода 1-го уровня (с использованием коэффициентов по умолчанию, без привязки к технологиям) представлены на рисунке 6.

Результаты расчета косвенных эмиссий N_2O (при улетучивании и вымывании) для метода 1-го уровня (более детального) и метода 2-го уровня представлены на рисунке 6.

Для точного учета эмиссий N_2O необходимо уточнить три коэффициента:

- $F_{гас_{газ_{MS}}}$ — коэффициент, характеризующий долю улетучивания NH_3 и NO_x в системе переработки навоза, значение которого требует уточнения;

- EF_4 — коэффициент, который не зависит от технологии переработки навоза, однако имеет значительный диапазон неопределенности (0,002–0,05);

- EF_5 — коэффициент, характеризующий долю эмиссии N_2O в результате вымывания и стока азота, имеющий значительный диапазон неопределенности (0,0005–0,025).

В результате расчетов установлено, что на значения эмиссий N_2O влияют следующие коэффициенты:

- $MS_{(T, S)}$ — доля суммарного годового выделения азота для каждого вида (категории, подкатегории) скота и птицы, которая обрабатывается в рамках системы сбора и хранения побочного продукта животноводства в данном регионе;

- $EF_{3(S)}$ — коэффициент эмиссии для прямых выбросов N_2O от системы сбора и хранения побочных продуктов животноводства в регионе;

- EF_4 — коэффициент эмиссии N_2O в результате осаждения азота из атмосферы на почву и водные поверхности;

- $F_{гас_{вымывMS}}$ — процентная доля потерь азота обрабатываемого навоза скота категории (подкатегории) в результате стока и вымывания при твердом и жидком хранении навоза;

- EF_5 — коэффициент эмиссии N_2O в результате вымывания и стока азота;

- $F_{гас_{газ_{MS}}}$ — процентная доля азота в обработанном навозе скота и птицы категории (подкатегории), которая улетучивается в виде NH_3 и NO_x в данной системе сбора и хранения навоза и помета.

На рисунке 7 представлены значения эмиссий N_2O , полученные: в результате расчета для метода 1-го уровня; в результате расчета для метода 1-го уровня (более детального); в результате расчета для метода 2-го уровня; в результате расчета по методике, разработанной в рамках проекта «Навозные стандарты» (получено расчетным путем 336,6 кг N_2O в год на комплекс КРС).

Расчет проведен по максимальным и минимальным значениям коэффициентов выбросов.

Как видно (рис. 7), значение эмиссий N_2O , полученное для конкретного хозяйства в Ленинградской области по методике, разработанной в рамках проекта «Навозные стандарты» (336 кг/год), находится в диапазоне значений, полученных по методическим рекомендациям, в зависимости от значений применяемых коэффициентов.

При расчете по методическим рекомендациям с учетом максимальных значений коэффициентов по умолчанию значение эмиссий N_2O находится в диапазоне от 1054 до 1604,6 кг/год. При расчете по методическим

Рис. 6. Расчет косвенных эмиссий N_2O от выбранного комплекса КРС

Fig. 6. Calculation of indirect N_2O emissions from a selected cattle complex

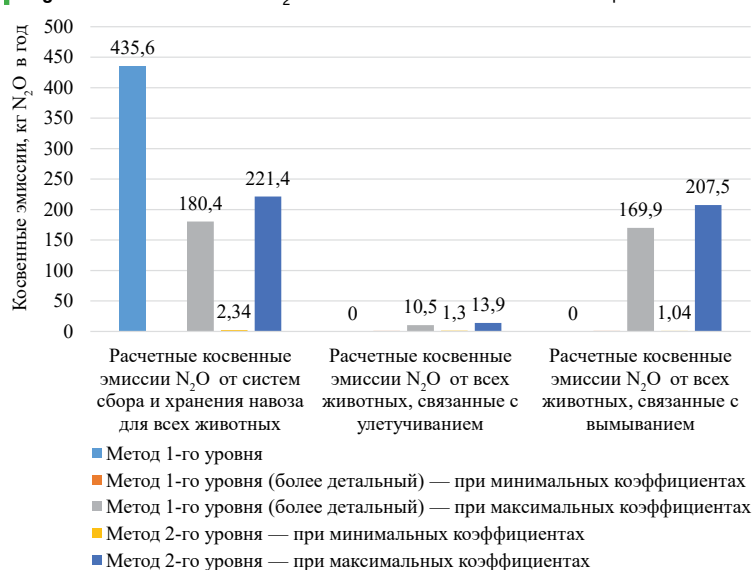
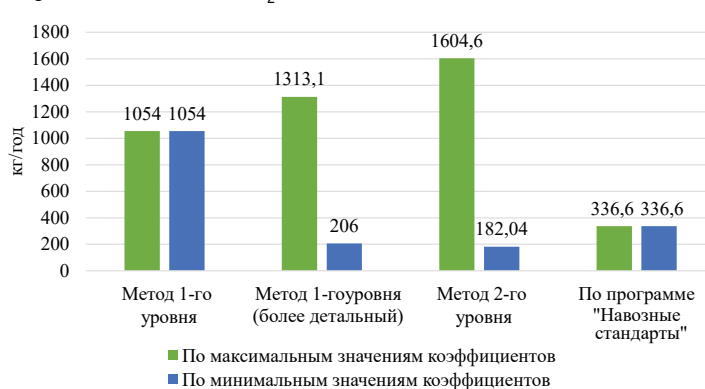


Рис. 7 Результаты расчета эмиссий N_2O

Fig. 7. Calculation results of N_2O emissions



рекомендациям с учетом минимальных значений коэффициентов по умолчанию значение эмиссий N_2O находится в диапазоне от 182,04 до 1054 кг/год.

Выводы/Conclusion

В результате исследований выполнен расчет эмиссий N_2O для типового комплекса КРС, расположенного в Ленинградской области. Расчет проведен по Методическим рекомендациям для метода 1-го уровня, метода 1-го уровня (более детального) и метода 2-го уровня и по методике, разработанной в рамках международного проекта «Навозные стандарты».

Значение эмиссий N_2O , полученное для конкретного хозяйства в Ленинградской области по методике, разработанной в рамках проекта «Навозные стандарты» (336 кг/год), находится в диапазоне значений, полученных по Методическим рекомендациям, в зависимости от применяемых для расчета значений коэффициентов по умолчанию.

В результате исследований установлено, что для расчета эмиссий от конкретного предприятия (при достаточности исходных данных) корректнее использовать методику, разработанную в рамках проекта «Навозные стандарты». Для оценки региона или области правильнее использовать Методические рекомендации.

Выявленные коэффициенты выбросов, которые необходимо более детально рассмотреть и уточнить:

- $MS_{(T, S)}$ — доля суммарного годового выделения азота для каждого вида (категории, подкатегории)

скота и птицы, которая обрабатывается в рамках системы сбора и хранения побочного продукта животноводства в данном регионе;

- $EF_{3(S)}$ — коэффициент эмиссий для прямых выбросов N_2O от системы сбора и хранения побочных продуктов животноводства в регионе;

- $F_{ac_{FAZ_MS}}$ — процентная доля азота в обработанном навозе скота и птицы, которая улетучивается в виде NH_3 и NO_x в данной системе сбора и хранения навоза и помета;

- $F_{ac_{ВЫМЫВМС}}$ — процентная доля потерь азота обрабатываемого навоза скота в результате стока и вымывания при твердом и жидком хранении навоза;

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

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

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

- EF_4 — коэффициент эмиссий N_2O в результате осаждения азота из атмосферы на почву и водные поверхности;

- EF_5 — коэффициент эмиссий N_2O в результате вымывания и стока азота.

Полученный широкий диапазон значений эмиссий N_2O говорит о необходимости уточнения коэффициентов выбросов, характеризующих технологии переработки побочных продуктов животноводства для повышения точности информации, подаваемой в Национальный кадастр антропогенных выбросов, представляемый Российской Федерацией в секретариат Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках Рабочей программы FGUN-2022-0010 «Разработать экологически чистые технологии, комплексы машин и оборудование для управления сельскохозяйственными экосистемами при интенсивном и органическом производстве сельскохозяйственной продукции».

FUNDING

The study was performed within the framework of the Working Program 2023 FGUN-2022-0010 «To develop environmentally friendly technologies, complexes of machinery and equipment for managing agricultural ecosystems in the intensive and organic agricultural production.»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Romanovskaya A.A., Korotkov V.N., Polumieva P.D., Trunov A.A., Vertyankina V.Ya., Karaban R.T. Greenhouse gas fluxes and mitigation potential for managed lands in the Russian Federation. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 2020; 45(2): 661–687. <https://doi.org/10.1007/s11027-019-09885-2>
2. Строков А.С., Депперман А., Поташников В.Ю., Романовская А.А., Гавлик П. Проблемы адаптации аграрной политики России к целям устойчивого развития. *Экономическая политика*. 2020; 15(6): 140–165. <https://doi.org/10.18288/1994-5124-2020-6-140-165>
3. Строков А.С. Эмиссия парниковых газов при производстве растениеводческой продукции. *Вестник Российской академии наук*. 2021; 91(3): 265–272. <https://doi.org/10.31857/S0869587321030099>
4. Романовская А.А. и др. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2017 гг. М.: ИГКЭ. 2019; 1: 479. <https://www.elibrary.ru/swouww>
5. Гитарский М.Л. Уточнение руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК. *Фундаментальная и прикладная климатология*. 2019; (2): 5–13. <https://doi.org/10.21513/0207-2564-2019-2-05-13>
6. Глобальный климат и почвенный покров России: проявления засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптивные меры (сельское и лесное хозяйство). Национальный доклад. Эдельгериев Р.С.-Х. (ред.). М.: Издательство МБА. 2021; 3: 700. ISBN 978-5-6045103-9-1 <https://doi.org/10.52479/978-5-6045103-9-1>
7. Брюханов А.Ю., Максимов Д.А., Субботин И.А., Васильев Э.В., Шалавина Е.В. Результаты агроэкологических исследований в рамках европейской программы сотрудничества. *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2019; (1): 236–247. <https://doi.org/10.24411/0131-5226-2019-10142>
8. Липка О.Н., Романовская А.А., Семенов С.М. Прикладные аспекты адаптации к изменениям климата в России. *Фундаментальная и прикладная климатология*. 2020; (1): 65–90. <https://doi.org/10.21513/2410-8758-2020-1-65-90>

REFERENCES

1. Romanovskaya A.A., Korotkov V.N., Polumieva P.D., Trunov A.A., Vertyankina V.Ya., Karaban R.T. Greenhouse gas fluxes and mitigation potential for managed lands in the Russian Federation. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 2020; 45(2): 661–687. <https://doi.org/10.1007/s11027-019-09885-2>
2. Strokov A.S., Deppermann A., Potashnikov V.Yu., Romanovskaya A.A., Gavlik P. Problems of Agricultural Policy Adaptation within Sustainable Development Goals. *Ekonomicheskaya Politika*. 2020; 15(6): 140–165 (In Russian). <https://doi.org/10.18288/1994-5124-2020-6-140-165>
3. Strokov A.S. Greenhouse Gas Emissions in Crop Production. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2021; 91(2): 197–203. <https://doi.org/10.1134/S1019331621020088>
4. Romanovskaya A.A. et al. National report on the inventory of anthropogenic emissions from sources and removals by sinks of greenhouse gases not regulated by the Montreal Protocol for 1990–2017. Moscow: IGCE. 2019; 1: 479 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/swouww>
5. Gitsarsky M.L. Clarification of the IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. *Fundamental and applied climatology*. 2019; (2): 5–13 (In Russian). <https://doi.org/10.21513/0207-2564-2019-2-05-13>
6. Global climate and soil cover in Russia: drought manifestations, prevention, control, mitigation and adaptive measures (agriculture and forestry). National Report. Edelgeriev R.S.-Kh. (ed.). Moscow: Publishing house MBA. 2021; 3: 700 (In Russian). ISBN 978-5-6045103-9-1 <https://doi.org/10.52479/978-5-6045103-9-1>
7. Briukhanov A.Yu., Maksimov D.A., Subbotin I.A., Vasilev E.V., Shalavina E.V. Results of agro-environmental studies in the framework of European cooperation programmes. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produkci rastenievodstva i zhivotnovodstva*. 2019; (1): 236–247 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0131-5226-2019-10142>
8. Lipka O.N., Romanovskaya A.A., Semenov S.M. Applied aspects of adaptation to climate change in Russia. *Fundamental and applied climatology*. 2020; (1): 65–90 (In Russian). <https://doi.org/10.21513/2410-8758-2020-1-65-90>

ОБ АВТОРАХ

Александр Юрьевич Брюханов,
член-корреспондент РАН, доктор технических наук,
директор,
sznii@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4963-3821>

Екатерина Викторовна Шалавина,
кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
shalavinaev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7345-1510>
Тел. +7 (962) 715-10-70

Эдуард Вадимович Васильев,
кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,
sznii6@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5910-5793>

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Филитровское шоссе, 3, пос. Тярлево, Санкт-Петербург, 196634, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Aleksandr Yuryevich Briukhanov,
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,
Doctor of Technical Sciences, Director,
sznii@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4963-3821>

Ekaterina Viktorovna Shalavina,
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,
shalavinaev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7345-1510>
Tel. +7 (962) 715-10-70

Eduard Vadimovich Vasilev,
Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher,
sznii6@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5910-5793>

Institute of Agroengineering and Environmental Problems of Agricultural Production (IAEP) — branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 3 Filitrovskoe highway, Tyarlevo village, St. Petersburg, 196634, Russia

УДК 628.4.03

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-139-145

А.И. Ермоченко ✉

Р.А. Уваров

Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

✉ ale-ermak97@mail.ru

Поступила в редакцию:
02.06.2023Одобрена после рецензирования:
14.09.2023Принята к публикации:
28.09.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-139-145

Alena I. Ermochenko ✉

Roman A. Uvarov

ITMO University, Saint Petersburg, Russia

✉ ale-ermak97@mail.ru

Received by the editorial office:
02.06.2023Accepted in revised:
14.09.2023Accepted for publication:
28.09.2023

Обращение с отходами в регионе Балтийского моря: анализ экономических и производственных показателей

РЕЗЮМЕ

Эффективная система управления отходами базируется на комплексном знании текущей ситуации по качеству и количеству образуемых отходов. В статье представлены результаты анализа экономических и производственных показателей обращения с отходами в странах Европейского союза региона Балтийского моря: Дании, Германии, Эстонии, Латвии, Литве, Польше, Финляндии и Швеции. Изучены статистические показатели за 2005–2020 годы и профильные исследования. Рассмотрены показатели образования отходов без учета основных минеральных отходов на единицу ВВП (лидер: Эстония — 885–532 кг / 1000 евро), образования бытовых отходов (лидер: Дания — 717,5–814 кг/человек), уровень утилизации коммунальных расходов (лидер: Германия — 59,25–68,35%) и уровень переработки биоотходов (лидер: Дания — 120,5–151,3 кг/человек). По каждому показателю для рассмотренных стран выявлены экстремальные и средние значения, определена динамика роста и снижения, выявлены общие тенденции, произведено сравнение медианных значений рассматриваемых показателей. Установлено, что образование отходов на единицу ВВП за 2005–2020 годы уменьшилось с 107,5 до 74 кг / 1000 евро (-31,2%); образование бытовых отходов выросло с 448,75 до 458 кг/человек (+2,1%), уровень утилизации коммунальных отходов вырос с 27,5 до 42% (+14,5%), количество перерабатываемых биоотходов увеличилось с 22,5 до 72,5 кг/человек (+222,2%). Это позволяет видеть результаты целенаправленной работы ЕС по снижению негативной нагрузки отдельных стран на экологическую устойчивость целых регионов.

Ключевые слова: органические отходы, регион Балтийского моря, устойчивое развитие, образование отходов, утилизация, экологическая безопасность

Для цитирования: Ермоченко А.И., Уваров Р.А. Обращение с отходами в регионе Балтийского моря: анализ экономических и производственных показателей. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 139–145. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-139-145>

© Ермоченко А.И., Уваров Р.А.

The use of Waste Management in the Baltic Sea Region: Analysis of Economic and Operational Indicators

ABSTRACT

An effective waste management system is based on a comprehensive knowledge of the current situation in terms of the quality and quantity of waste generated. The article presents the results of the analysis of economic and production indicators of waste management in the countries of the European Union of the Baltic Sea region: Denmark, Germany, Estonia, Latvia, Lithuania, Poland, Finland and Sweden. Statistical indicators for 2005–2020 and profile studies have been studied. The indicators of waste generation excluding basic mineral waste per unit of GDP (leader: Estonia — 885–532 kg / 1000 euros), household waste generation (leader: Denmark — 717.5–814 kg/person), the level of disposal of utility costs (leader: Germany — 59.25–68.35%) and the level of biowaste recycling (leader: Denmark — 120.5–151.3 kg/person). Extreme and average values were identified for each indicator for the countries under consideration, the dynamics of growth and decline were determined, general trends were identified, and median values of the indicators under consideration were compared. It was found that the generation of waste per unit of GDP for 2005–2020 decreased from 107.5 to 74 kg / 1000 euros (-31.2%); the formation of household waste increased from 448.75 to 458 kg/person (+2.1%), the level of municipal waste disposal increased from 27.5 to 42% (+14.5%), the number of recycled bio-waste increased from 22.5 to 72.5 kg/person (+222.2%). This allows us to see the results of the EU's purposeful work to reduce the negative burden of individual countries on the environmental sustainability of entire regions.

Key words: organic waste, Baltic Sea region, sustainable development, wastes generation, recovery, ecological safety

For citation: Ermochenko A.I., Uvarov R.A. The use of Waste Management in the Baltic Sea Region: Analysis of Economic and Operational Indicators. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 139–145 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-139-145>

© Ermochenko A.I., Uvarov R.A.

Введение/Introduction

В сентябре 2015 года на Генеральной ассамблее ООН 193 странами были приняты 17 целей устойчивого развития (ЦУР), которые входят в повестку ООН до 2030 года¹. Перечень включает в себя три основных аспекта — общество, экология и экономика, которые были выделены через вопрос интеграции ЦУР на Форуме стейкхолдеров. Оценка ситуации в области ЦУР производится за счет достижения 169 задач и более 230 индикаторов [1].

Из-за повышения экологических, социальных и экономических проблем отходы всё чаще признаются в качестве растущей проблемы путем обозрения этой ситуации среди правительств, предприятий, неправительственных организаций (НПО), ученого сообщества и широкой общественности [2]. В ответ на это появляется всё больше фактических данных в области отходов [3].

Рост населения и его дохода, глобальные вызовы, связанные с всемирным распространением вирусов и межгосударственными конфликтами, меняющиеся модели потребления продуктов питания приводят к регулярному увеличению спроса на потребляемые продукты. Особенно заметные изменения наблюдаются у мясных и молочных продуктов, в том числе за счет их ресурсоемкости. К 2050 году ожидается увеличение спроса на производство продуктов питания с 60 до 110% [4, 5]. Следствием этого является увеличение уровня отходов данного сектора.

Значительный вклад отходов наблюдается в выбросы парниковых газов (ПГ) и использование ресурсов продовольственной системой. В развитых странах на его долю приходится 15–28% общих выбросов ПГ, а на производство продуктов питания — около 70% мирового потребления пресной воды [6–10].

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО) ООН², для глобальных пищевых отходов требуется 0,9 млн га земли и 306 воды ежегодно. Это составляет 49 Гт эквивалента углекислого газа. Поскольку потребление продуктов питания быстро растет в странах с низким уровнем дохода, ожидается, что вклад пищевого сектора в выбросы ПГ будет возрастать [11].

Приведенные факты подтверждают причастность проблемы образования отходов к ЦУР: в области ликвидации голода (2 ЦУР), устойчивых моделей потребления и производства (12 ЦУР), а также на противодействие изменению климата (13 ЦУР). К 2030 году требуется сократить пищевые отходы на 50%. Этого можно достичь за счет поощрения практики 3R (сокращение, повторное использование, переработка) [12].

Для полного анализа ситуации в сфере пищевых отходов требуется владеть статическими данными сектора обращения с отходами для выявления факторов повышения эффективности переработки пищевых отходов на всех уровнях регулирования: международном, всероссийском и региональном [13].

Регион Балтийского моря — один из наиболее развитых регионов [14]: происходит взаимодействие между субъектами хозяйства, органами государственной власти, некоммерческими организациями стран, расположенных на побережье моря и поблизости от него.

Анализ этого региона позволит оценить ситуацию в секторе обращения с отходами в части Европейского союза (ЕС).

Цели работы — анализ ситуации в секторе отходов в странах региона Балтийского моря (Дания, Швеция, Финляндия, Эстония, Латвия, Литва, Польша и Германия) и определение тенденций развития на международном и государственном уровне.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

В качестве объекта исследований выбрана отрасль отходов. Временной исследуемый промежуток — с 2005 по 2020 год (с шагом сравнения пять лет). Этот временной интервал характеризуется наличием полного массива исследуемых данных и позволяет проанализировать основные тенденции в рассматриваемой области. Особое внимание уделено анализу уровня образования отходов без учета основных минеральных отходов на единицу ВВП (кг / 1000 евро), образования бытовых отходов (кг/человек), утилизации коммунальных отходов (%), переработки биоотходов (кг/человек) в странах региона Балтийского моря. Комплексный анализ выбранных показателей позволяет с достаточной достоверностью определить уровень развития отрасли обращения с отходами в пилотном регионе.

В качестве субъекта исследования выбраны страны — члены ЕС, входящие в регион Балтийского моря: Baltic Sea Region Countries (Швеция, Дания, Финляндия, Эстония, Латвия, Литва, Польша, Германия) (рис. 1). Данный выбор обусловлен, с одной стороны, принятой внутри ЕС системой локального группирования стран, а с другой — схожестью природно-климатических и географических условий с Северо-Западным федеральным округом (СЗФО) Российской Федерации [15, 16], что позволит в дальнейшем провести репрезентативный сравнительный анализ между ЕС и РФ в области обращения с отходами.

Рис. 1. Исследуемые страны региона Балтийского моря
Fig. 1. Researched countries in the Baltic Sea region



¹ Цели в области устойчивого развития. 2022 [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (дата обращения: 10.10.2022).

² Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. 2022 [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.fao.org/home/ru> (дата обращения: 10.01.2021).

В качестве источника данных использованы официальные статистические данные ЕС (Eurostat)^{3, 4}, а также профильные исследования по данной и смежным темам [17–20].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Образование отходов на единицу ВВП. Первым этапом работ стало определение уровня вовлеченности рассматриваемых стран в экономическую систему ЕС. Для этого была проанализирована информация по внутреннему валовому продукту (ВВП)⁵ и населению⁶ в рассматриваемый период (табл. 1).

В результате данного анализа были определены условные «страны-доноры» — Дания (1,75–1,78), Германия (1,19–1,35), Финляндия (1,41–1,43), Швеция (1,53–1,69), вклад в ВВП ЕС которых превышает долю от совокупного населения ЕС, и «страны-реципиенты» — Эстония (0,39–0,67), Латвия (0,27–0,55), Литва (0,29–0,59),

Польша (0,29–0,45), вклад в ВВП ЕС которых значительно меньше доли от совокупного населения европейской агломерации. С учетом данного распределения, а также географического расположения рассматриваемые страны условно были распределены на четыре группы: запад (Дания, Германия), центральная часть (Польша), восток (Эстония, Латвия, Литва), север (Финляндия, Швеция).

Образование бытовых отходов. Следующий шаг — изучение общего количества образованных отходов, за исключением минеральных (кг / 1000 евро). Показатель определяется как все отходы, образующиеся в стране (в единицах массы), за исключением основных минеральных, на единицу ВВП (в евро). Основные минеральные отходы (например, печной бой, металлургический и литейный щебень, различные шлаки, сьемы, золы и пыль) в соответствии с принятой в ЕС системой сбора и обработки статистических данных исключены из данной статистики, чтобы избежать ситуаций, когда тенденции образования других отходов могут быть заглушены массовыми колебаниями образования отходов в секторе добычи и переработки полезных ископаемых.

Исключение также позволяет проводить более содержательные сравнения между странами, поскольку минеральные отходы составляют значительные количества в странах, характеризующихся основными отраслями горнодобывающей промышленности и строительства [21, 22].

Показатель характеризует уровень экономического развития исследуемых стран: чем больше отходов, образующихся в стране на единицу ВВП, тем менее эффективно функционирует экономика страны [23, 24].

Для определения тенденций в различных странах (рис. 2) представлена статистическая выборка количества всех образующихся отходов на единицу ВВП в 2005, 2010, 2015, 2020 годах.

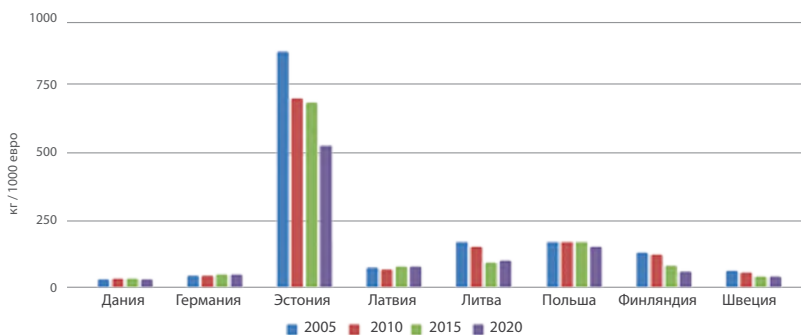
В этом значении уровень показателей по годам происходит неравномерно с тенденцией снижения образования отходов в сравнении с 2005 г. и 2020-м. Страной — лидером по снижению показателя является Литва (54%). Самые высокие показатели в Эстонии — 885–532 кг / 1000 евро (снижение 40%), а самые низкие — в Дании (среднее значение — 37 кг / 1000 евро)⁷.

Следующим анализируемым показателем является количество образования бытовых отходов (кг/человек) (рис. 3.).

Таблица 1. Экономическая характеристика рассматриваемых стран в структуре ЕС
Table 1. Economic profile of the countries in the EU under consideration

Страна	2005 г.		2010 г.		2015 г.		2020 г.	
	ВВП, млрд долл. (% от ВВП ЕС)	Население, млн человек (% от населения ЕС)	ВВП, млрд долл. (% от ВВП ЕС)	Население, млн человек (% от населения ЕС)	ВВП, млрд долл. (% от ВВП ЕС)	Население, млн человек (% от населения ЕС)	ВВП, млрд долл. (% от ВВП ЕС)	Население, млн человек (% от населения ЕС)
Дания	265 (2,22%)	5,44 (1,24%)	322 (2,21%)	5,55 (1,25%)	303 (2,24%)	5,68 (1,28%)	355 (2,31%)	5,83 (1,30%)
Германия	2847 (23,9%)	81,21 (18,6%)	3340 (22,9%)	81,33 (18,4%)	3358 (24,8%)	82,07 (18,4%)	3390 (22,1%)	83,33 (18,6%)
Эстония	14 (0,12%)	1,36 (0,31%)	20 (0,14%)	1,33 (0,30%)	23 (0,17%)	1,32 (0,29%)	31 (0,20%)	1,33 (0,30%)
Латвия	17 (0,14%)	2,23 (0,51%)	24 (0,17%)	2,10 (0,48%)	28 (0,21%)	1,99 (0,45%)	35 (0,23%)	1,89 (0,42%)
Литва	26 (0,22%)	3,37 (0,77%)	37 (0,25%)	3,14 (0,71%)	41 (0,30%)	2,96 (0,67%)	57 (0,37%)	2,82 (0,63%)
Польша	306 (2,57%)	38,75 (8,89%)	476 (3,27%)	38,60 (8,74%)	477 (3,52%)	38,55 (8,67%)	600 (3,90%)	38,43 (8,58%)
Финляндия	205 (1,72%)	5,25 (1,20%)	249 (1,71%)	5,36 (1,21%)	235 (1,74%)	5,48 (1,23%)	272 (1,77%)	5,53 (1,24%)
Швеция	392 (3,29%)	9,05 (2,07%)	496 (3,41%)	9,38 (2,12%)	505 (3,73%)	9,85 (2,21%)	547 (3,56%)	10,37 (2,32%)

Рис. 2. Образование отходов без учета основных минеральных отходов на единицу ВВП в странах региона Балтийского моря, кг / 1000 евро
Fig. 2. Generation of waste excluding major mineral wastes per GDP unit in the countries of the Baltic Sea region, kg / 1000 EUR



³ Статистическая служба ЕС. Образование отходов без учета основных минеральных отходов на единицу ВВП. 2022 [Электронный ресурс]. — URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_pc032/default/table?lang=en (дата обращения: 25.01.2023).
⁴ Статистическая служба ЕС. Переработка биоотходов. 2022 [Электронный ресурс]. — URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm030/default/table?lang=en (дата обращения: 10.02.2023).
⁵ European Union GDP 1970–2023. 2022 [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.macrotrends.net/countries/EUU/european-union/gdp-gross-domestic-product> (дата обращения: 05.06.2023).
⁶ European Union Population 1950–2023. 2022 [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.macrotrends.net/countries/EUU/european-union/population> (дата обращения: 05.06.2023).
⁷ Статистическая служба ЕС. Образование отходов без учета основных минеральных отходов на единицу ВВП. 2022 [Электронный ресурс]. — URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_pc032/default/table?lang=en (дата обращения: 25.01.2023).

Показатель измеряет отходы, собранные муниципальными властями (или от их имени) и утилизированные через систему обращения с отходами. Он состоит из значительной степени из отходов, образующихся в домашних хозяйствах, хотя могут быть включены и аналогичные отходы из таких источников, как торговля, офисы и общественные учреждения [25].

В целом наблюдается устойчивое повышение количества образованных отходов. Килограммы на душу населения растут за исследуемый период (2005–2020 гг.). Самый большой рост (на 33,8%) выявлен в Латвии — 330,5–442,5 кг/человек. Исключением являются Эстония и Швеция, где уровень образования бытовых отходов на душу населения снизился на 13,9% и 6,5% соответственно. Самые высокие показатели у Дании — 814 кг/человек (средний показатель 2018–2020 гг.)⁸.

Уровень утилизации коммунальных отходов. Следующий показатель — уровень утилизации коммунальных

отходов (%). Он измеряет долю переработанных бытовых отходов в общем объеме образования бытовых отходов (рис. 4.). Переработка включает переработку материалов, компостирование и анаэробное сбраживание⁹. Такой подход к обращению с органическими отходами является самым оптимальным, так как: захоронение отходов — неперспективный и малоэффективный метод со следствием загрязнения почвы, воздуха и воды [26, 27]; сжигание — спорный метод в борьбе с большим увеличением отходов и, по мнению ученого сообщества, приводит к твердым отложениям золы и выделению опасных газов, таких как окись углерода (CO), двуокись углерода (CO₂), двуокись азота (NO₂), двуокись серы (SO₂) [28].

Отношение доли переработанных бытовых отходов в общем объеме образования бытовых отходов выражается в процентах, поскольку оба термина измеряются в одной и той же единице (в т).

При сравнении наблюдается динамика роста показателя утилизации коммунальных отходов в исследуемых странах, что является положительным аспектом. Германия занимает лидерскую позицию (59,25–68,35% в 2004–2020 гг.). У остальных стран уровень утилизации ниже. Однако при сравнении первого исследуемого года и крайнего явные страны-лидеры — Литва и Польша (уровень утилизации повысился на 96,2% и 80,7% соответственно). Швеция в данном сравнении имеет отрицательное значение (уровень снизился на 12,8%)¹⁰.

Переработка биоотходов. Следующий показатель представлен на рисунке 5. Он косвенно измеряется как отношение компостированных (метанизированных) бытовых отходов (в единицах массы) к общей численности населения (в количестве).

Данное отношение характеризуется тем, что оптимальной обработкой биоотходов (в зависимости от исходных физико-химических свойств) является компостирование (для твердых отходов) или анаэробное сбраживание (для жидких отходов).

Переработка означает любую операцию по восстановлению, посредством которой

Рис. 3. Образование бытовых отходов в странах региона Балтийского моря, кг/человек

Fig. 3. Generation of municipal waste in the countries of the Baltic Sea region, kg/person

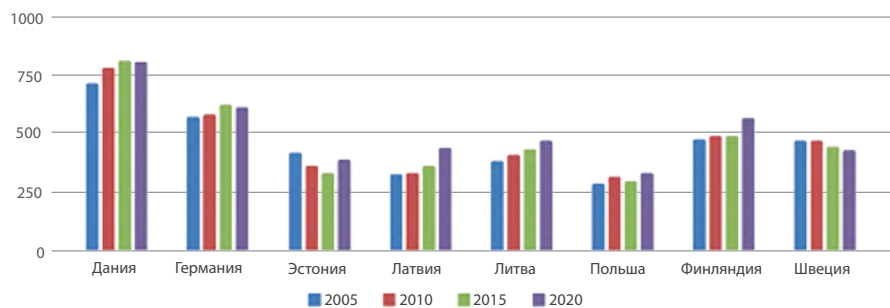


Рис. 4. Уровень утилизации коммунальных отходов в странах региона Балтийского моря, %

Fig. 4. Recycling rate of municipal waste in the countries of the Baltic Sea region, %

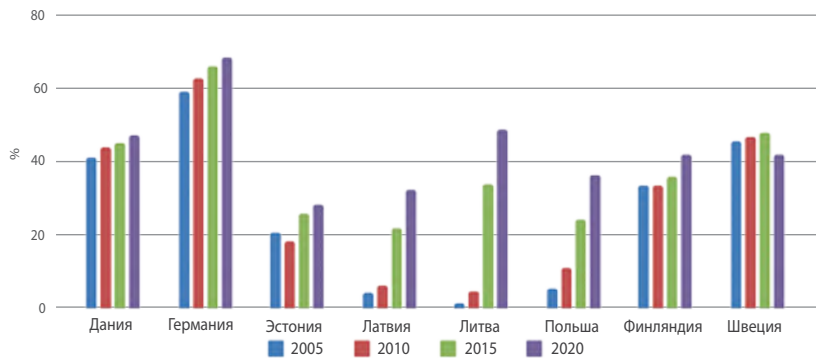
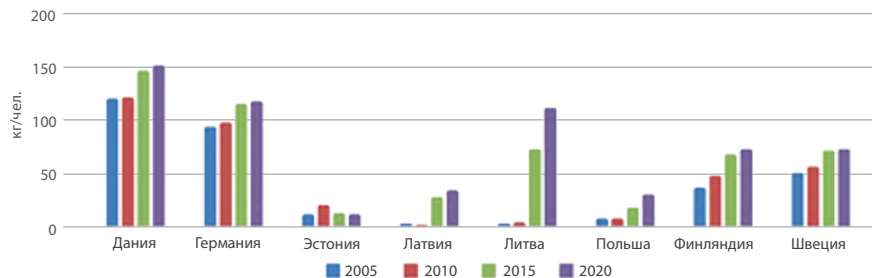


Рис. 5. Переработка биоотходов в странах региона Балтийского моря, кг/человек

Fig. 5. Biowaste processing in the countries of the Baltic Sea region, kg/person



⁸ Статистическая служба ЕС. Образование бытовых отходов на душу населения. 2022 [Электронный ресурс]. — URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/CEI_PC031__custom_354618/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=ba30dc3d-dfe5-4de2-a445-4cbadb442497 (дата обращения: 25.01.2023).

⁹ Директива Европейского парламента и Совета ЕС 2008/98/ЕС от 19 ноября 2008 г. об отходах и отмене ряда директив. 2022 [Электронный ресурс]. — URL: <https://base.garant.ru/2568519/> (дата обращения: 25.10.2022).

¹⁰ Статистическая служба ЕС. Уровень утилизации коммунальных отходов. 2022 [Электронный ресурс]. — URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/CEI_WM011__custom_354731/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=8dc83e1a-de5d-4d1f-8150-7a8cda664888 (дата обращения: 25.01.2023).

отходы перерабатываются в продукты, материалы или вещества — как для исходных, так и для других целей. Он включает переработку органического материала, но не включает рекуперацию энергии и переработку в материалы, которые будут использоваться в качестве топлива или для операций обратной засыпки.

В исследуемых странах наблюдается рост показателя, что означает развитие сферы переработки органических отходов. Исключением является Эстония, где уровень показателя самый низкий (14,3 кг/человек — среднее значение за исследуемый период) и повышается с 2005 по 2010 г., затем снижается до исходного уровня. Дания занимает лидерскую позицию за исследуемый период — 2005–2020 гг. (120,5–151,3 кг/человек). Самый высокий рост показателя — в Литве (на 97%)¹¹. Данные приведены в таблице 1 (с возможностью сравнения ситуаций во всех исследуемых странах).

Выводы/Conclusion

Несмотря на относительно схожие условия, ситуация по образованию и обращению с отходами в рассмотренных странах радикально различается.

Образование отходов на единицу ВВП

• В западных странах региона Балтийского моря за 2005–2020 гг. данный показатель практически не изменился: Дания — 36–37 кг / 1000 евро (+2,7%), Германия — 50–53 кг / 1000 евро (+6%).

• В центральной части региона Балтийского моря, представленного Польшей, наблюдалось незначительное снижение — с 207 до 159 кг / 1000 евро (на 23,2%).

• В восточных странах региона Балтийского моря наиболее дисперсное разделение: в Латвии данный показатель варьировал в диапазоне 78–82 кг / 1000 евро (+5,1%), в Литве уменьшился — с 230 кг / 1000 евро в 2005 году до 105 кг / 1000 евро в 2015-м и немного вырос к 2020 году (до 105 кг / 1000 евро) (-54,4%). Отдельно стоит выделить Эстонию: количество образованных отходов на единицу ВВП в 2005 году (885 кг / 1000 евро) превысило совокупные значения по данному показателю всех остальных рассмотренных стран региона Балтийского моря (808 кг / 1000 евро). Несмотря на значительную работу по снижению данного показателя, к 2020 году его значение (532 кг / 1000 евро) всё еще сопоставимо с совокупным значением других стран региона (547 кг / 1000 евро), однако сокращение составило 353 кг / 1000 евро (-39,9%).

• В северных странах региона Балтийского моря наметилась устойчивая тенденция к снижению: Финляндия — с 137 до 66 кг / 1000 евро (-51,9%), Швеция — с 71 до 48 кг / 1000 евро (-32,4%).

Образование бытовых отходов

• Западные страны региона характеризуются не только высокими удельными значениями, но и существенным ростом: Дания — с 717,5 кг/человек в 2005 году до 814 кг/человек в 2020-м (+13,4%), Германия — с 575 до 617 кг/человек (+7,3) за аналогичный период.

• В центральной части региона Балтийского моря (в Польше) также наметился рост — с 289 кг/человек в 2005 году до 338 кг/человек в 2020-м (+16,9%).

Таблица 2. Показатели обращения с отходами в странах региона Балтийского моря

Table 2. Waste management indicators in the countries of the Baltic Sea region

Страна	Образование отходов на единицу ВВП, кг / 1000 евро	Образование бытовых отходов, кг/человек	Уровень утилизации коммунальных отходов, %	Переработка биоотходов, кг/человек
Дания	36–37	718–814	41–48	121–151
Германия	50–53	575–617	59–68	94–118
Эстония	885–532	421,5–394	21–29	6–10
Латвия	78–82	330,5–443	4–33	3–34
Литва	230–105	389–474	2–49	3–112
Польша	207–159	289–338	6–37	8–30
Финляндия	137–66	482–574	34–42	37–72
Швеция	71–48	476–433	46–42	50–73

• Прибалтийские страны в целом весьма неоднородны: в Латвии наиболее высокая в регионе динамика роста — с 330,5 до 442,5 кг/человек (+33,9%), на втором месте Литва — рост с 389 до 473,5 кг/человек (+21,7%), в Эстонии уменьшение — с 421,5 до 394 кг/человек (-6,5%), что соотносится с общим снижением количества отходов в стране.

• В северных странах региона ситуация диаметрально противоположная: при относительно равных показателях в 2005 году (Финляндия — 481,5 кг/человек, Швеция — 476 кг/человек) к 2020 году в Финляндии количество бытовых отходов выросло до 573,5 кг/человек (+19,1%), а в Швеции сократилось — до 432,5 кг/человек (-9,1%).

Уровень утилизации коммунальных отходов

• Западные страны региона, несмотря на высокие исходные значения, показывают стабильный рост: Дания — с 41% в 2005 году до 48% в 2020-м, Германия — с 59 до 68% (за аналогичный период).

• В Польше выявлен кратный рост данного показателя — с 6 до 37% (за исследуемый период).

• В восточных странах региона наблюдаются различные тенденции: если для Латвии и Литвы характерен качественный рост — с 4% и 2% в 2005 году до 33% и 49% в 2020-м соответственно, то в Эстонии выявлено снижение уровня утилизации коммунальных отходов — с 21 до 18%.

• Северные страны региона также пошли по разному пути: Финляндия повысила степень утилизации — с 34 до 42%, а Швеция уменьшила — с 46 до 42%.

Переработка биоотходов

• Несмотря на наиболее высокие значения данного показателя, западные страны характеризуются дальнейшим ростом в этой сфере: Дания — с 121 кг/человек в 2005 году до 151 кг/человек в 2020-м (+24,8%), Германия — с 94 до 118 кг/человек (+25,5%).

• В Польше — увеличение: с 8 до 30 кг/человек (+275%).

• Прибалтийские страны: Эстония — с 6 до 10 кг/человек (+66,7%), Латвия — с 3 до 34 кг/человек (+1033%), Литва — с 3 до 112 кг/человек (3633%).

¹¹ Статистическая служба ЕС. Переработка биоотходов. 2022 [Электронный ресурс]. — URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm030/default/table?lang=en (дата обращения: 10.02.2023).

• В северных странах значительно выросло количество перерабатываемых биоотходов: Финляндия — с 37 кг/человек в 2005 году до 72 кг/человек в 2020-м (+94,6%), Швеция — с 50 до 73 кг/человек (+46%).

При определении общих тенденций исследуемого региона в области обращения с отходами произведено сравнение медианных значений рассматриваемых показателей. Установлено, что образование отходов на единицу ВВП за 2005–2020 годы уменьшилось

с 107,5 до 74 кг / 1000 евро (-31,2%), образование бытовых отходов выросло с 448,75 до 458 кг/человек (+2,1%), уровень утилизации коммунальных отходов вырос с 27,5 до 42% (+14,5%), количество перерабатываемых биоотходов увеличилось с 22,5 до 72,5 кг/человек (+222,2%). Это позволяет видеть результаты целенаправленной работы ЕС по снижению экологической нагрузки отдельных стран на устойчивость целых регионов.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Lahane S., Kant R. Investigating the sustainable development goals derived due to adoption of circular economy practices. *Waste Management*. 2022; 143: 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.02.016>
- Celestino É., Carvalho A., Palma-Oliveira J.M. Household organic waste: Integrate psychosocial factors to define strategies toward a circular economy. *Journal of Cleaner Production*. 2022; 378: 134446. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134446>
- Schanes K., Dobernig K., Gözet B. Food waste matters — A systematic review of household food waste practices and their policy implications. *Journal of Cleaner Production*. 2018; 182: 978–991. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.030>
- Adelodun B., Kim S.H., Choi K.-S. Assessment of food waste generation and composition among Korean households using novel sampling and statistical approaches. *Waste Management*. 2021; 122: 71–80. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.01.003>
- Ananda J., Karunasena G.G., Kansal M., Mitsis A., Pearson D. Quantifying the effects of food management routines on household food waste. *Journal of Cleaner Production*. 2023; 391: 136230. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136230>
- Ludwig-Ohm S., Dirksmeyer W., Klockgether K. Approaches to Reduce Food Losses in German Fruit and Vegetable Production. *Sustainability*. 2019; 11(23): 6576. <https://doi.org/10.3390/su11236576>
- Liu Y., Wood L.C., Venkatesh V.G., Zhang A., Farooque M. Barriers to sustainable food consumption and production in China: A fuzzy DEMATEL analysis from a circular economy perspective. *Sustainable Production and Consumption*. 2021; 28: 1114–1129. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.07.028>
- Lemaire A., Limbourg S. How can food loss and waste management achieve sustainable development goals? *Journal of Cleaner Production*. 2019; 234: 1221–1234. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.226>
- Sanjuan-Delmás D. *et al.* Sustainability assessment of organic waste management in three EU Cities: Analysing stakeholder-based solutions. *Waste Management*. 2021; 132: 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.07.013>
- Kharola S. *et al.* Exploring the green waste management problem in food supply chains: A circular economy context. *Journal of Cleaner Production*. 2022; 351: 131355. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131355>
- Ardra S., Barua M.K. Halving food waste generation by 2030: The challenges and strategies of monitoring UN sustainable development goal target 12.3. *Journal of Cleaner Production*. 2022; 380(1): 135042. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135042>
- Fabi C., Cachia F., Conforti P., English A., Rosero Moncayo J. Improving data on food losses and waste: From theory to practice. *Food Policy*. 2020; 98: 101934. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101934>
- Рамазанов И.А., Панасенко С.В., Сейфуллаева М.Э., Майорова Е.А. Инновационно-цифровые перспективы развития агропродовольственного сектора и сферы обращения. *Аграрная наука*. 2022; (4): 109–117. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-358-4-109-117>
- Studzieniecki T. The Development of Cross-border Cooperation in an EU Macroregion — A Case Study of the Baltic Sea Region. *Procedia Economics and Finance*. 2016; 39: 235–241. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(16\)30318-5](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)30318-5)
- Совершаева Л.П. СЗФО как территория макрорегиона. *Региональная экономика и развитие территорий*. 2021; 129–138. <https://doi.org/10.52897/978-5-8088-1636-7-2021-15-1-129-138>
- Максимцев И.А., Межевич Н.М. Приграничное сотрудничество в Северо-Западном федеральном округе в условиях нарастающей политической и экономической неопределенности. *Российское пограничье: проблемы развития в новых геополитических условиях*. 2019; 88–95. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42539627>
- Куровска-Пыш И., Гончарова Ю.В. Реализация программы Интеррег в Калининградской области в соседних странах: краткий обзор. *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки*. 2021; (2): 48–61. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46374500>

REFERENCES

- Lahane S., Kant R. Investigating the sustainable development goals derived due to adoption of circular economy practices. *Waste Management*. 2022; 143: 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.02.016>
- Celestino É., Carvalho A., Palma-Oliveira J.M. Household organic waste: Integrate psychosocial factors to define strategies toward a circular economy. *Journal of Cleaner Production*. 2022; 378: 134446. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134446>
- Schanes K., Dobernig K., Gözet B. Food waste matters — A systematic review of household food waste practices and their policy implications. *Journal of Cleaner Production*. 2018; 182: 978–991. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.030>
- Adelodun B., Kim S.H., Choi K.-S. Assessment of food waste generation and composition among Korean households using novel sampling and statistical approaches. *Waste Management*. 2021; 122: 71–80. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.01.003>
- Ananda J., Karunasena G.G., Kansal M., Mitsis A., Pearson D. Quantifying the effects of food management routines on household food waste. *Journal of Cleaner Production*. 2023; 391: 136230. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136230>
- Ludwig-Ohm S., Dirksmeyer W., Klockgether K. Approaches to Reduce Food Losses in German Fruit and Vegetable Production. *Sustainability*. 2019; 11(23): 6576. <https://doi.org/10.3390/su11236576>
- Liu Y., Wood L.C., Venkatesh V.G., Zhang A., Farooque M. Barriers to sustainable food consumption and production in China: A fuzzy DEMATEL analysis from a circular economy perspective. *Sustainable Production and Consumption*. 2021; 28: 1114–1129. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.07.028>
- Lemaire A., Limbourg S. How can food loss and waste management achieve sustainable development goals? *Journal of Cleaner Production*. 2019; 234: 1221–1234. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.226>
- Sanjuan-Delmás D. *et al.* Sustainability assessment of organic waste management in three EU Cities: Analysing stakeholder-based solutions. *Waste Management*. 2021; 132: 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.07.013>
- Kharola S. *et al.* Exploring the green waste management problem in food supply chains: A circular economy context. *Journal of Cleaner Production*. 2022; 351: 131355. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131355>
- Ardra S., Barua M.K. Halving food waste generation by 2030: The challenges and strategies of monitoring UN sustainable development goal target 12.3. *Journal of Cleaner Production*. 2022; 380(1): 135042. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135042>
- Fabi C., Cachia F., Conforti P., English A., Rosero Moncayo J. Improving data on food losses and waste: From theory to practice. *Food Policy*. 2020; 98: 101934. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101934>
- Ramazanov I.A., Panasenkov S.V., Seyfullaeva M.E., Mayorova E.A. Innovative digital prospects of the agri-food sector and distribution chains development. *Agrarian science*. 2022; (4): 109–117 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-358-4-109-117>
- Studzieniecki T. The Development of Cross-border Cooperation in an EU Macroregion — A Case Study of the Baltic Sea Region. *Procedia Economics and Finance*. 2016; 39: 235–241. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(16\)30318-5](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)30318-5)
- Sovershaeva L.P. Northwestern Federal District as a territory of a macroregion. *Regional economics and territorial development*. 2021; 129–138. <https://doi.org/10.52897/978-5-8088-1636-7-2021-15-1-129-138>
- Maksimtshev I.A., Mezhevich N.M. Cross-border cooperation in the North-Western Federal District in conditions of increasing political and economic uncertainty. *Russian borderland: problems of development in new geopolitical conditions*. 2019; 88–95. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42539627>
- Kurowska-Pysh I., Goncharova Yu.V. Implementation of the Interreg program in the Kaliningrad region in neighboring countries: a brief overview. *Bulletin of the Kant Baltic Federal University. Series: Natural and medical sciences*. 2021; (2): 48–61. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46374500>

18. Епифанцев К.В. Аспекты обращения с отходами в странах Северной Европы как перспективная модель для устойчивого развития Российской Федерации. *В современной России*. 2021; 265–268. <https://elib.pnzgu.ru/files/eb/b06fpekisySnB.pdf#page=265>
19. Минин В.Б. К новому плану действий ХЕЛКОМ по защите Балтийского моря. *АгроЭкоИнженерия*. 2020; (3): 108–122. <https://doi.org/10.24411/0131-5226-2020-10260>
20. Уваров Р.А., Шалавина Е.В., Васильев Э.В. Технологии утилизации навоза в регионе Балтийского моря: анализ и наметившиеся тенденции. *АгроЭкоИнженерия*. 2020; (3): 117–128. <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2021-3108-117-128>
21. Ivannikov A.L., Kongar-Syuryun C., Rybak J., Tyulyaeva Ya.S. The reuse of mining and construction waste for backfill as one of the sustainable activities. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 362: 012130. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/362/1/012130>
22. Rybak J., Gorbatyuk S.M., Bujanovna-Syuryun K.Ch., Khairutdinov A.M., Tyulyaeva Yu.S., Makarov P.S. Utilization of Mineral Waste: A Method for Expanding the Mineral Resource Base of a Mining and Smelting Company. *Metallurgist*. 2021; 64(9-10): 851–861. <https://doi.org/10.1007/s11015-021-01065-5>
23. Mazzanti M. Is waste generation de-linking from economic growth? Empirical evidence for Europe. *Applied Economics Letters*. 2008; 15(4): 287–291. <https://doi.org/10.1080/13504850500407640>
24. Pires A., Martinho G. Waste hierarchy index for circular economy in waste management. *Waste Management*. 2019; 95: 298–305. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.014>
25. Sharma H.B. et al. Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic. *Resources, Conservation and Recycling*. 2020; 162: 105052. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105052>
26. De Clercq D., Wen Z., Gottfried O., Schmidt F., Fei F. A review of global strategies promoting the conversion of food waste to bioenergy via anaerobic digestion. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017; 79: 204–221. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.047>
27. Pramanik S.K., Suja F.B., Zain S.M., Pramanik B.K. The anaerobic digestion process of biogas production from food waste: Prospects and constraints. *Bioresource Technology Reports*. 2019; 8: 100310. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2019.100310>
28. Mayer F., Bhandari R., Gäth S. Critical review on life cycle assessment of conventional and innovative waste-to-energy technologies. *Science of The Total Environment*. 2019; 672: 708–721. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.449>
18. Epifantsev K.V. Aspects of waste management in the Nordic countries as a promising model for the sustainable development of Russian society. *In modern Russia*. 2021; 265–268. <https://elib.pnzgu.ru/files/eb/b06fpekisySnB.pdf#page=265>
19. Minin V.B. Towards a new HELCOM action plan for the protection of the Baltic Sea. *AgroEcoEngineering*. 2020; (3): 108–122. <https://doi.org/10.24411/0131-5226-2020-10260>
20. Uvarov R.A., Shalavina E.V., Vasiliev E.V. Technologies for manure utilization in the Baltic Sea region: analysis and emerging trends. *AgroEcoEngineering*. 2020; (3): 117–128. <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2021-3108-117-128>
21. Ivannikov A.L., Kongar-Syuryun C., Rybak J., Tyulyaeva Ya.S. The reuse of mining and construction waste for backfill as one of the sustainable activities. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 362: 012130. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/362/1/012130>
22. Rybak J., Gorbatyuk S.M., Bujanovna-Syuryun K.Ch., Khairutdinov A.M., Tyulyaeva Yu.S., Makarov P.S. Utilization of Mineral Waste: A Method for Expanding the Mineral Resource Base of a Mining and Smelting Company. *Metallurgist*. 2021; 64(9-10): 851–861. <https://doi.org/10.1007/s11015-021-01065-5>
23. Mazzanti M. Is waste generation de-linking from economic growth? Empirical evidence for Europe. *Applied Economics Letters*. 2008; 15(4): 287–291. <https://doi.org/10.1080/13504850500407640>
24. Pires A., Martinho G. Waste hierarchy index for circular economy in waste management. *Waste Management*. 2019; 95: 298–305. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.014>
25. Sharma H.B. et al. Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic. *Resources, Conservation and Recycling*. 2020; 162: 105052. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105052>
26. De Clercq D., Wen Z., Gottfried O., Schmidt F., Fei F. A review of global strategies promoting the conversion of food waste to bioenergy via anaerobic digestion. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017; 79: 204–221. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.047>
27. Pramanik S.K., Suja F.B., Zain S.M., Pramanik B.K. The anaerobic digestion process of biogas production from food waste: Prospects and constraints. *Bioresource Technology Reports*. 2019; 8: 100310. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2019.100310>
28. Mayer F., Bhandari R., Gäth S. Critical review on life cycle assessment of conventional and innovative waste-to-energy technologies. *Science of The Total Environment*. 2019; 672: 708–721. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.449>

ОБ АВТОРАХ

Алена Игоревна Ермоченко,

инженер,
ale-ermak97@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0000-2572-6551>

Роман Алексеевич Уваров,

кандидат технических наук,
rauvarov@itmo.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2792-0136>

Национальный исследовательский университет ИТМО,
Кронверкский пр-т, 49, литера А, Санкт-Петербург, 197101,
Россия

ABOUT THE AUTHORS

Alena Igorevna Ermochenko,

Engineer,
ale-ermak97@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0000-2572-6551>

Roman Alekseevich Uvarov,

Candidate of Technical Sciences,
rauvarov@itmo.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2792-0136>

ITMO University,
49 Kronverksky Ave., litera A, St. Petersburg, 197101, Russia

УДК 338.436.33:631.152

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-146-152

В.М. Баутин ✉
А.В. Голубев

Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова — филиал Федерального научного центра аграрной экономики и социального развития сельских территорий «Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства», Москва, Россия

✉ viapi@mail.ru

Поступила в редакцию:
21.08.2023Одобрена после рецензирования:
18.09.2023Принята к публикации:
02.10.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-146-152

Vladimir M. Bautin ✉
Alexey V. Golubev

All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics named after A.A. Nikonov — branch of the Federal Scientific Center for Agrarian Economics and Social Development of Rural Territories «All-Russian Research Institute of Agricultural Economics», Moscow, Russia

✉ viapi@mail.ru

21.08.2023

Accepted in revised:
18.09.2023Accepted for publication:
02.10.2023

Особенности инновационного потенциала сельской локальной экономики и крупного агробизнеса

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Сложная геополитическая обстановка обостряет риски поставки зарубежных инноваций. Ряд отраслей агропромышленного комплекса находятся в опасной зависимости от импорта семян и посадочного материала, семени высокопродуктивного скота, техники, оборудования и технологий, поэтому требуется проведение научного анализа различных организационно-правовых форм организации сельскохозяйственного производства для определения инновационного потенциала, который может быть задействован с минимальными рисками и издержками.

Рассмотрение особенностей инновационного развития локальной сельской экономики и крупного агробизнеса и резервов их технологического роста в условиях санкционных шоков и с учетом российской специфики определило актуальность исследования.

Методы. Используются методы исследований социально-экономических процессов, среди которых преобладают абстрактно-логический, монографический и метод сопоставительного анализа.

Результаты. Раскрыты особенности инновационного развития в субъектах сельской локальной экономики и крупного агробизнеса. Показано, что в малом и среднем предпринимательстве на селе обычная для экономики диффузия инноваций подвержена существенной коррекции под воздействием ряда факторов, среди которых немало нематериальных субстанций. Делается ключевой вывод об исчерпании на современном этапе развития российского агрокомплекса инновационного потенциала агрохолдингами и крупными сельскохозяйственными организациями и о больших возможностях его задействования сельской локальной экономикой.

Ключевые слова: сельская локальная экономика, агрохолдинги, диффузия инноваций, моральное старение инноваций, сельское хозяйство

Для цитирования: Баутин В.М., Голубев А.В. Особенности инновационного потенциала сельской локальной экономики и крупного агробизнеса. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 146–152. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-146-152>

© Баутин В.М., Голубев А.В.

Features of the innovative potential of rural local economy and large agribusiness

ABSTRACT

Relevance. The complex geopolitical situation exacerbates the risks of supplying foreign innovations. A number of branches of the agro-industrial complex are dangerously dependent on imports of seeds and planting material, seeds of highly productive livestock, machinery, equipment and technologies. Therefore, a scientific analysis of various organizational and legal forms of agricultural production organization is required to determine their innovative potential, which can be used with minimal risks and costs. Consideration of the features of the innovative development of the local rural economy and large agribusiness and the reserves of their technological growth in the conditions of sanctions shocks and taking into account Russian specifics determined the relevance of the study.

Methods. The research methods of socio-economic processes are used, among which abstract-logical, monographic and comparative analysis methods prevail.

Results. The features of innovative development in the subjects of rural local economy and large agribusiness are revealed. It is shown that in small and medium-sized enterprises in rural areas, the diffusion of innovations, which is common for the economy, is subject to significant correction under the influence of a number of factors, among which there are many intangible substances. The key conclusion is made about the exhaustion of the innovative potential of agricultural holdings and large agricultural organizations at the present stage of development of the Russian agrocomplex and about the great opportunities for its use by the rural local economy.

Key words: rural local economy, agricultural holdings, diffusion of innovations, moral aging of innovations, agriculture

For citation: Bautin V.M., Golubev A.V. Features of the innovative potential of rural local economy and large agribusiness. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 146–152 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-146-152>

© Bautin V.M., Golubev A.V.

Введение/Introduction

Одна из наиболее уязвимых позиций сельского хозяйства в настоящее время — его опасная зависимость от импорта инноваций. Многие сферы агропромышленного комплекса до сих пор базируются на зарубежных поставках семян, посадочного материала, генетических ресурсов, племенного семени продуктивных животных, техники, оборудования, базовых элементов технологий и комплектующих производственного процесса. Несмотря в целом на успешную реализацию Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 гг. (ФНТП¹), ситуация по ряду позиций импортозамещения остается сложной.

В 2022 году доля произведенного в рамках реализации подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» ФНТП² элитного семенного материала картофеля отечественной селекции в общем объеме элитного семенного материала картофеля, произведенного на территории РФ, составила 18%. Удельный вес семян гибридов сахарной свеклы отечественной селекции, произведенных в рамках реализации подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации»³ ФНТП, в общем объеме высеванных семян сахарной свеклы был равен 8,2%, а процент производства в рамках реализации подпрограммы «Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур в целях получения бройлеров»⁴ ФНТП в общем объеме произведенных на территории Российской Федерации кроссов мясных кур составил и того меньше — 1,19%.

Значительная часть инноваций до сих пор поставляется нам из так называемых недружественных стран. Сокращение или приостановление их поставок чревато обрушением объемов отечественного производства ряда сельскохозяйственных и пищевых продуктов. Вместе с тем эта довольно типичная для многих секторов российского АПК картина имеет массу четко выраженных оттенков в ее организационно-правовых формах организации производства, по-разному влияя на устойчивое развитие крупного агробизнеса и малого и среднего предпринимательства на селе.

Как правило, агрохолдинги и большие сельскохозяйственные организации широко используют импортные технологии и другие инновационные продукты, что ставит их в опасную зависимость от зарубежных поставок, которые могут быть прекращены в условиях современных геополитических рисков. В гораздо меньшей мере эти риски присущи субъектам сельской локальной экономики, охватывающим хозяйственную деятельность небольших по размерам производственных единиц (представителей малого и среднего сельскохозяйственного и несельскохозяйственного бизнеса, личных подсобных и других индивидуально-семейных хозяйств, сельских кооперативов и потребительских обществ, садоводческих, огороднических и дачных товариществ, органов территориального общественного самоуправления, сельских общественных организаций и др.) [1]. Они базируют свое производство на приоритетном использовании отечественных технологий и местных материальных, энергетических и трудовых ресурсов,

что делает их малоуязвимыми от импортных поставок. Их вклад в обеспечение продовольственной безопасности страны трудно переоценить, поскольку они производят значительную часть сельскохозяйственной продукции⁵. Эта доля может значительно возрасти при максимально возможном использовании имеющихся у них резервов, что сведет к минимуму зависимость российского агропрома от импортных поставок.

Цель исследования заключается в определении особенностей использования инновационного потенциала субъектами сельской локальной экономики и крупным агробизнесом, который может быть задействован с учетом их специфики в современной геополитической обстановке.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

В ходе работы использовался комплекс методов исследования социально-экономических процессов, среди которых преобладали аналитический, абстрактно-логический и метод сопоставительного анализа. Учитывалась специфика аграрного сектора экономики, в частности многофункциональность и влияние на сельское хозяйство различных техногенных, природных и социокультурных факторов, обладающих синергетическим эффектом. В качестве методологической основы выступали труды отечественных и зарубежных ученых, изучающих вопросы инновационного развития и сельского хозяйства. В анализе рассматриваемой проблемы использовались личные наблюдения и экспертные мнения авторов.

Исходными материалами служили статистические сборники Росстата, данные ведомственной отчетности и официальные документы, доступные в открытом информационном пространстве. Анализ и обобщение материалов проводились в масштабах РФ.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Следует подчеркнуть, что степень задействования имеющихся резервов и потенциала развития в разных организационно-правовых формах организации сельскохозяйственного производства весьма различна. Крупный агробизнес в первую очередь активно использует последние отечественные и зарубежные инновации, что позволяет говорить о приближении к пределам технологического роста⁶. Его дальнейшее развитие в значительной степени определяется мировыми достижениями, которые транслируются на российские агрохолдинги и крупные сельскохозяйственные организации.

Иное дело в субъектах сельской локальной экономики, где проникновение импортных технологий не получило такого распространения. Диффузия инноваций здесь происходит довольно специфично, зачастую не подчиняясь действующим в большинстве случаев закономерностям [2]. Это является результатом массы причин: недостатка финансовых средств, слабой прозрачности огромного числа ее субъектов к различного рода новшествам и, самое главное, меньшей востребованности зарубежных инноваций малыми и средними формами хозяйствования вследствие их внутренней

¹ Постановление Правительства РФ от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы» (в ред. 13.05.2022).

² Итоговый доклад о результатах деятельности Минсельхоза России за 2022 год. М.: Минсельхоз России. 2023; 20, 21.

³ Там же. С. 21.

⁴ Там же. С. 21.

⁵ Сельское хозяйство в России. Статистический сборник / Росстат. Москва. 2021; 20.

⁶ Социальные и структурные факторы современного инновационного развития: монография / коллектив авторов; под ред. Е.В. Устюжаниной, А.Г. Петрова. М.: РУСАЙНС. 260: 197–210. ISBN 978-5-466-03135-5.

природы и мироощущения. Последнее коренным образом отличается от целеполагания крупного агробизнеса, лейтмотивом которого служит извлечение максимума прибыли любой ценой из используемых ресурсов. В этом для него сельское хозяйство ничем не отличается от других видов бизнеса. Данное мировоззрение идет вразрез с внутренними установками сельской локальной экономики, субъекты которой относятся к земле как к своему наследию, долговременному и незаменимому капиталу, требующему бережного отношения для его сохранения и приумножения. Для них получение прибыли не является самоцелью, поскольку руководители, собственники и работники, задействованные в малом и среднем сельскохозяйственном производстве, в подавляющем большинстве случаев родились, выросли и живут в сельской местности, рассматривая ее как своеобразный родной дом и жизненный уклад, поэтому использование земли у них органично согласуется с заботой о ней, что формирует их отношение к применяемым средствам производства и инновациям. При таком подходе исключается потребность «выжать» из земли максимум прибыли, что происходит чаще всего при помощи внедрения высокопроизводительных технологий, направленных на предельно возможную окупаемость вложенного капитала. В этом заключается принципиальное и основополагающее различие отношения к земле у крупного агробизнеса и среднего и малого предпринимательства.

Следствием противоположного отношения к земле и другим сельскохозяйственным активам служит использование в сельской локальной экономике понятных и доступных большинству российских аграриев технологий, приоритетное использование отечественной техники и других традиционных компонентов производственного процесса. Как правило, применяемые ими техника и технологии менее производительны, чем их аналоги в агрохолдингах и крупных сельхозорганизациях. Но они имеют свои неоспоримые преимущества с учетом разнообразных эффектов. Так, им требуется гораздо большее (по сравнению с высокотехнологичными предприятиями) количество рабочих рук, что влечет большую занятость населения и препятствование сельской безработице, на борьбу с которой государство вынуждено тратить административные усилия и выделять немалые бюджетные средства. Такие технические средства и технологии получили название «промежуточных» [3], поскольку занимают среднее место между примитивным и высоким уровнем технологического развития.

Различие между фактическим состоянием и потенциально возможным использованием инноваций в субъектах сельской локальной экономики очень большое. В отличие от крупного агробизнеса, до «потолка» в технологическом развитии им весьма далеко, а следовательно, и резервов задействования всякого рода инноваций у них гораздо больше.

Необходимо отметить, что малые и средние формы хозяйствования на селе получают небольшие средства господдержки, львиная часть которой достается агрохолдингам и крупным сельскохозяйственным организациям. Это означает, что при выделении субъектам сельской локальной экономики большего объема субсидий они могут нарастить выпуск продукции и добиться других стимулируемых государством целей. Пока объем производства малых форм хозяйствования сбалансирован главным образом с их внутренними потребностями и емкостями местных и региональных рынков. Лишь незначительная часть произведенной ими продукции

попадает на национальные и глобальные рынки. Прежде всего это фермерский сегмент локальной сельской экономики, часть товарной продукции которого ориентирована на российский и мировой спрос. Большинство же субъектов малых и средних форм хозяйствования органично вписаны прежде всего в экономику их собственного потребления и удовлетворения потребностей местного населения. Подобная близость производителей и потребителей сельскохозяйственной продукции, образуя короткое логистическое плечо, позволяет учитывать особенности спроса, оперативно реагируя как на ассортимент покупательских предпочтений местных жителей, так и на объем самого спроса. Эта продукция часто бывает крафтовой, то есть выпущенной небольшими партиями и по индивидуальным технологиям или рецептам, что значительно увеличивает ее стоимость на рынке. Для нее характерно разнообразие, обусловленное массой производителей, каждый из которых обладает определенной индивидуальностью. Это второе коренное отличие крупного агробизнеса от субъектов малых форм хозяйствования.

Большое количество сельскохозяйственных товаропроизводителей создает исходные условия для совершенной конкуренции, которая исчезает по мере концентрации бизнеса и монополизации продовольственного рынка. Научившись выживать в условиях жесткой конкуренции, диктуемой ее совершенным видом, и малому объему господдержки, многие субъекты сельской локальной экономики обладают высокой адаптивностью, а их владельцы и работники — жизнестойкостью. Эта закалка, обусловленная суровыми условиями хозяйствования на протяжении всех рыночных реформ в России в совокупности с многолетним естественным отбором, делает их эффективными хозяйственными единицами, потенциал развития которых весьма велик и разнообразен. Это касается и их восприимчивости к различным инновациям. Здесь поистине огромное поле для дальнейшего развития как в масштабах возможного внедрения технологических и других инноваций, повышающих объемы производства продукции и оказания услуг, так и в экономическом эффекте, который может быть увеличен за счет освоения инновационных методов и способов работы. Это третья особенность отличия крупного агробизнеса от среднего и малого предпринимательства.

Инновации становятся действенным фактором эффективности аграрной экономики [4]. В совокупности с научно-техническим прогрессом они играют в агропромышленном комплексе исключительно важную роль [5]. Вместе с тем инновационное развитие сельского хозяйства отстает от среднего российского уровня (табл. 1). Так, при инновационной активности организаций в целом по национальной экономике 11,9% в сельском хозяйстве аналогичный показатель составляет 8,1%. Затраты на инновационную деятельность в отрасли равны 1,4% от их общего объема по стране, хотя удельный вес сельского хозяйства в ВВП РФ в три с лишним раза выше. Экспорт инновационных товаров отрасли составляет лишь тысячную часть от общего объема по стране. В целом индикаторы инновационной активности в аграрной сфере значительно уступают медианным значениям по российской экономике.

Напомним, что сельское хозяйство демонстрирует за последние годы высокие темпы развития. Даже при невысокой инновационной активности отрасль сумела добиться очевидных успехов. Можно лишь прогнозировать, насколько они могут оказаться более

Таблица 1. Инновационная активность российской экономики и сельского хозяйства в 2021 году

Table 1. Innovative activity of the Russian economy and agriculture in 2021

Показатели инновационной активности	Российская Федерация, всего	Сельское хозяйство	Сельское хозяйство к РФ, %
Уровень инновационной активности организаций, %	11,9	8,1	66,1
Затраты на инновационную деятельность, млн руб.	2 379 709,9	33 424,6	1,4
Удельный вес затрат на инновационную деятельность в общем объеме отгруженных товаров (выполненных работ, услуг), %	2,0	1,1	55,0
Объем инновационных товаров (работ, услуг), млн руб.	6 003 342,0	67 339,6	1,1
Удельный вес инновационных товаров (работ, услуг) в общем объеме товаров (работ, услуг), %	5,0	2,3	46,0
Экспорт инновационных товаров (работ, услуг), млн руб.	993 248,6	1466,3	0,1
Удельный вес экспорта инновационных товаров (работ, услуг) в общем объеме экспорта инновационных товаров (работ, услуг), %	16,5	2,2	13,3
Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе организаций, %	23,0	9,5	41,3

Источник: Рассчитано авторами (по данным Росстата)⁷.

впечатляющими, если уровень инновационного развития в агропромышленном комплексе достигнет среднероссийского уровня. При этом сам инновационный потенциал сельского хозяйства обладает большими ресурсными возможностями не только в масштабах отрасли [6], но и применительно к отдельным направлениям развития [7] и даже конкретным разработкам [8]. Для его задействования необходимо выявить особенности инновационного развития как в целом сельского хозяйства, так и его различных организационно-правовых форм, определив наиболее перспективные применительно к современным геополитическим вызовам и внутренним условиям. Правильный анализ позволит избежать лишних затрат, найдя наиболее подходящие формы и способы реализации инновационного потенциала отрасли.

Свойством инноваций служит их перманентная сменяемость, когда более совершенные вытесняют устаревшие аналоги. Период их морального старения и замены на новые непрерывно сокращается [9]. Жизненный цикл инноваций становится всё короче [10]. Подобно живым существам, они обладают большой силой саморазвития, движущей пружиной чего служит материальная или иная выгода. Субъекты хозяйственной деятельности в условиях рынка начинают внедрять их не по указке, а когда чувствуют, что от них можно получить ощутимый реальный эффект. Как правило, порог экономической целесообразности внедрения новых инноваций, продиктованный наступлением морального износа применяемых технологий, можно определить следующим образом [11]:

$$Эпт = (Зст : Опс) > (Знт : Опн),$$

где: *Эпт* — экономическая целесообразность перехода со старых на новые технологии (инновации); *Зст* — затраты на производство по старым технологиям (при внедрении инноваций); *Опс* — объем производства продукции по старым технологиям (инновациям); *Знт* — затраты на производство по новым технологиям (при внедрении инноваций), включая издержки на их приобретение и освоение (монтаж, запуск оборудования, обучение персонала и иные); *Опн* — объем производства

продукции по новым технологиям (инновациям).

В данном случае предполагается, что качество продукции при производстве по новым технологиям либо при внедрении инноваций не меняется, изменяются лишь объемы производства, затраты на единицу продукции или ее производственная себестоимость. В других случаях за счет перехода на новые технологии (внедрение инноваций) может меняться качество продукции. При этом затраты на выпуск единицы продукции (себестоимость) могут возрастать, что тем не менее может делать ее востребованной на рынке за счет повышения потребительских качеств, учитываемых покупательским спросом. Так происходит довольно часто при спросе на

продукцию субъектов сельской локальной экономики, обладающей индивидуальными свойствами. Например, при ее производстве по традиционным технологиям или старинным рецептам. К числу таких видов продукции, обладающей отличительными признаками, относится полученная в соответствии с особенностями национальных или региональных традиций для их ценителей или, напротив, в расчете на сегмент современных покупателей товаров с заданным качеством, продиктованным потребностями в здоровом, низкокалорийном (или, наоборот, высококалорийном) либо каком-то другом питании.

Противоположная ситуация наблюдается при выпуске товаров крупным агробизнесом, где продукция стандартизирована и выпускается большими партиями. Несмотря на то что агрохолдингам и другим крупным предприятиям также присуще производство продуктов, ориентированных на определенные категории покупателей, их товары производятся в масштабах, значительно превышающих объемы выпуска продукции множеством субъектов сельской локальной экономики, каждому из которых присуща та или иная индивидуальность.

Это позволяет малому и среднему бизнесу консервировать свои технологии, добиваясь при этом экономической целесообразности. Она зачастую обусловлена не только выпуском крафтовой и иной продукции, отличной от других, но и тем, что в свое время были выбраны удачные (с экономической точки зрения и др.) способы и приемы ее производства, которым до настоящей поры не найдено более эффективных аналогов, способных их полноценно заместить применительно к условиям локального бизнеса.

Кстати, подобные ситуации встречаются и в крупном бизнесе. В качестве демонстративного примера можно привести использование в современном мире традиционных технологий откорма крупного и мелкого рогатого скота на естественных кормовых угодьях, когда животные перегоняются с одного пастбища на другое, нагуливая при минимальных издержках большие среднесуточные привесы. Аналогичные технологии применяются в оленеводстве и ряде других аграрных отраслей. В этих случаях научно-технический прогресс и инновации почти не проникли в основные технологические процессы,

⁷ Наука. Технологии. Инновации. Краткий статистический сборник / В.В. Власова, Л.М. Гохберг, К.А. Дитковский и др. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ. 2023; 102. ISBN 978-5-7598-2742-9. <https://publications.hse.ru/books/788387768>

а сконцентрировались в вспомогательных сферах — заготовке, хранении, переработке сельскохозяйственной продукции, в маркетинговых ходах по ее продвижению на рынки, не затронув стержневой сути ведения данных видов производства. Эта вековая незыблемость ряда базовых технологий, применяемых до сих пор в сельском хозяйстве различных стран, объясняется главным образом их экономической эффективностью, способностью сохраниться в конкурентном мире.

Следует подчеркнуть, что целесообразность производства тех или иных продуктов в малых масштабах и использование новых технологий сельской локальной экономикой не всегда диктуются сугубо экономическими соображениями. Даже в условиях рынка здесь принимаются во внимание такие аргументы, как сохранение и продолжение семейных традиций, тяга к определенному занятию, многолетние привычки.

Нужно отметить, что продукция сельской локальной экономики имеет относительно низкую товарность и часто может использоваться как для внутреннего потребления, так и для реализации. В этом отношении она обладает гораздо большей гибкостью по сравнению с выпуском товаров крупным бизнесом, нацеленным только на рыночный спрос. Подобная адаптивность экономического устройства малого и среднего бизнеса делает его более устойчивым к макроэкономическим катаклизмам и санкционным шокам, влиянию которых весьма подвержен крупный бизнес. Отсюда вытекает и меньшая потребность субъектов сельской локальной экономики в непрерывном обновлении инноваций, характерном для агрохолдингов и других масштабных производств.

Можно сказать, что распространение или диффузия инноваций происходит у них в небольшом масштабе в силу многих причин, включая инерционность к восприятию новшеств. В свою очередь, это обуславливает большой резерв потенциала инноваций, который может быть реализован в случае необходимости на малых и средних производствах сельскохозяйственной продукции. Для этого требуется разработать механизмы адаптации субъектов малого бизнеса к рыночным условиям, которые можно масштабировать на большую совокупность потенциальных пользователей [12].

С другой стороны, инновационное развитие далеко не всегда предполагает денежные затраты, поскольку часть новшеств (например, в сфере организации и управления производством, маркетинга) не требует финансовых ресурсов, но интеллектуального напряжения, а порой и простой осведомленности.

Во многих случаях информационно-консультационное обеспечение является решающим фактором производственных успехов. Крупный бизнес постоянно следит за различного рода инновациями, при необходимости оперативно внедряя их. Для этого содержатся специалисты, в обязанность которых вменяются поиск и анализ полезной научно-технической и технологической информации, конечным результатом чего служит перманентное инновационное развитие их предприятий и бизнесов.

Малые и средние субъекты хозяйствования в аграрной сфере лишены такой возможности, прежде всего в силу своих небольших масштабов. В развитых странах это компенсируется разветвленной сетью информационно-консультационной службы (Extension service)⁸,

первоочередной целью которой является оперативное и доступное доведение до фермеров и других заинтересованных потребителей сведений о существующих в аграрном мире инновациях.

В России полномасштабная государственная информационно-консультационная служба (Extension service) отсутствует, поэтому субъекты сельской локальной экономики не обеспечены в достаточной мере информационной и консультационной поддержкой. В настоящее время лишь в ряде регионов подобие данной службы еще фрагментарно существует, не получая государственных средств для желаемого развития. В основном такие службы выполняют функции по сбору производственной информации, а не научно-технической и технологической, а ведь категории хозяйствующих субъектов малого и среднего бизнеса (и особенно личных подсобных хозяйств) в наибольшей степени подходят к созданию в Российской Федерации государственной службы информационно-консультационного обеспечения. Именно личные подсобные хозяйства, семейные фермы, фермерские хозяйства и индивидуальные предприниматели остро нуждаются в консультационной поддержке по экономическим, технологическим, правовым, административным, экологическим, ландшафтным и другим вопросам.

В европейских странах данные службы создавались еще в конце XIX века. Так, в Нидерландах такая государственная служба была создана еще в 1885 году, и только в течение 1993–2000 годов эту службу частично приватизировали, сократив к 2000 году бюджетное финансирование на 50%, а к 2020 году бюджетное финансирование было сокращено еще на 40%. Таким образом, чтобы перевести деятельность Extension service на коммерческую основу, правительству Нидерландов потребовалось 135 лет [13].

Информационно-консультационная поддержка позволит реализовать инновационный потенциал огромного количества субъектов сельской локальной экономики, что будет способствовать не только укреплению национальной безопасности нашей страны, но и решению продовольственной проблемы в глобальном масштабе [14].

Сопоставим степень использования инновационного потенциала субъектами сельской локальной экономики и крупным агробизнесом. Поскольку инновационное развитие может происходить, главным образом, за счет применения высокопроизводительной техники и оборудования, прогрессивных технологий, консультационной поддержки, информационного обеспечения, а также

Таблица 2. Степень использования ресурсов инновационного развития субъектами сельской локальной экономики и крупным агробизнесом

Table 2. Degree of use of innovative development resources by entities of rural local economy and large agribusiness

Основные ресурсы инновационного развития	Сельская локальная экономика	Крупный агробизнес
Технические	Большие резервы	Близки к пределу
Технологические	Большие резервы	Близки к пределу
Информационные	Слабое использование	Близки к полному использованию
Консультационные	В небольшой степени	Почти полное использование
Господдержка	Слабая	Большая

Источник: Составлено авторами.

⁸ Ключков А.В., Хомутов А.В. Служба extension в сельском хозяйстве США // Наше сельское хозяйство. 2021; 9(257): 118–121. <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=ekjipo>

получения субсидий и других государственных преференций, рассмотрим их задействие двумя анализируемыми формами хозяйствования (табл. 2). Как видно, по всем основным ресурсам инновационного развития потенциал во многом исчерпан крупным агробизнесом и в гораздо меньшей степени — субъектами сельской локальной экономики.

Выводы/Conclusion

Таким образом, можно сделать выводы об инновационном потенциале в различных организационно-правовых формах сельскохозяйственного производства.

Экономические закономерности наступления морального старения технологий, служащего спусковым крючком для их эффективной замены и внедрения новых инноваций, в полной мере действуют применительно к крупному бизнесу и масштабному производству, но в гораздо меньшей степени проявляются в деятельности малых и средних форм хозяйствования в аграрной сфере.

Диффузия инноваций происходит неодинаково в различных сегментах аграрной экономики. Для холдингов и крупных сельскохозяйственных организаций, как правило, действуют общие закономерности диффузии, для небольших аграрных производств характерны меньшая масштабность и замедленная скорость распространения инноваций.

Внедрение инноваций в субъектах сельской локальной экономики не всегда диктуется сугубо экономическими соображениями, поскольку наряду с материальными стимулами агенты малого предпринимательства учитывают социальные и другие аспекты своей деятельности. При этом в ряде случаев экономические резоны могут уступать нематериальным (и даже духовным) факторам, что обуславливает специфику оценки инноваций

в глазах их потенциальных пользователей в небольших производствах и малых бизнесах.

Потенциал использования инноваций малыми и средними формами хозяйствования на селе зачастую остается нереализованным из-за их неосведомленности о последних достижениях науки и передовой практики вследствие недостаточно эффективной национальной информационно-консультационной службы, сеть которой не покрывает всю совокупность потенциальных пользователей.

Инновационное развитие субъектов сельской локальной экономики сдерживается недостатком их господдержки, которая многократно уступает величине субсидирования агрохолдингов и крупных сельскохозяйственных организаций.

Крупный агробизнес в большой степени использует последние отечественные и зарубежные инновации, в то время как малые и средние формы хозяйствования на селе в силу различных причин применяют их в гораздо меньшей мере, что позволяет утверждать о различном уровне задействия потенциала инновационного развития.

Для дальнейшего эффективного развития российского агропромышленного комплекса целесообразно оказывать гораздо большую финансовую, информационную, консультационную, административную и прочую поддержку субъектам сельской локальной экономики. В первую очередь это касается их инновационного потенциала, реализация которого повлечет решение многих ныне существующих проблем не только в области насыщения рынка отечественным продовольствием, но и занятости местного населения, борьбы с сельской безработицей, переориентации на преимущественное задействие внутренних ресурсов, что позволит снизить угрозу современных геополитических рисков.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Петриков А.В. Политика сельского развития и локальная сельская экономика (несколько тезисов). *Никоновские чтения*. 2022; (27): 1–12. <https://www.elibrary.ru/mkwuri>
- Rogers E. Diffusion of Innovations. 5th Edition. *Simon and Schuster*. 2003; 576. ISBN 9780743222099
- Шумахер Э.Ф. Малое прекрасно. Экономика, в которой люди имеют значение. М.: *Издательский дом Высшей школы экономики*. 2012; 352. ISBN 978-5-7598-0822-0
- Аралкин Н.А., Шох М.А. Инновации в сельском хозяйстве как фактор его развития. *Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования*. 2022; (1): 15–20. <https://elibrary.ru/yvcsud>
- 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>
- Акмаров П.Б., Князева О.П. Гравитационная модель оценки инновационного потенциала развития регионального сельского хозяйства. *Научные труды Вольного экономического общества России*. 2022; 237(5): 151–168. <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2022-237-5-151-168>
- Бахматова Г.А. Цифровизация сельского хозяйства — потенциал инновационного развития. *Островские чтения*. 2020; (1): 82–87. <https://elibrary.ru/atyxvf>
- Коротченя В.М. Инновационный потенциал научно-технической разработки в области сельского хозяйства. *Экономика сельского хозяйства России*. 2023; (2): 28–36. <https://doi.org/10.32651/232-28>
- Hirooka M. Innovation Dynamism And Economic Growth: A Nonlinear Perspective. Cheltenham, Northampton: *Edward Elgar*. 2006; 448. ISBN 9781843765783 <https://doi.org/10.4337/9781845428860>
- Фаттахов Х.И., Силенов М.А. Анализ взаимосвязи и взаимовлияния жизненных циклов технологических инноваций, базовых инноваций и инноваций изделий (продукта). *Актуальные проблемы экономики и менеджмента*. 2023; (2): 86–95. <https://elibrary.ru/tbucgj>

REFERENCES

- Petrikov A.V. Rural development policy and local rural economy (several theses). *Nikonovskie chteniya*. 2022; (27): 1–12 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/mkwuri>
- Rogers E. Diffusion of Innovations. 5th Edition. *Simon and Schuster*. 2003; 576. ISBN 9780743222099
- Schumacher E.F. Small is fine. The economy in which people matter. Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics. 2012; 352. ISBN 978-5-7598-0822-0
- Aralkin N.A., Shokh M.A. Innovations in agriculture as a factor of its development. *Innovative economy: prospects for development and improvement*. 2022; (1): 15–20 (In Russian). <https://elibrary.ru/yvcsud>
- Pekurovsky D.A. Innovations and scientific and technological progress in the agroindustrial complex and agriculture. *Agrarian science*. 2020; (11-12): 129–133. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-122-126>
- Akmarov P.B., Knyazeva O.P. Gravitational model for determining the innovative potential of regional agriculture development. *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*. 2022; 237(5): 151–168 (In Russian). <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2022-237-5-151-168>
- Bakhmatova G.A. Digitalization of agriculture — the potential of innovative development. *Ostrovskie chteniya*. 2020; (1): 82–87 (In Russian). <https://elibrary.ru/atyxvf>
- Korotchenya V.M. Innovation potential of prototypes of technical systems in agriculture. *Economics of Agriculture of Russia*. 2023; (2): 28–36 (In Russian). <https://doi.org/10.32651/232-28>
- Hirooka M. Innovation Dynamism And Economic Growth: A Nonlinear Perspective. Cheltenham, Northampton: *Edward Elgar*. 2006; 448. ISBN 9781843765783 <https://doi.org/10.4337/9781845428860>
- Fattakhov Kh.I., Silenov M.A. Analysis of life cycles interrelation and interaction of technological innovations, basic innovations and product innovations. *Actual Problems of Economics and Management*. 2023; (2): 86–95 (In Russian). <https://elibrary.ru/tbucgj>

11. Голубев А.В. Моральное старение и диффузия инноваций. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2020; (4): 113–130. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2020-4-113-130>

12. Вольвак Ю.С. Формирование методического подхода к адаптации субъектов малого бизнеса к нестабильным условиям рыночной среды. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2023; (4): 35–40. <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2023-0-4-35-40>

13. Баутин В.М., Красногир Л.К. Информационно-консультационная служба в сельском хозяйстве. М.: *Информагротех*. 1995; 71. ISBN 5-7367-0031-X

14. Гайсин Р.С. Мировая продовольственная проблема в условиях глобального демографического перехода. *Экономика сельского хозяйства России*. 2021; (9): 96–102. <https://doi.org/10.32651/219-96>

11. Golubev A.V. Obsolescence and the diffusion of innovations. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2020; (4): 113–130 (In Russian). <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2020-4-113-130>

12. Volvak Yu.S. Formation of a methodological approach to the adaptation of small businesses to unstable conditions of the market environment. *Economics of agricultural and processing enterprises*. 2023; (4): 35–40 (In Russian). <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2023-0-4-35-40>

13. Bautin V.M., Krasnogir L.K. Information and consulting service in agriculture. Moscow: *Informagrotech*. 1995; 71 (In Russian). ISBN 5-7367-0031-X

14. Gaisin R.S. The world food problem in the context of the global demographic transition. *Economics of Agriculture of Russia*. 2021; (9): 96–102 (In Russian). <https://doi.org/10.32651/219-96>

ОБ АВТОРАХ

Владимир Моисеевич Баутин, академик РАН, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник агропромышленного комплекса России, главный научный сотрудник, bautinv@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-1560-8994>

Алексей Валерианович Голубев, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник агропромышленного комплекса России, главный научный сотрудник, avgolubev@viapi.ru <https://orcid.org/0000-0001-7549-6643>

Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова — филиал Федерального научного центра аграрной экономики и социального развития сельских территорий «Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства», Большой Харитоньевский пер., 21, стр. 1, Москва, 107078, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Vladimir Moiseevich Bautin, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Honorary Worker of the agro-industrial complex of Russia, Chief Researcher, bautinv@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-1560-8994>

Alexey Valerianovich Golubev, Doctor of Economics, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Honorary Worker of the agro-industrial complex of Russia, Chief Researcher, avgolubev@viapi.ru <https://orcid.org/0000-0001-7549-6643>

All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics named after A.A. Nikonov — branch of the Federal Scientific Center for Agrarian Economics and Social Development of Rural Territories «All-Russian Research Institute of Agricultural Economics», 21 Bolshoy Kharitonevsky Lane, 1 building, Moscow, 107078, Russia

УДК 330.322:338.4

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-153-159

Г.П. Бутко¹ ✉
 В.И. Набоков²
 В.П. Часовских¹
 Л.А. Раменская¹
 Р.У. Гусманов³
 Е.С. Синегубова⁴

¹ Уральский государственный
 экономический университет,
 Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный аграрный
 университет, Екатеринбург, Россия

³ Башкирский государственный
 аграрный университет, Уфа, Россия

⁴ Уральский государственный
 лесотехнический университет,
 Екатеринбург, Россия

✉ gpbuto@mail.ru

Поступила в редакцию:
 12.05.2023

Одобрена после рецензирования:
 18.09.2023

Принята к публикации:
 02.10.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-153-159

Galina P. Butko¹ ✉
 Vladimir I. Nabokov²
 Viktor P. Chasovskikh¹
 Lyudmila A. Ramenskaya¹
 Rasul U. Gusmanov³
 Elena S. Sinegubova⁴

¹ Ural State University of Economics,
 Yekaterinburg, Russia

² Ural State Agrarian University
 Yekaterinburg, Russia

³ Bashkir State Agrarian University, Ufa,
 Russia

⁴ Ural State Forestry University,
 Yekaterinburg, Russia

✉ gpbuto@mail.ru

Received by the editorial office:
 12.05.2023

Accepted in revised:
 18.09.2023

Accepted for publication:
 02.10.2023

Инвестиционная привлекательность АПК: проблемы и решения

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Представлен анализ трендов развития аграрной отрасли, позволяющей интерпретировать важность повышения инвестиционной привлекательности аграрного сектора экономики.

Методы. В рамках системного подхода применялись методы экономического исследования: системный, библиографический, сравнительный.

Результаты. Выявлен ряд наиболее распространенных рисков, возникающих в процессе инвестирования. На основе теоретических соображений установлено, что основным недостатком является недооценка основных показателей. Определены роль и значение методов оценки доходности инвестиций. Выделены наиболее приемлемые подходы в этой области. Представлены механизмы корректировки инвестиционной привлекательности агропромышленного комплекса.

Выявлены особенности исследования эффективности социально-экономического развития АПК через его снабженческую и созидательную функции. Указано на важность факторов конкурентоспособности. Для реализации инвестиционных проектов и программ в данном контексте необходимо разработать и использовать системы управления, повышающие привлекательность инвестиций в сельскохозяйственные предприятия. При оценке альтернатив (инвестиционных проектов) относительно существенных целевых функций происходит определение количественных величин (или величин полезности). Для каждой целевой функции должен использоваться соответствующий масштаб. Тип шкалы измерения зависит от измерения выражения целевой функции. Они должны быть представлены в порядке уровня — начиная с самого низкого уровня измеримости. Применение этих методик может значительно повысить качество принятия решений в области инвестиций. В данном исследовании считается, что методологии особенно полезны при создании системы мониторинга инвестиционной привлекательности организаций.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, мезоуровень, сельское хозяйство, инвестиционная привлекательность, инновационный потенциал, эффективность

Для цитирования: Бутко Г.П., Набоков В.И., Часовских В.П., Раменская Л.А., Гусманов Р.У., Синегубова Е.С. Инвестиционная привлекательность АПК: проблемы и решения. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 153–159. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-153-159>

© Бутко Г.П., Набоков В.И., Часовских В.П., Раменская Л.А., Гусманов Р.У., Синегубова Е.С.

Investment attractiveness of the agro-industrial complex: problems and solutions

ABSTRACT

Relevance. The analysis of trends in the development of the agricultural sector is presented, which makes it possible to interpret the importance of increasing the investment attractiveness of the agricultural sector of the economy.

Methods. Within the framework of a systematic approach, methods of economic research were used: systematic, bibliographic, comparative.

Results. A number of the most common risks arising in the investment process have been identified. Based on theoretical considerations, it is established that the main disadvantage is the underestimation of the main indicators. The role and importance of methods for assessing the profitability of investments are determined. The most acceptable approaches in this area are highlighted. The mechanisms of adjusting the investment attractiveness of the agro-industrial complex are presented.

The features of the study of the effectiveness of socio-economic development of the agro-industrial complex through its supply and creative functions are revealed. The importance of competitiveness factors is pointed out.

In order to implement investment projects and programs in this context, it is necessary to develop and use management systems that increase the attractiveness of investments in agricultural enterprises. When evaluating alternatives (investment projects) with respect to essential objective functions, quantitative values (or utility values) are determined. An appropriate scale should be used for each objective function. The type of measurement scale depends on the measurement of the expression of the objective function. They should be presented in the order of levels — starting from the lowest level of measurability. The use of these techniques can significantly improve the quality of investment decision-making. In this study, it is considered that methodologies are particularly useful when creating a system for monitoring the investment attractiveness of organizations.

Key words: agro-industrial complex meso-level, agriculture, investment attractiveness, innovation potential, efficiency

For citation: Butko G.P., Nabokov V.I., Chasovskikh V.P., Ramenskaya L.A., Gusmanov R.U., Sinegubova E.S. Investment attractiveness of the agro-industrial complex: problems and solutions. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 153–159 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-153-159>

© Butko G.P., Nabokov V.I., Chasovskikh V.P., Ramenskaya L.A., Gusmanov R.U., Sinegubova E.S.

Введение/Introduction

Результатом и вектором эффективного развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на современном этапе является обоснование устойчивых позиций данного сектора экономики страны. В настоящее время для АПК отсутствует возможность привлечения иностранных инвестиций. При этом, несмотря на то что привлечение инвестиционных фондов в сельское хозяйство является чрезвычайно сложной задачей, которая охватывает все виды возможных финансовых, экономических, правовых и организационных сфер, при поддержке государства постепенно создается эффективный механизм привлечения инвестиций в сельское хозяйство и обеспечивается его использование в рамках поставленных целей.

История развития проблемы инвестиционной привлекательности АПК неразрывно связана с работами И.И. Кохановской [1], В.А. Барыкиной¹, М.В. Акулич [2] и других авторов. В результате исследования данного вопроса в работе «Инвестиционная привлекательность агропромышленного комплекса Российской Федерации» И.И. Кохановская и В.А. Барыкина отмечают, что в настоящее время приоритетной является рациональная инвестиционная политика АПК, однако не акцентируется внимание на четких разграничениях между источниками инвестирования.

По мнению ряда авторов, необходимо различать внутренние инвестиции за счет средств хозяйствующих организаций (самофинансирование), заемные средства (без участия внешних инвесторов) и внешние инвестиции (за счет внешних инвесторов) [2].

Непосредственно процесс инвестирования включает схему (рис. 1).

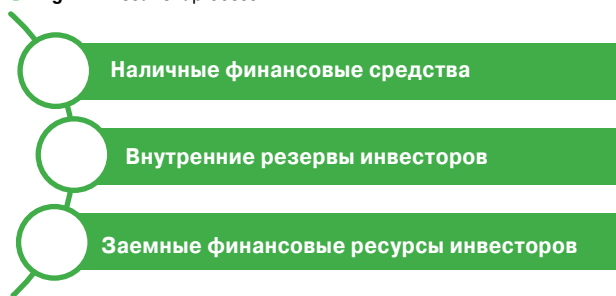
Государство в лице федеральных органов власти регулирует инвестиционную деятельность, реализует инвестиционную политику, направленную на социально-экономическое и научно-техническое развитие Российской Федерации, предоставляет гарантии субъектам инвестиционной деятельности. Подтверждением этого является Постановление Правительства РФ от 22 февраля 2023 г. № 295 «О государственной поддержке организаций, реализующих инвестиционные проекты, направленные на производство приоритетной продукции»². Также существует постановление по льготному кредитованию фермерского хозяйства от 14 сентября 2022 г. № 1610³.

Субъект инвестиционной деятельности несет ответственность за обеспечение выполнения всех требований законодательства, действующего на территории Российской Федерации, и обязательств, предусмотренных контрактами.

В экономической литературе существуют и другие подходы к определению, оценке и анализу понятия инвестиционной привлекательности [3, 4]. Традиционно под инвестиционной привлекательностью понимают инвестиционные условия, которые оказывают влияние на инвесторов в процессе выбора объекта инвестирования. Объектами инвестирования могут быть отдельные проекты,

Рис. 1. Процесс инвестирования

Fig. 1. Investment process



компаниями, юридические лица, города, регионы или целые страны. Нетрудно определить, что их объединяет, а именно: собственные бюджеты и системы управления.

Отдельные эксперты считают, что понятия «инвестиционная привлекательность» и «инвестиционный климат» являются одним и тем же и включают в себя инвестиционный потенциал и инвестиционный риск. Однако такая трактовка не совсем верна. Так, привлекательность является компонентом инвестиционного климата. Инвестиционная привлекательность — это восприятие конкретным инвестором объекта инвестиций, в то время как инвестиционный климат — это категория, которая не зависит от характеристик, задаваемых объектом инвестиций, что исключает субъективные мнения. По нашему мнению, инвестиционная привлекательность — компонент инвестиционного климата, поскольку инвестиционная привлекательность не всегда является определенной от одного инвестора к другому, в то время как инвестиционный климат постоянен от одного инвестора к другому.

Актуальность данной проблемы заключается в том, что на сегодняшний день агропромышленный комплекс России является одним из самых сложных с точки зрения привлечения инвестиций. Это в основном связано как с чрезвычайной чувствительностью капитала, так и с низкой доходностью и высоким инвестиционным риском. В этой ситуации большое значение представляют динамика притока инвестиций и, как следствие, мониторинг инвестиционной активности. За счет этого возможно выявить: приоритеты обеспечения эффективного развития сельскохозяйственных территорий; изменение уровня жизни местного населения; тенденции на рынке сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия.

Инвестиционная привлекательность АПК обеспечивается в результате притока дополнительных финансовых ресурсов, хотя и обладает уникальным фондом земли, материальными ресурсами и объектами основного и человеческого капитала [4].

Материалы и методы исследований / Materials and methods

В статье использованы исторический метод комплексного системного подхода и сценарного планирования, SWOT-анализ⁴ с выделением возможностей

¹ Барыкина В.А. Инвестиционная привлекательность агропромышленного комплекса Российской Федерации. Методология научной и образовательной деятельности. 2021.

² Постановление Правительства РФ от 22 февраля 2023 г. № 295 «О государственной поддержке организаций, реализующих инвестиционные проекты, направленные на производство приоритетной продукции». <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202302270041>

³ Постановление Правительства Российской Федерации от 14.09.2022 № 1610 «О внесении изменений в Правила предоставления из федерального бюджета субсидий российским кредитным организациям, международным финансовым организациям и государственной корпорации развития «ВЭБ.РФ» на возмещение недополученных ими доходов по кредитам, выданным сельскохозяйственным товаропроизводителям (за исключением сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативов), организациям и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим производство, первичную и (или) последующую (промышленную) переработку сельскохозяйственной продукции и ее реализацию, по льготной ставке». tatic.government.ru/media/files/Wj6KQrS0xQ7XyNPRzYtcVU2LqLeopYHq.pdf

⁴ Аббревиатура SWOT образована от английских слов Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats. Они переводятся, соответственно, как «сильные стороны», «слабые стороны», «возможности» и «угрозы».

угроз и учета на выходе положительных и отрицательных итогов и монографический метод.

Предложенные методы используются и для уточнения результатов интерпретации исходной информации.

Информационной базой исследования послужили материалы Федеральной службы государственной статистики, а также официальной отчетности организаций.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Многообразие инвестиционных целей и задач позволяет построить типологию инвестиционной привлекательности.

В зависимости от степени реализации инвестиционных целей в социально-экономической системе можно выделить следующие типы инвестиционной привлекательности (рис. 2).

В настоящее время перспективы развития и результативности агропромышленного сектора сильно сдерживаются рядом факторов. Особое значение представляет учет такой компоненты, как значимость факторов конкурентоспособности.

По мнению авторов, решение проблемы возможно на основе разработки альтернативных направлений развития в ответ на изменения в финансовой устойчивости сельскохозяйственных организаций. Инвестиционные фонды для сельского хозяйства многогранны, охватывают значительные финансовые, экономические, правовые и организационные сферы, при этом они создают наиболее эффективные механизмы инвестирования в АПК. Особое значение представляет оценка конкурентных позиций как отрасли в целом, так и отдельных сельхозорганизаций. На основе устойчивых конкурентных позиций можно достичь высокого уровня стабильности. Безусловно, на данном этапе развития конкурентная борьба за рынки сбыта обостряется. Об этом также свидетельствуют труды ряда специалистов [5].

Среди существенных недостатков, которые могут внести серьезные коррективы в будущее инвесторов, участвующих в формировании отечественного аграрного рынка, можно выделить такие, как: низкая покупательная способность населения Российской Федерации, что оказывает негативное влияние на спрос и цены; низкая инновационная активность сельскохозяйственных организаций; недостаточно развитая инфраструктура и сложная логистика, что снижает конкурентоспособность продукции; проблемы в банковском секторе. Недоступность и высокая стоимость кредитных операций означают, что желание получить кредит остается под серьезными ограничениями.

В то же время следует отметить, что кредитование сельскохозяйственного сектора Российской Федерации в некоторых случаях не очень эффективно и должно дополняться инвестиционными вливаниями. Инвесторы, ориентированные на перспективы того или иного сектора аграрного рынка, способны принять на себя умеренные или минимальные риски и позволят фермерам открыть сельскохозяйственные проекты с элементами нововведений с последующим продвижением инвестиционных проектов.

Особое место занимает вопрос обоснования необходимости получения кредитов для инвестиций. Последнее возможно путем создания взаимовыгодных условий за счет более выгодных процентных ставок, чем предлагаемые сегодня кредитные инструменты.

За исследуемый период, как российские власти ввели санкции против фермеров в Западной Европе, внутренний рынок поставок отечественной сельскохозяйственной продукции не в полной мере соответствовал

Рис. 2. Типы инвестиционной привлекательности

Fig. 2. Types of investment attractiveness

Глобальная (транснациональная) инвестиционная привлекательность (в масштабах всего мира или в рамках национальных союзов)

Инвестиционная привлекательность сельхозорганизации

Инвестиционная привлекательность региона

Инвестиционная привлекательность страны

предъявляемым требованиям и желаемому потенциалу роста. Общий потенциал можно оценить в десятки миллиардов долларов.

Вполне возможно предвидеть и ожидать, что российские фермеры будут развивать новые отрасли и успешно замещать прежний импорт и после увеличения темпов поглощения ниши, доступной для внутреннего рынка. Также велика вероятность, что они будут не только замещать рынок, но и влиять на производство продукции более высокого класса.

Понимание инвестиционной привлекательности в современных экономических условиях и основанные на нем методы и приемы исследования выходят за рамки финансово-экономических аспектов этого понятия. По мнению авторов, инвестиционную привлекательность следует понимать как интегральную экономическую характеристику, характеризующуюся финансовым состоянием и деловой активностью, структурой капитала, структурой корпоративного управления, спросом на продукцию и конкурентоспособностью, на которые влияет инвестиционная привлекательность в стране, регионе или отрасли. Также необходимо решение вопроса увеличения инвестиций в человеческий капитал.

Актуальные экономические проблемы развития АПК и механизмы их решения освещаются наиболее полно в теоретическом плане [6].

Развитие агропромышленного комплекса России с позиции использования инноваций исследовано в работах многих ученых, где уделено внимание институциональным аспектам [7, 8]. Обзор анализа инвестиционных проектов, включая методы оценки, а также непосредственно риски, показывает, что во многих случаях невозможно точно измерить риск каждого инвестиционного проекта на подготовительном этапе.

А.В. Моргунов, А.Н. Полетайкин при рассмотрении данной проблемы акцентируют внимание на управлении корпоративными рисками [5]. По мнению авторов, для проведения качественной оценки риска инвестиционного проекта привлекаются консультанты и эксперты, которые предоставляют достаточные данные о затратах и реализации проекта. С финансовой точки зрения при этом формируется достаточно реалистичное представление о возможных рисках и масштабах проекта, которое затем может быть обоснованно распределено между будущими участниками проекта и позволит правильно управлять им в ходе реализации.

Проблемы привлечения инвестиций в АПК и их решения имеют самостоятельные решения в контексте отдельных сельских территорий [9], однако пути решения, предложенные в данной работе Н.С. Никулиным и А.Е. Умбетовой, имеют направленность без учета факторов риска инвестирования [10].

Известными специалистами Уфимского государственного аграрного университета под руководством

профессоров У.Г. Гусманова и Е.В. Столбы внесен значительный вклад в рамках поставленных вопросов при разработке будущих стратегий сельских регионов. Несмотря на то что объектом исследования является нечерноземный регион Республики Башкортостан, его значимость с точки зрения инвестиционной привлекательности для других регионов Российской Федерации очевидна в условиях турбулентной внешней среды и внешних трудностей, основанных на использовании методологии прогнозирования [11, 12].

Не менее важным является решение проблемы государственного участия в поддержке агропромышленного комплекса [13].

Необходимость учета риск-фактора подчеркивается специалистами как в отечественных, так и в зарубежных изданиях [14, 15]. Отраслевая концепция формирования инновационной среды агропромышленного комплекса остро отмечается с позиции авторского подхода [16]. Потенциал инвестиций на примере птицеводческого хозяйства Свердловской области представлен в таблице 1.

Расчет инвестиционного потенциала выполнялся по авторскому подходу [5].

В основе интегральной оценки инвестиционного потенциала положена средняя балльная оценка вложения инвестиций. Результат показан в относительных единицах:

$$IP_r = \sum_{i=1}^n k_i \times PIP_{ir}, \quad (1)$$

где: IP_r — интегральный инвестиционный потенциал организации r ; PIP_{ir} — частный инвестиционный потенциал i организации r ; k_i — вес оценки частного потенциала в интегральной оценке.

Были оценены следующие виды частного потенциала: производственный, рыночный, ресурсный, финансовый, управленческий.

Для более глубокого исследования необходима информация о развитости дополнительных факторов, оказывающих непосредственное влияние на состояние и динамику инвестиционного климата.

Свердловская область представляет значимый потенциал развития данного направления. Появление новых подструктур, в частности птицефабрик, в отдельных районах области является пионерным. В целом инвестиции в пионерные агропредприятия важны и перспективны. Инвестируя в небольшие птицефабрики, создается возможность обеспечения продовольственной безопасности по такой продукции, имеющей рыночный спрос, как яйцо, производные мясо и полуфабрикаты, выведение цыплят, с высокой степенью востребованности.

Существует такое понятие, как ESG-инвестиции, представленное в работе Е.Б. Дворяркиной и Г.М. Квон [16, 17]. Данное направление создает реальный канал сбыта продукции в результате инвестирования дополнительных средств в сельскохозяйственные культуры и перспективные агропромышленные проекты. Преобразующие инвестиции (как понятие с точки зрения зарубежного опыта) отмечены как интегральная экосистема. Кроме того, преобразующие инвестиции преподносятся ими как процесс импакт-инвестирования.

Специалисты рассматривают инвестиционную привлекательность региона, предлагая методики оценки для Воронежской области [18] и Дагестана [19]. Внимание акцентируется на специфике южных областей России. Учет риск-факторов в стратегическом аспекте также является необходимым [20].

Таблица 1. Обзор существующего потенциала инвестиций в АПК с позиции ряда ведущих птицефабрик Уральского региона как наиболее крупных и представительных

Table 1. An overview of the existing investment potential in the agro-industrial complex from the position of a number of leading poultry farms in the Ural region as the largest and most representative

Птицефабрика	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Свердловская	0,90	0,93	0,95
Нижегородская	1,09	1,02	1,01
Ирбитская	1,11	1,09	1,14

Необходимость оценки инвестиционной привлекательности сельскохозяйственных предприятий отмечается конкретно и на основе анализа финансовой устойчивости. Анализу подлежат общие показатели оборачиваемости и показатели управления активами объекта исследования на примере Саратовской области. Несмотря на данный фактор, авторы считают методику С.Н. Рубцовой, Т.В. Пахомовой и Л.А. Слепцовой реальной для применения на практике [21].

С точки зрения возможностей финансирования рационально инвестировать в существующие субъекты хозяйствования. Также можно приобрести портфель или контрольный пакет акций агропромышленного предприятия. Из реальной практики известно, что инвестор не имеет возможности и права прямого контроля. При выборе вложения инвестиций важно сосредоточиться на ключевых элементах, таких как текущая финансовая ситуация (речь идет о счетах материнских компаний в крупных сельскохозяйственных проектах), текущее финансовое положение (когда на первом месте счета основных предприятий в крупных сельскохозяйственных проектах), человеческий капитал и его роль в АПК.

В дополнение отметим, что рынок, на котором находится инвестиционный проект, также очень важен. В некоторых регионах Российской Федерации структура спроса на сельскохозяйственную продукцию одинакова, в то время как в других она совершенно иная. Кроме того, в одних регионах существует огромная государственная поддержка отрасли, а в других — лишь номинальная.

При инвестировании в сельскохозяйственные активы очень важно, чтобы инвестор имел практический опыт в этом секторе [22].

Не менее значимым является инвестирование в сельскохозяйственные организации. Инвесторам могут предложить возможность вложения средств в ценные бумаги путем выпуска привлекательных и надежных долговых инструментов.

В 2023 году в результате господдержки АПК предлагалось значительное ее увеличение на выполнение трех госпрограмм. Цель программ — решение вопросов по импортозамещению и комплексному развитию АПК и сельских территорий. Среди нововведений предложена поддержка производства и реализации молока в рамках стимулирующей субсидии. В компенсирующей субсидии упрощен расчет лимитов на страхование. Введены новые субсидии в сфере животноводства.

Один из актуальных вопросов импортозамещения — развитие собственной семеноводческой базы. Из-за низкого инвестиционного потенциала и недостатка оборотных средств вся прибыль сельскохозяйственных производителей в настоящее время конвертируется в активы, оставляя мало средств для капитальных вложений. Активизация инвестиционной деятельности, включая поиск дополнительных источников инвестиций, является ключевым условием предотвращения кризиса в сельском хозяйстве и определяет направление долгосрочного безрискового развития. Одним из возможных методов управления

Таблица 2. Базисная модель SWOT-анализа эффективности управления инвестиционной привлекательности исследуемого объекта
 Table 2. A comprehensive model of SWOT analysis of the effectiveness of managing the investment attractiveness of an object

Сильные стороны (S) – strengths	Слабые стороны (W) – weaknesses
1. Значительный уровень притока инвестиций в центральных районах.	1. Недостаточная материальная база.
2. Высокий уровень компетентности разработчиков инвестиционного проекта.	2. Повышенная степень износа основных фондов.
3. Наличие инновационного потенциала в результате притока инвестиций.	3. Недостаточная реализация отраслевых документов до конкретной территории.
4. Современные подходы оценки инвестиционной привлекательности с учетом специфики АПК.	4. Отрицательная динамика показателей инвестирования в зависимости от исследуемого периода расчета.
5. Учет сезонного характера в сельском хозяйстве.	5. Несвоевременное доведение постановлений поддержки со стороны Правительства РФ до конкретных сельских территорий.
6. Льготы со стороны государства.	6. Неравноценность поступления платежей по конкретным временным периодам.
7. Высокая корпоративная культура.	7. Значительная трудоемкость сопоставления инвестиционных проектов.
8. Высокий уровень социальной защиты.	
Возможности (O) – opportunities	Угрозы (T) – threats
1. Увеличение государственной поддержки отрасли.	1. Логистические проблемы, связанные с перевозкой продукции.
2. Растущий внутренний спрос, вызванный необходимостью импортозамещения.	2. Сложности осуществления банковских платежей из-за рубежа за отправленную продукцию.
3. Рост экспорта продукции отрасли и высокий экспортный потенциал.	3. Санкционные ограничения на покупку оборудования.
	4. Снижение покупательной способности населения.
	5. Дефицит рабочей силы.

Источник: Составлено авторами.

рисками инвестирования выступает интегральный инструментарий, проводимый с помощью SWOT-анализа с выделением возможностей и угроз, а также учета на выходе положительных и отрицательных итогов по конкретным объектам инвестирования. Достоинство SWOT-анализа — проведение комплексного исследования компании, конкурентов и отрасли в целом. Наиболее значимым является интегральный инструментарий оценки возможных рисков, на основе которого видны основательные результаты проектного анализа, а также отрицательных и положительных результатов оценки инвестиционной привлекательности (табл. 2).

По мнению авторов, эти факторы внешней и внутренней среды могут иметь влияние на развитие агропромышленного комплекса России в 2024 году и требуют внимания и соответствующих стратегий для обеспечения устойчивого и успешного развития отрасли.

Существует несколько точек зрения, отмеченных ранее, в части теоретического обоснования сущности инвестиционной привлекательности и вытекающих приоритетных направлений создания инвестиционного потенциала с элементами нововведений, используя опыт государственно-частного партнерства.

Практика подтверждает эффективность государственно-частного партнерства (ГЧП), что непосредственно связано с частными инвестициями в АПК и дает возможность в Российской Федерации получить льготы бизнес-структурам.

Выводы/Conclusion

Выполненное исследование позволяет сделать следующие выводы.

Изучение сущности инвестиционной привлекательности подтвердило необходимость уточнения данного понятия и выделения основных компонент в части экономической оценки инвестиционной привлекательности.

Исследования подтверждают важность инвестирования для обеспечения устойчивого развития АПК.

Инвестиции обеспечивают как сохранение, так и приумножение конкурентных позиций.

Перспективным видится индивидуальная работа с инвесторами и сельскохозяйственными товаропроизводителями. Такой подход необходимо реализовывать с учетом всех условий инвестиционного проекта. Так, например, необходимо учесть условия сельскохозяйственного производства, социально-экономические показатели, потребности рынка, наличие инфраструктуры, обеспеченность ресурсами. При наличии программных и технических средств у органов власти такой подход видится наиболее перспективным.

Одновременно с преимуществами почеркнута степень высоких рисков долгосрочных вложений.

Учитывая, что современные российские регионы существенно различаются по своим социально-экономическим условиям, следует отметить, что методологически целесообразно в первую очередь учитывать инвестиционную привлекательность региона.

Значимость инвестирования аграрного сектора экономики выступает в обеспечении индивидуальных форм вложения капитала. Направления инвестирования зависят от масштаба, объекта и конкретной области вложения.

Авторами также выдвинута гипотеза разработки приоритетных направлений оценки инвестиционной привлекательности АПК на основе риск-факторов внешней и внутренней среды. Показано, что для эффективно управления повышением инвестиционной привлекательности АПК приоритет должен быть отдан оценке рисков, то есть определению степени инвестиционного риска с помощью качественных и количественных критериев.

Будущее инвестиционной деятельности, в том числе поиск дополнительных источников инвестиций, стало основным условием предотвращения кризисов в АПК. Это определяет направление развития и формирования стратегии устойчивого развития АПК на перспективу.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кохановская И.И., Барыкина В.А. Инвестиционная привлекательность агропромышленного комплекса Российской Федерации. *Вестник СГУГиТ*. 2019; 24(2): 257–275. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2019-24-2-257-275>
2. Акуллич М.В. Инвестиционный маркетинг. Инвестиционная привлекательность страны, региона, отрасли. М.: *Издательские решения*. 2017; 107. ISBN 9785448360275
3. Бутко Г.П., Раменская Л.А. Исследование системных связей и закономерностей повышения инвестиционной привлекательности лесного комплекса Урала. Монография. Екатеринбург: *Уральский государственный лесотехнический университет*. 2009; 159. ISBN 978-5-94984-278-2
4. Великороссов В.В. Инвестиционная привлекательность предприятия: понятия и классификация. Великороссов В.В., Колесников А.В. (ред.). Организационно-управленческие и социокультурные инновации в развитии цифровой экономики и систем электронного образования. М.: *КноРус*. 2019; 2: 209–223. <https://elibrary.ru/zcekg1>
5. Моргун А.В., Полейтайкин А.Н. Управление корпоративными рисками на промышленных предприятиях при помощи метода экспертных оценок. *Вестник СибГУТИ*. 2016; (2): 97–107. <https://elibrary.ru/wlssaz>
6. Шаховская Л.С., Попкова Е.Г., Морозова И.А., Позднякова У.А. Оценки эффективности института ГЧП и рисков проектов, реализуемых на основе принципов ГЧП. *Современные проблемы науки и образования*. 2014; (6): 447. <https://elibrary.ru/tgqjxv>
7. Филатов В.И., Смотрицкая И.И. (ред.). Инновационное развитие промышленного комплекса России: институциональный аспект. М.: *ИЭ РАН*. 2016; 287. ISBN 978-5-9940-0582-8
8. Ушачев И.Г., Чекалин В.С., Маслова В.В. Об актуальных экономических проблемах развития АПК и механизмах их решения. *Экономика сельского хозяйства России*. 2016; (7): 2–10. <https://elibrary.ru/wkgqqt>
9. Солодкина Л.И. Инвестиционная привлекательность сельскохозяйственных предприятий. М.: *LAP Lambert Academic Publishing*. 2016; 120. ISBN: 9783848412594
10. Никулин Н.С., Умбетова А.Е., Лагода М.Ю. Проблемы агропромышленного комплекса и пути их решения. *Научное сообщество студентов XXI столетия. Экономические науки. Электронный сборник статей по материалам LIX Международной студенческой научно-практической конференции*. Новосибирск: Ассоциация научных сотрудников «Сибирская академическая книга». 2022; 11(2): 48–51. <https://elibrary.ru/zunupb>
11. Гусманов Р.У., Стомба Е.В. Стратегическое планирование развития сельских территорий региона на основе форсайта. Уфа: *Мир печати*. 2021; 226.
12. Стомба Е.В. Региональная стратегия устойчивого развития сельских территорий. М.: *Экономика*. 2014; 164. ISBN 978-5-282-03415-8 <https://elibrary.ru/txcnfc>
13. Ушачев И.Г., Маслова В.В., Чекалин В.С. Государственная поддержка сельского хозяйства в России: проблемы, пути их решения. *АПК: экономика, управление*. 2018; (3): 4–12. <https://elibrary.ru/yvxfpi>
14. Международные инвестиции и предпринимательство в России. Фирмы США и Канады в России. М.: *Дакси*. 2002; 254. ISBN 5-902229-01-4
15. Тихомирова И. Инвестиционный климат в России: региональные риски. М.: *Издательский центр*. 1997; 311. ISBN 5-7816-0007-8
15. Menshikova M.A., Butko G.P., Kirova I.V. Sectoral Concept of the Formation of the Innovation Environment of the Agro-industrial Complex. Popkova E.G., Sergi B.S. (eds.). *Smart Innovation in Agriculture*. Smart Innovation. Singapore: *Springer*. 2022; 311–321. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7633-8_35
16. Дворядкина Е.Б., Кwon Г.М. О сущностно-содержательных характеристиках преобразующих инвестиций. *Вестник экономики, права и социологии*. 2020; (2): 7–10. <https://elibrary.ru/bbpeie>
17. Анимитса Е.Г., Дворядкина Е.Б., Кwon Г.М. Преобразующие инвестиции — мейнстрим развития региона. *Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права*. 2020; (4): 83–95. <https://elibrary.ru/dmxxwbq>
18. Кособуцкая А.Ю., Равуанжинирина А.В. Инвестиционная привлекательность региона: методики оценки. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление*. 2019; (1): 32–37. <https://elibrary.ru/htsalo>
19. Бабаева З.Ш. Инвестиционная привлекательность АПК региона. *Наука: общество, экономика, право*. 2019; (3): 152–155. <https://elibrary.ru/xsyxsr>
20. Прасолова Л.В., Боcharова А.А. Стратегические риски в сфере агропромышленного комплекса: региональный аспект. *Наукoведение*. 2017; 9(5): 84. <https://elibrary.ru/ykwhcm>
21. Рубцова С.Н., Пахомова Т.В., Слепцова Л.А. Необходимость оценки инвестиционной привлекательности сельскохозяйственных предприятий. *Russian Economic Bulletin*. 2023; 6(2): 93–99. <https://elibrary.ru/mmkcfc>
22. Семин А.Н., Бутко Г.П., Гусманов Р.У., Стомба Е.В., Синегубова Е.С., Брагинцев Ю.Н. Приоритетные направления устойчивого развития АПК на основе формирования кластеров инновационного типа. *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2023; (7): 47–56. <https://doi.org/10.33938/237-47>

REFERENCES

1. Kokhanovskaya I.I., Barykina V.A. Investment attractiveness of agroindustrial complex of the Russian Federation. *Vestnik SSUGT*. 2019. 24(2): 257–275 (In Russian). <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2019-24-2-257-275>
2. Akulich M.V. Investment marketing. Investment attractiveness of the country, region, industry. Moscow: *Publishing Solutions*. 2017; 107 (In Russian). ISBN 9785448360275
3. Butko G.P., Ramenskaya L.A. The study of systemic connections and dependencies of increasing the investment attractiveness of forest complex of the Urals. Monograph. Ekaterinburg: *Ural State Forestry Engineering University*. 2012; 159 (In Russian). ISBN 978-5-94984-278-2
4. Velikorossov V.V. Investment attractiveness of an enterprise: concepts and classification. Velikorossov V.V., Kolesnikov A.V. (eds.). Organizational, managerial and sociocultural innovations in the development of the digital economy and e-education systems. Moscow: *KnoRus*. 2019; 2: 209–223 (In Russian). <https://elibrary.ru/zcekg1>
5. Morgunov A.V., Poletaykin A.N. Enterprise risk management using expert evaluation method. *The Herald of the Siberian State University of Telecommunications and Information Science*. 2016; (2): 97–107 (In Russian). <https://elibrary.ru/wlssaz>
6. Shakhovskaya L.S., Popkova E.G., Morozova I.A., Pozdnyakova U.A. Effectiveness evaluation of the institute and risk PPP projects implemented on the basis of the principles of PPP. *Modern problems of science and education*. 2014; (6): 447 (In Russian). <https://elibrary.ru/tgqjxv>
7. Filatov V.I., Smotritskaya I.I. (eds.). Innovative development of the industrial complex of Russia: institutional aspect. Moscow: *Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*. 2016; 287 (In Russian). ISBN 978-5-9940-0582-8
8. Ushachev I.G., Chekalin V.S., Maslova V.V. About actual economic problems developments of agrarian and industrial complex and mechanisms of their decision. *Economics of Agriculture of Russia*. 2016; (7): 2–10 (In Russian). <https://elibrary.ru/wkgqqt>
9. Solodkina L.I. Investment attractiveness of agricultural enterprises Moscow: *LAP Lambert Academic Publishing*. 2016; 120 (In Russian). ISBN: 9783848412594
10. Nikulin N.S., Umbetova A.E., Lagoda M.Yu. Problems of agroindustrial complex and ways of their solution. *Scientific community of students of the XXI century. Economic sciences. Electronic collection of articles based on the proceedings of the LIX International student scientific and practical conference*. Novosibirsk: ASE Sibac. 2022; 11(2): 48–51 (In Russian). <https://elibrary.ru/zunupb>
11. Gusmanov R.U., Stovba E.V. Strategic planning of development of rural territories of the region on the basis of foresight. Ufa: *Mir pechaty*. 2021; 226 (In Russian).
12. Stovba E.V. Regional strategy of sustainable development of rural territories. Moscow: *Economika*. 2014; 164 (In Russian). ISBN 978-5-282-03415-8 <https://elibrary.ru/txcnfc>
13. Ushachev I.G., Maslova V.V., Chekalin V.S. State support of agriculture in Russia: problems, ways of their decision. *AIC: Economy, Management*. 2018; (3): 4–12 (In Russian). <https://elibrary.ru/yvxfpi>
14. International investments and entrepreneurship in Russia. Firms of the USA and Canada in Russia. Moscow: *Daxi*. 2002; 254 (In Russian). ISBN 5-902229-01-4
15. Tikhomirova I. Investment climate in Russia: regional risks. Moscow: *Izdatsentr*. 1997; 311 (In Russian). ISBN 5-7816-0007-8
15. Menshikova M.A., Butko G.P., Kirova I.V. Sectoral Concept of the Formation of the Innovation Environment of the Agro-industrial Complex. Popkova E.G., Sergi B.S. (eds.). *Smart Innovation in Agriculture*. Smart Innovation. Singapore: *Springer*. 2022; 311–321. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7633-8_35
16. Dvoryadkina E.B., Kwon G.M. On the essential and substantive characteristics of transformative investments. *Bulletin of Economics, Law and Sociology*. 2020; (2): 7–10 (In Russian). <https://elibrary.ru/bbpeie>
17. Animitsa E.G., Dvoryadkina E.B., Kwon G.M. Transformative investments are the mainstream of the region's development. *Bulletin of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*. 2020; (4): 83–95 (In Russian). <https://elibrary.ru/dmxxwbq>
18. Kosobutskaya A.Yu., Ravuanguinirina A.V. Investment attractiveness of a region: techniques of estimation. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management*. 2019; (1): 32–37 (In Russian). <https://elibrary.ru/htsalo>
19. Babaeva Z.Sh. Investment attractiveness of the agro-industrial complex of the region. *Science: society, economics, law*. 2019; (3): 152–155 (In Russian). <https://elibrary.ru/xsyxsr>
20. Prasolova L.V., Bocharova A.A. Strategic risks in the sphere of agro-industrial complex: regional aspect. *Naukovedenie*. 2017; 9(5): 84 (In Russian). <https://elibrary.ru/ykwhcm>
21. Rubtsova S.N., Pakhomova T.V., Sleptsova L.A. The need to assess the investment attractiveness of agricultural enterprises. *Russian Economic Bulletin*. 2023; 6(2): 93–99 (In Russian). <https://elibrary.ru/mmkcfc>
22. Semin A.N., Butko G.P., Gusmanov R.U., Stovba E.V., Sinegubova E.S., Braginets Yu.N. Priority areas for sustainable development of the agro-industrial complex based on the formation of clusters of innovative type. *Economy, labor, management in agriculture*. 2023; (7): 47–56 (In Russian). <https://doi.org/10.33938/237-47>

23. Узун В.Я. Продовольственная безопасность в условиях пандемии: риски и меры по их снижению. *Научные труды Вольного экономического общества России*. 2020; 223(3): 502–514. <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2020-223-3-502-514>

23. Uzun V.Ya. Food security in a pandemic: risks and measures to reduce them. *Scientific works of the Free Economic Society of Russia*. 2020; 223(3): 502–514 (In Russian). <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2020-223-3-502-514>

ОБ АВТОРАХ

Галина Павловна Бутко¹,

доктор экономических наук, профессор кафедры информационных технологий и статистики, институт цифровых технологий, gpbutko@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0304-1265>

Владимир Иннокентьевич Набоков²,

доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента и экономической теории, nv1472@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8789-6062>

Виктор Петрович Часовских¹,

доктор технических наук, профессор кафедры шахматного искусства, u2007u@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4818-2646>

Людмила Александровна Раменская¹,

кандидат экономических наук, доцент кафедры корпоративной экономики Института цифровых технологий, ramen@mail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3884-4550>

Расул Узбекович Гусманов³,

доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и менеджмента, gr@mail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6582-1649>

Елена Семеновна Синегубова⁴,

кандидат технических наук, доцент кафедры управления в технических системах и инновационных технологий, sinegubovaes@m.usfeu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3884-4550>

¹Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта / Народной Воли, 62/45, Екатеринбург, 620144, Россия

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

³Башкирский государственный аграрный университет, ул. 50 лет Октября, 34, Уфа, 450001, Россия

⁴Уральский государственный лесотехнический университет, Сибирский тракт, 37, Екатеринбург, 620100, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Galina Pavlovna Butko¹,

Doctor of Economics, Professor of the Department of Information Technology and Statistics, Institute of Digital Technologies, gpbutko@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0304-1265>

Vladimir Innokentievich Nabokov²,

Doctor of Economics, Professor of the Department of Management and Economic Theory, nv1472@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8789-6062>

Viktor Petrovich Chasovskih¹,

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Chess Art, u2007u@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4818-2646>

Lyudmila Aleksandrovna Ramenskaya¹,

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Corporate Economics of the Institute of Digital Technologies, ramen@mail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3884-4550>

Rasul Uzbekovich Gusmanov³,

Doctor of Economics, Professor of the Department of Economics and Management, gr@mail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6582-1649>

Elena Semenovna Sinigubova⁴,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Management in Technical Systems and Innovative Technologies, sinegubovaes@m.usfeu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3884-4550>

¹ Ural State University of Economics, 62/45 March 8 / Narodnaya Volya Str., Yekaterinburg, 620144, Russia

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

³ Bashkir State Agrarian University, 34 Fifty years of October Str., Ufa, 450001, Russia

⁴ Ural State Forestry University, 37 Sibirsky Tract, Yekaterinburg, 620100, Russia

О.В. Пивоварова
А.И. Дудник ✉

*Институт региональной экономики
и межбюджетных отношений
Финансового университета
при Правительстве РФ, Москва, Россия*

✉ aidudnik@fa.ru

Поступила в редакцию:
07.06.2023

Одобрена после рецензирования:
18.09.2023

Принята к публикации:
02.10.2023

Olga V. Pivovarova
Anna I. Dudnik ✉

*Institute of Regional Economics and
Interbudgetary Relations of the Financial
University under the Government of the
Russian Federation, Moscow, Russia*

✉ aidudnik@fa.ru

07.06.2023

Accepted in revised:
18.09.2023

Accepted for publication:
02.10.2023

Механизмы развития неурбанизированных территорий: анализ мирового опыта

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В статье исследуются наиболее эффективные механизмы, способствующие развитию неурбанизированных территорий в разных странах. Актуальность темы обусловлена возросшим влиянием глобальных процессов, в частности урбанизации и мегаполизации. При наличии обширных площадей сельских территорий в России не в полной мере реализуются возможности по их эффективному развитию, с этой целью был проведен анализ мирового опыта для адаптации наиболее перспективных механизмов на территории Российской Федерации.

Методы. Среди основных методов исследования можно выделить: комплексный, статистический, нормативный, исторический, логический, эмпирический.

Результаты. Исследованы комплексные программы развития сельских территорий, определены и охарактеризованы наиболее эффективные механизмы, применяемые в ЕС, Австралии, США. Выявлено, что для масштабирования в России наибольший интерес представляют: экономические механизмы (развитие местного регионального продукта, торговые сети комплексного назначения, гранты на техническую поддержку для предпринимателей), административные (центры транзакции), инфраструктурные (формирование единой пространственной инфраструктурной сети, строительство микрогидроэлектростанций), инструменты социальной политики (система дистанционного образования, зеленый туризм, геотуризм и геопарки). Сделан вывод о необходимости использования дифференцированного подхода для повышения эффективности стратегического управления неурбанизированной территорией.

Ключевые слова: неурбанизированные территории, сельская местность, социально-экономическое развитие, финансовые инструменты, инфраструктура, программы развития

Для цитирования: Пивоварова О.В., Дудник А.И. Механизмы развития неурбанизированных территорий: анализ мирового опыта. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 160–166. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-160-166>

© Пивоварова О.В., Дудник А.И.

Mechanisms for the development of non-urbanized territories: analysis of world experience

ABSTRACT

Relevance. The paper examines the most effective mechanisms contributing to the development of non-urbanized areas in different countries. The relevance of the topic comes from increased global processes, in particular urbanization and megalopolization. Given the extensive areas of rural areas, opportunities for their effective development are not fully realized in Russia, for this purpose, an analysis of world experience was carried out to adapt the most promising mechanisms in the Russian Federation.

Methods. Among the main research methods can be distinguished: complex, statistical, normative, historical, logical, empirical.

Results. Comprehensive rural development programs have been studied, the most effective mechanisms used in the EU, Australia, and the USA have been identified and characterized. It is revealed that for scaling in Russia, the following are of the greatest interest: economic mechanisms (development of a local regional product, integrated retail chains, grants for technical support for entrepreneurs), administrative (transaction centers), infrastructure (formation of a single spatial infrastructure network, construction of microhydroelectric power plants), social policy instruments (distance education system, green tourism, geotourism and geoparks). It is concluded that it is necessary to use a differentiated approach to improve the effectiveness of strategic management of an urbanized territory.

Key words: non-urbanized territories, countryside, socio-economic development, financial instruments, infrastructure, development programs

For citation: Pivovarova O.V., Dudnik A.I. Mechanisms for the development of non-urbanized territories: analysis of world experience. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 160–166 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-160-166>

© Pivovarova O.V., Dudnik A.I.

Введение/Introduction

Для России характерны высокий уровень урбанизации и наличие обширных неурбанизированных территорий. На сегодняшний день доля таких территорий в России составляет более 75% [1]. Научная терминология, характеризующая неурбанизированные территории, предполагает использование синонимичных понятий, в частности сельские, внегородские и периферийные территории [2, 3]. Данные территории выполняют стратегически важные народнохозяйственные функции: сохранение экологического баланса, обеспечение продовольственной безопасности страны, ресурсная поддержка отраслей экономики, создание условий для восстановления здоровья и отдыха населения [4]. При этом пространственная организация территорий Российской Федерации, обусловленная масштабностью и большой протяженностью с запада на восток, приводит к серьезным перекосам в размещении, вследствие чего темпы развития в отдельных регионах, в особенности в сельской местности, отстают от темпов социально-экономических изменений, происходящих в стране в целом, и являются препятствием для ее дальнейшего развития [5, 6].

Среди ключевых проблем, препятствующих развитию неурбанизированных территорий страны, можно выделить низкую плотность заселения, высокую долю возрастного населения, низкий уровень и неравномерность социально-экономического развития, сильную дифференциацию качества жизни, недостаток инфраструктуры [7, 8].

Проблема развития неурбанизированных территорий является актуальной не только для Российской Федерации [9, 10]. На международном уровне были сформированы и реализованы комплексные программы развития неурбанизированных территорий в ряде стран [11, 12].

Цель исследования — выявление наиболее эффективных механизмов, реализуемых в мировой практике и способствующих повышению социально-экономического уровня развития на неурбанизированных территориях, которые представляют интерес для адаптации в России.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

В процессе сбора, обработки и анализа использовались следующие методы: абстрактно-логический (при формулировке научной цели, задач), исторический, системный, сравнительный анализ (при исследовании теоретико-практических основ развития сельскохозяйственных территорий), научной абстракции (при изучении вопросов, касающихся социально-экономических результатов интеграции механизмов развития), экономико-статистические (при оценке современного состояния и тенденций развития неурбанизированных территорий России).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Обращаясь к зарубежному опыту, следует отметить, что проблематика развития неурбанизированных территорий была впервые обозначена в 2000-х годах, когда данный термин был введен Организацией экономического сотрудничества и развития. Однако комплексные

программы развития стали формироваться в разных странах в 2000–2004 гг.¹. Основными факторами, влияющими на их активное распространение, стали: возросший интерес к природным и культурным объектам; признание «изжитости» сельскохозяйственной политики и необходимость ее реформирования [13]; децентрализация и новые тенденции в региональной политике в целом². В результате подобных изменений страны начали предпринимать попытки разработать многосекторальный подход, направленный на выявление и развитие потенциала неурбанизированных территорий.

В ряде стран некоторые программы развития уже на данном этапе становления продемонстрировали свою эффективность. Например, в ходе реализации первого этапа (2014–2020 гг.) комплексной программы развития неурбанизированных территорий в ЕС были достигнуты результаты в следующих сферах: социально-экономической (повышение занятости в муниципальных образованиях неурбанизированных территорий за счет создания более 73 тыс. субъектов малого и среднего предпринимательства и инвестиций в объеме 2,7 млрд евро); инфраструктурной (повышение качества сервисных и информационно-коммуникационных услуг для 51 млн жителей [14]); сельскохозяйственной (повышение эффективности на 15% орошаемых земель); экологической (снижение на 7,6% выбросов аммиака на неурбанизированных территориях³).

Комплексные программы развития в анализируемых странах ЕС преимущественно были нацелены на развитие сельских территорий. Стоит отметить, что в ряде стран существуют программы развития сельских территорий (рис. 1). Лидерами по разнообразным программам комплексного развития неурбанизированных территорий стали Франция (30), Италия (23), Испания (19), Германия (15).

Как следствие, можно говорить о формировании «новой сельской парадигмы», которая характеризуется фокусом на инвестиции (а не на субсидии) и концентрацией на развитии территории (а не на конкретной отрасли [15, 16]).

Рис. 1. Количество программ развития сельских территорий в ЕС⁴
Fig. 1. Number of rural development programmes in the EU



¹ Schejtman A., Bedrdegue A.S. Rural Territorial Development: documento de Trabajo No. 4. Programa Dinámicas Territoriales Rurales, Rimisp, Santiago, Chile. 2004; 71. — URL: <https://clck.ru/34dibc>

² OECD Rural Policy Review: The new rural paradigm: policies and governance. 2006; 168. — URL: <https://clck.ru/34dicA>

³ Rural Development Programmes 2014–2020. — URL: <https://clck.ru/34dicc>

⁴ Rural development programmes by country. Agriculture and rural development. European Commission. — URL: <https://clck.ru/34did5>

При этом методология определения степени урбанизированности территории отличается по странам [17, 18]. Так, например, в России неурбанизированной территория считается при наличии менее 100 тыс. человек. В то же самое время согласно статистическому органу ЕС Евростат неурбанизированной территория признается при проживании на ней менее 50 тыс. человек⁵. Данный расчет основывается на разработанной в 2011 году классификации «Территориальная типология уровня урбанизированности»⁶.

В рамках исследования зарубежного опыта развития неурбанизированных территорий были выявлены эффективные механизмы, представляющие интерес для адаптации в России:

1. Система дистанционного образования.
2. Строительство микрогидроэлектростанций.
3. Единая пространственная инфраструктурная сеть.
4. Торговые сети комплексного назначения.
5. Развитие «приключенческого» туризма.
6. Центры транзакции.
7. Развитие местного регионального продукта.
8. Гранты на техническую поддержку для предпринимателей.
9. Зеленый туризм.
10. Геотуризм и геопарки.

Развитие системы дистанционного образования на неурбанизированных территориях

Данный инструмент активно реализуется в Гренландии и Исландии, несмотря на невысокий уровень экономического развития (ввиду особенностей диверсификации экономической деятельности).

Применение дистанционных образовательных технологий в первую очередь направлено на возможность продолжения образовательного процесса в сложных погодных условиях (целесообразно применять для учеников, которые могут самостоятельно учиться дистанционно (предположительно с 5-го класса), для детей младшего возраста предлагается сохранять режим каникул на такие периоды). В рамках российской системы образования представляется целесообразным рассмотреть возможность формирования дистанционных образовательных программ в рамках среднего специального и высшего образования в регионах с низкой плотностью населения и высокой долей неурбанизированных территорий.

Повышение энергетической стабильности и доступности неурбанизированных территорий путем строительства микрогидроэлектростанций

Подобный подход позволяет адаптировать энергетический потенциал территорий с учетом нужд населения по выработке электроэнергии с широким диапазоном мощности, используя возможности водных ресурсов (при этом нет необходимости в строительстве дорогостоящих гидротехнических сооружений), а также отсутствует необходимость в изменении естественного ландшафта местности.

Потенциал применения данной практики может быть раскрыт при реализации в странах с крайне низкой плотностью населения и суровыми климатическими условиями. Для России особенно актуальным

данный механизм представляется в субъектах, входящих в Арктическую зону РФ, СФО и ДФО [19].

Формирование единой пространственной инфраструктурной сети (научной, туристической и производственной)

Данное направление фокусируется на создании новых точек притяжения на территориях с низкой плотностью населения и интеграции уже существующих в комплексную социально-экономическую систему [20, 21]. Важным аспектом направления является содействие по формированию межрегиональных связей между соответствующими объектами в целях достижения синергетического эффекта пространственного развития (в том числе неурбанизированных территорий). В рамках реализации подобного механизма на территории России представляется целесообразным формирование единой инфраструктуры на территории северных регионов страны (в частности, создание научных центров, образовательных учреждений, «музеев Арктики», туристических маршрутов) [22, 23].

Создание и развитие торговых сетей комплексного назначения (представлен весь спектр товаров) (субсидируемых или контролируемых государством) на неурбанизированных территориях

Открытие ряда специализированных торговых точек (аптеки, магазины техники и т. д.) на слабонаселенных территориях зачастую не представляется экономически целесообразным, что затрудняет освоение территории и уменьшает ее привлекательность среди населения.

Содействие развитию «приключенческого» (требующего опыта и подготовки) туризма на неурбанизированных территориях

Одной из стран, активно развивающих данный вид туризма, стала Гренландия, в которой особой популярностью пользуются ледниковые прогулки, ледолазание и ледниколазание, некоторые виды катания на лыжах, прыжки с вертолета и др. С учетом географических и других особенностей территории данная туристическая ниша может повысить привлекательность территории, а также дополнить перечень возможных туристических услуг (в дополнение к экотуризму, геотуризму, агротуризму, культурному туризму).

К потенциальным мерам поддержки со стороны органов региональной и муниципальной власти могут относиться целевая финансовая поддержка (на создания бизнеса по оказанию туристических услуг, наем и обучение сотрудников (гидов, сопровождающих и т. д.), на закупку необходимого туристического инвентаря и др.), информационно-консультационное сопровождение (содействие в распространении информации о соответствующих туристических услугах на официальных порталах, в СМИ и социальных сетях, в продвижении бренда и т. д.).

Создание центров транзакции (transaction centres) на развиваемых территориях

Данные центры предоставляют набор следующих услуг: почтовое, банковское обслуживание физических лиц, медпункт, фотокопирование^{7, 8}. Данный инструмент

⁵ Territorial typologies manual — degree of urbanization. Eurostat statistics explained. — URL: <https://clck.ru/34diek>

⁶ Degree of urbanization // Eurostat. — URL: <https://clck.ru/34diek>

⁷ Transport and regional development: rural transaction centers // Parliament of Australia. — URL: <https://goo.su/1PFmf0t>

⁸ Chapter 10. Rural transaction centers. Parliamentary business // Parliament of Australia. — URL: <https://www.aph.gov.au>

входит в комплексную программу развития территорий в Австралии. Возможность создания подобных центров предусмотрена при условии проживания на территории от 500 до 3000 человек. Программа транспортного и регионального развития в Австралии предусматривает создание до 500 центров обеспечения базовыми услугами жителей сельских территорий. Управление центрами обеспечивается местными органами власти. Правительством выделено 70 млн канадских долларов на пятилетнюю реализацию программы.

Несмотря на бюрократические проволочки, с которыми столкнулись при реализации программы, за два года было создано 124 центра из планируемых 500 (рис. 2). По данным отчета Australian farmland values 2021, к 2020 году за счет развития данных центров стоимость сельскохозяйственных угодий в каждом регионе выросла на 12,9% за 1 га⁹.

Механизм развития сельских территорий через фокус на местный региональный продукт

Именно для развития самых западных сельских территорий Австрии была предложена целостная концепция развития нового высококачественного регионального бренда. Объектом был выбран сыр, успевший зарекомендовать себя в регионе. Развитие концепта происходило за счет государственно-частного партнерства и многосекторального сотрудничества: субъекты сельского хозяйства, субъекты — молочные заводы, управляющие альпийских лугов, поставщики жилья, субъекты коммерческой деятельности. В результате было создано объединение из 107 производителей сырной продукции. В дальнейшем были выстроены туристические маршруты, включающие в себя 17 «долин с молочными заводами» и 90 альпийских ферм, — The Bregenzerwald Cheese Road, объединяющие 24 общины (communities) (рис. 3).

Стратегический проект комплексного развития смог обеспечить сохранение традиционного альпийского земледелия, снижение миграционного оттока, созда-

Рис. 2. Карта расположения центров транзакции на территории Австралии¹⁰

Fig. 2. Australia Transaction Centers Location Map



ние новых рабочих мест, развитие туристической отрасли [24].

Гранты на техническую поддержку для предпринимателей

Упор на технологическое развитие неурбанизированных территорий был сделан в США за счет оказания поддержки местным предпринимателям через гранты на техническую помощь и сопровождение в штате Колорадо¹².

Ежегодно выделяются гранты для субъектов малого и среднего бизнеса с локацией за пределами «урбанизированной территории» с населением до 50 тыс. человек. Критерии получения гранта: штат компании-заявителя должен насчитывать менее 50 новых сотрудников, а годовой доход составлять меньше 1 млн долларов.

Рис. 3. Карта маршрутов, включенных в программу развития территорий¹¹

Fig. 3. Map of routes included in the territory development program



⁹ Kepm D. Australian farmland values grew 12.9% in 2020. Agriinvestor. 2021. — URL: <https://clck.ru/34eFSb>

¹⁰ Chapter 10. Rural transaction centers. Parliamentary business // Parliament of Australia. — URL: <https://www.aph.gov.au>

¹¹ The cheese road in Vorarlberg. Austria info. — URL: <https://clck.ru/34eFSy>

¹² Rural business development grants in Colorado. Rural development U.S. department of agriculture. — URL: <https://www.rd.usda.gov/programs-services/business-programs/rural-business-development-grants/co>

Программа не ограничивает максимальную сумму требуемого гранта. Для положительного решения по грантовой заявке сумма гранта не должна превышать 10% от годового финансирования всей программы.

Согласно условиям, грантовые средства могут быть использованы предпринимателями по следующим направлениям:

- обучение и техническая помощь, такие как планирование проектов, консультирование и обучение предпринимателей, исследования рынка, технико-экономические обоснования, профессиональные либо технические отчеты или улучшение обслуживания производителей;
- приобретение или освоение земли, сервитута или права на дорогу; строительство, переоборудование, ремонт зданий; установки, машины, оборудование, подъезд к улицам и дорогам; парковочные места и коммунальные услуги;
- контроль уровня загрязнения и борьба с ним;
- капитализация оборотных кредитных фондов, в том числе фондов, которые будут выдавать кредиты для стартапов и оборотных средств;
- заочное обучение в сельской местности для профессиональной подготовки и повышения квалификации взрослых учащихся;
- совершенствование транспортной инфраструктуры в сельских районах;
- экономическое развитие общин;
- экономическое развитие на основе новых технологий;
- технико-экономические обоснования и бизнес-планы;
- подготовка руководящих кадров и предпринимателей;
- сельские бизнес-инкубаторы;
- долгосрочное стратегическое планирование бизнеса.

В результате реализации механизма удалось добиться следующих результатов: повышение занятости на предприятиях, функционирующих на неурбанизированных территориях, частичное удовлетворение экономических потребностей при реализации проектов МСП на неурбанизированных территориях.

Сельский и зеленый туризм

Данный вид туризма, активно развиваемый в ряде стран (Великобритания, Испания, Германия, Франция, Испания, Италия, Австрия, Болгария, Польша), представляет собой особую форму отдыха в сельской местности, предоставляющую широкие возможности для использования природного, материального и культурного потенциала отдельных территорий [25, с. 117]. Сельский туризм — одно из важнейших направлений развития сельских районов и средство повышения уровня жизни сельского населения.

В странах Европы для развития зеленого туризма была создана Европейская федерация сельского туризма¹³. В Великобритании сформирована Национальная организация сельского туризма и агротуризма.

Для рассматриваемых стран туристическая активность стала важным источником пополнения бюджета. По оценке экспертов, за счет развития зеленого туризма на развиваемых территориях в Испании планируется создание 0,9 млн рабочих мест [25]. В Польше с целью стимулирования развития зеленого туризма ежегодно выдается премия лучшему туристическому продукту сектора. Сельский туризм затрагивает восстановление

старых ферм, предоставляет возможности для отпуска с питомцами.

Ежегодно в Испании 1,2 млн человек используют услуги зеленого туризма. В Испании управление зеленым туризмом вверено на региональный уровень власти с 1983 года.

Геотуризм и геопарки

Вслед за развитием сельского туризма отмечается тенденция развития геотуризма и геопарков [26]. Геотуризм представляет собой форму туризма по природным территориям, в которой особое внимание уделяется геологии и ландшафту. Он способствует развитию туризма на отдельных геоплощадках, сохранению гео-разнообразия и пониманию наук о Земле посредством знакомства с отдельными объектами на территориях и обучения. Это достигается за счет самостоятельных посещений геологических объектов, использования геотроп и смотровых площадок, экскурсий с гидом, геоактивностей. Развитие геотуризма способствует сохранению естественного ландшафта и основных качеств территории. Для геотуризма важную роль также играют сохранение и поддержка культуры и форм хозяйствования коренных жителей.

Геопарк — это единая территория, которая способствует охране и устойчивому использованию геологического наследия и способствует экономическому благосостоянию людей, которые там живут. Геопарки должны активно участвовать в социально-экономическом и социально-культурном развитии своей территории и ближайшего окружения путем сотрудничества с местными малыми и средними предприятиями в разработке и продвижении новых продуктов и услуг. В равной степени может развиваться деятельность, связанная с отдыхом (например, скалолазание), чтобы посетители геопарков признавали и ценили геонаследие.

Схожим примером из российской практики являются места традиционного бытования народных художественных промыслов, при этом в случае геотуризма и геопарков больший акцент делается на природной составляющей.

Брендинг и развитие геотуризма и геопарков может проявляться в создании новых продуктов (например, геопродуктов, геомену в ресторанах), новых малых и средних предприятий (геотуров, георесторанов, геопекарен и сельских гостиниц) и рекреационных мероприятий (геоспорта, геомонументов, геопарков-музеев) для местных жителей. Стоит отметить, что эти рекреационные мероприятия, связанные с топографией и геологией, в некотором роде являются образовательными инструментами для геотуристов, которые хотят больше узнать о земле, на которой живут.

Выводы/Conclusion

Подводя итог аналитического исследования мировых механизмов развития неурбанизированных территорий, можно выявить следующие тенденции:

- преимущественно большую роль в достижении эффективности развития исследуемых территорий играет государственное участие, в меньшей степени — усилия бизнес-сообщества;
- высокая доля технологической составляющей [27];
- упор на социально-экономическое развитие в комплексе [28, 29];

¹³ European federation of rural tourism. — URL: <https://www.ruraltour.eu/>

- акцент на трансформацию пространственной структуры неурбанизированных территорий;
- финансирование за счет разнообразных источников (не только национальных государственных фондов) [30];
- несмотря на очевидную необходимость выстраивания транспортных систем и совершенствования транспортной инфраструктуры для неурбанизированных территорий, данный подход не является популярным в практике зарубежных стран [31].

Совокупность представленных элементов может быть использована в России при формировании стратегий социально-экономического развития муниципальных образований неурбанизированных территорий. Выбор определенной совокупности из представленных

инструментов будет определять стратегическое направление социально-экономического развития для различных типов муниципальных образований неурбанизированных территорий. Подбор представленных инструментов для адаптации на территории России должен основываться на стремлении муниципального образования неурбанизированной территории к всестороннему развитию и эффективному использованию своего социального, экономического и экологического потенциала. Дифференцированный подход при интеграции инструментов развития будет способствовать повышению эффективности стратегического управления территорией и совершенствованию пространственной организации экономики России в целом.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по госзаданию Финансового университета при Правительстве РФ.

FUNDING

The article was prepared based on the results of research carried out at the expense of budgetary funds on the state task of the Financial University under the Government of the Russian Federation.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Щитинский В.А., Минина М.В. Проблемы управления социально-экономическим развитием Арктической зоны Российской Федерации. *Управленческое консультирование*. 2018; (6): 77–87. <https://elibrary.ru/xtkbp>
2. Семин А.Н. Рурбанизация и рурализация как факторы успешного развития неурбанизированных территорий России. *Вестник Национального института бизнеса*. 2022; 1(45): 20–24. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49711782>
3. Братарчук Т.В. Сельские территории: научно-теоретические основы сущности и современные проблемы их устойчивого развития. *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. 2022; 12(3-2): 548–555. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49205340>
4. Шаймарданова В.В. Функциональная структура неурбанизированных территорий: проблемы и перспективы. *Геополитика и экогеодинамика регионов*. 2021; 7(3): 367–375. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47141205>
5. Власова Е.И. Проблемы развития периферийных территорий. *Аллея науки*. 2022; 1.1(64): 549–552. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50266362>
6. Куликова В.С., Елизарова А.А. Современные проблемы развития инфраструктуры депрессивных территорий (на примере г. Комсомольска Ивановской области). *Многоуровневое общественное воспроизводство: вопросы теории и практики*. 2021; 20(36): 41–47. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46260754>
7. Голубева А.И., Коновалов А.В., Павлов К.В. Состояние, проблемы и перспективы развития сельских территорий региона. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2020; 2: 134–155. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2020-2-134-155>
8. Мамаева А.М. Проблемы и особенности устойчивого развития периферийных территорий. *Экономические исследования и разработки*. 2022; 11-1: 6–12. <https://doi.org/10.24412/2412-2025-2022-2-15-18>
9. Проваленова Н.В., Касимов А.А. Ключевые проблемы и основные направления развития социальной инфраструктуры сельских территорий. *Вестник НГИЭИ*. 2021; 3(118): 93–104. <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2021-3-93-104>
10. Косякова Л.Н., Косяков Н.Н., Попова А.Л. Проблемы сельских территорий в аспекте современных концепций пространственного развития. *Известия Международной академии аграрного образования*. 2022; 62: 117–122. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49532257>
11. Пивоварова О.В., Дудник А.И. Европейский опыт управления территориальным развитием: механизмы повышения связанности регионов. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики*. Серия: Экономика и право. 2022; (10): 71–76. <https://elibrary.ru/mnxhdp>
12. Строев П.В., Макаров С.В. Зарубежный опыт пространственного развития и ключевые акценты для России. *Региональная экономика: теория и практика*. 2022; 20(1): 4–27. <https://doi.org/10.24891/re.20.1.4>
13. Николаев М.А., Махотаева М.Ю. Факторы устойчивого развития неурбанизированных территорий. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. *Экономические науки*. 2021; 14(6): 53–66. <https://doi.org/10.18721/JE.14604>
14. Комарова Е.В. Проблемы устойчивого развития социальной инфраструктуры сельских территорий. *Экономика XXI века: инновации, инвестиции, образование*. 2022; 10(5): 117–120. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48617169>

REFERENCES

1. Shchitinsky V.A., Minina M.V. Problems of Management of Social and Economic Development of the Arctic Zone of the Russian Federation. *Administrative Consulting*. 2018; (6): 77–87 (In Russian). <https://elibrary.ru/xtkbp>
2. Semin A.N. Rurbanization and ruralization as factors in the successful development of non-urbanized territories of Russia. *Bulletin of the National Institute of Business*. 2022; 1(45): 20–24 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49711782>
3. Bratarchuk T.V. Rural areas: scientific and theoretical foundations of essence and modern problems of their sustainable development. *Economy: Yesterday, today, tomorrow*. 2022; 12(3-2): 548–555 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49205340>
4. Shaimardanova V.V. Functional structure of non-urbanized territories: periphery and prospects. *Geopolitics and ecogeodynamics of regions*. 2021; 7(3): 367–375 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47141205>
5. Vlasova E.I. Problems of the development of peripheral territories. *Alley of Science*. 2022; 1.1(64): 549–552 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50266362>
6. Kulikova V.S., Elizarova A.A. Modern problems of infrastructure development in depressed territories (on the example of the city of Komsomolsk, Ivanovo region). *Multilevel public reproduction: questions of theory and practice*. 2021; 20(36): 41–47 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46260754>
7. Golubeva A.I., Kononov A.V., Pavlov K.V. State, problems and prospects for the development of rural areas of the region. *News of the Timiryazev Agricultural Academy*. 2020; 2: 134–155 (In Russian). <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2020-2-134-155>
8. Mamaeva A.M. Problems and features of sustainable development of peripheral territories. *Economic Research and Development*. 2022; 11-1: 6–12 (In Russian). <https://doi.org/10.24412/2412-2025-2022-2-15-18>
9. Provalenova N.V., Kasimov A.A. Key problems and main directions for the development of the social infrastructure of rural areas. *NGIEI Bulletin*. 2021; 3(118): 93–104 (In Russian). <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2021-3-93-104>
10. Kosyakova L.N., Kosyakov N.N., Popova A.L. Problems of rural areas in terms of modern concepts of spatial development. *News of the International Academy of Agrarian Education*. 2022; 62: 117–122 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49532257>
11. Pivovarova O.V., Dudnik A.I. European experience in territorial development management: mechanisms for improving regional connectivity. *Modern Science: actual problems of theory and practice. Series: Economics and law*. 2022; (10): 71–76 (In Russian). <https://elibrary.ru/mnxhdp>
12. Stroeve P.V., Makar S.V. International experience of spatial development and key emphases for Russia. *Regional Economics: Theory and Practice*. 2022; 20(1): 4–27 (In Russian). <https://doi.org/10.24891/re.20.1.4>
13. Nikolaev M.A., Makhotaeva M.Yu. Factors of sustainable development of non-urbanized territories. *Scientific and technical statements of St. Petersburg State Polytechnic University. Economic sciences*. 2021; 14(6): 53–66 (In Russian). <https://doi.org/10.18721/JE.14604>
14. Komarova E.V. Problems of sustainable development of the social infrastructure of rural areas. *Economy of the 21st century: innovation, investment, education*. 2022; 10(5): 117–120 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48617169>

15. Kugan S.F. Spatial development of territories in the context of economic development of the region. Corporate Governance and innovative economic development of the North: Bulletin of Research Center of Corporate Law, Management and Venture Investment of Syktyvkar State University. 2020; 1: 95–100. <https://doi.org/10.34130/2070-4992-2020-1-95-100>
16. Старкова О.Я. Проблемы финансирования социального развития сельских территорий. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки*. 2021; 4: 282–292. <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2021.4.19>
17. Пустуев А.А. Проблемы и перспективы устойчивого развития агроэкономической системы и сельских территорий. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2022; 3: 44–50. <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2022-0-3-44-50>
18. Трубилин А.И., Тюпаков К.Э., Адаменко А.А. Вызовы и современные ответы на проблемы устойчивого развития сельских территорий. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2022; 100: 7–14. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-100-7-14>
19. Балашова Н.Н., Коробейников Д.А., Колпакова Е.А. Сельские территории юга России: тенденции, проблемы и перспективы устойчивого развития. *Региональная экономика. Юг России*. 2022; 10(3): 121–132. <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2022.3.12>
20. Коваленко Е.Г., Якимова О.Ю., Зиганшин Б.Г., Газетдинов Ш.М. Механизмы решения демографических проблем устойчивого развития сельских территорий. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2023; 18.2(70): 168–177. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-168-177>
21. Красинец Е.С., Шевцова Т.В. О тенденциях и проблемах социально-демографического развития сельских территорий России. *Евразийское научное объединение*. 2021; 7-2(77): 92–94. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5168565>
22. Иванов В.А. Развитие сельских территорий северного региона: проблемы, направления и механизмы. *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2020; 1(67): 127–139. <https://doi.org/10.37614/2220-802X.1.2020.67.011>
23. Килимник Е.В. Социально-экономические проблемы развития инфраструктуры сельских территорий в центральных регионах России в 2000-х гг. *Бюллетень транспортной информации*. 2022; 3(321): 30–43. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49266681>
24. Плахутина Ю.В., Зюкин Д.В., Репринцева Е.В., Сергеева Н.М. О проблеме развития сельских территорий в России на основе повышения их аграрного потенциала. *Вестник НГИЭИ*. 2023; 7(146): 112–123. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54263124>
25. Gutkevich S., Haba M. Rural Green Tourism: Current Trends and Development Prospects. *Informacijos mokslai*. 2020; 89: 116–133. <https://doi.org/10.15388/im.2020.89.44>
26. Farsani N.T., Coelho C., Costa C. Geotourism and geoparks as novel strategies for socio-economic development in rural areas. *International Journal of Tourism Research*. 2011; 13(1): 68–81. <https://doi.org/10.1002/jtr.800>
27. Песцов С.К., Волыничук А.Б. Проблемы социально-экономического развития периферийных территорий России и Китая: возможности и ограничения трансграничной интеграции. *Фундаментальные исследования*. 2020; 10: 71–77. <https://doi.org/10.17513/fr.42858>
28. Иванова С.Н. О решении проблем социального развития территорий: российская и зарубежная практика. *Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент*. 2021; 1: 43–48. <https://doi.org/10.18101/2304-4446-2021-1-43-48>
29. Деметьев А.Н. Стратегия пространственного развития Российской Федерации: проблемы экономико-правового обоснования развития территорий с низкой плотностью населения. *Наука. Общество. Государство*. 2021; 9.4(36): 81–89. <https://doi.org/10.21685/2307-9525-2021-9-4-10>
30. Воробьева В.В. Актуальные проблемы государственной поддержки развития сельского хозяйства и сельских территорий региона. *Экономическое развитие региона: управление, инновации, подготовка кадров*. 2020; 7: 86–89. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44342164>
31. Берченко Н.Г., Ковалевская А.А., Леонович А.Н. Проблемы и перспективы развития сельских территорий Беларуси. *Земля Беларуси*. 2020; 1: 37–48. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44774065>
15. Kugan S.F. Spatial development of territories in the context of economic development of the region. Corporate Governance and innovative economic development of the North: Bulletin of Research Center of Corporate Law, Management and Venture Investment of Syktyvkar State University. 2020; 1: 95–100. <https://doi.org/10.34130/2070-4992-2020-1-95-100>
16. Starkova O.Ya. Problems of financing social development of rural areas. *Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Socio-economic sciences*. 2021; 4: 282–292 (In Russian). <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2021.4.19>
17. Pustuev A.A. Problems and prospects for the sustainable development of the agroeconomic system and rural areas. *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2022; 3: 44–50 (In Russian). <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2022-0-3-44-50>
18. Trubilin A.I., Tyupakov K.E., Adamenko A.A. Challenges and modern answers to the problems of sustainable development of rural areas. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2022; 100: 7–14 (In Russian). <https://doi.org/10.21515/1999-1703-100-7-14>
19. Balashova N.N., Korobeinikov D.A., Kolpakova E.A. Rural territories of southern Russia: trends, problems and prospects for sustainable development. *Regional economy. South of Russia*. 2022; 10(3): 121–132 (In Russian). <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2022.3.12>
20. Kovalenko E.G., Yakimova O.Yu., Ziganshin B.G., Gazetdinov Sh.M. Mechanisms for solving demographic problems of sustainable development of rural areas. *Bulletin of Kazan State Agrarian University*. 2023; 18.2(70): 168–177 (In Russian). <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-168-177>
21. Krasinets E.S., Shevtsova T.V. On trends and problems of socio-demographic development of rural areas of Russia. *Eurasian Scientific Association*. 2021; 7-2(77): 92–94 (In Russian). <https://doi.org/10.5281/zenodo.5168565>
22. Ivanov V.A. Development of rural areas of the northern region: problems, directions and mechanisms. *North and Market: Shaping Economic Order*. 2020; 1(67): 127–139 (In Russian). <https://doi.org/10.37614/2220-802X.1.2020.67.011>
23. Kilimnik E.V. Socio-economic problems of rural infrastructure development in the central regions of Russia in the 2000s. *Transport Information Bulletin*. 2022; 3(321): 30–43 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49266681>
24. Plakhutina Yu.V., Zyukin D.V., Reprintseva E.V., Sergeeva N.M. On the problem of rural development in Russia based on increasing their agricultural potential. *NGIEI Bulletin*. 2023; 7(146): 112–123 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54263124>
25. Gutkevich S., Haba M. Rural Green Tourism: Current Trends and Development Prospects. *Informacijos mokslai*. 2020; 89: 116–133. <https://doi.org/10.15388/im.2020.89.44>
26. Farsani N.T., Coelho C., Costa C. Geotourism and geoparks as novel strategies for socio-economic development in rural areas. *International Journal of Tourism Research*. 2011; 13(1): 68–81. <https://doi.org/10.1002/jtr.800>
27. Pestsov S.K., Volynchuk A.B. Problems of socio-economic development of the peripheral territories of Russia and China: opportunities and restrictions of cross-border integration. *Fundamental research*. 2020; 10: 71–77 (In Russian). <https://doi.org/10.17513/fr.42858>
28. Ivanova S.N. On solving the problems of social development of territories: Russian and foreign practice. *Bulletin of Buryat State University. Economics and Management*. 2021; 1: 43–48 (In Russian). <https://doi.org/10.18101/2304-4446-2021-1-43-48>
29. Dementiev A.N. Spatial Development Strategy of the Russian Federation: problems of economic and legal justification for the development of territories with a low population density. *Science. Society. State*. 2021; 9.4(36): 81–89 (In Russian). <https://doi.org/10.21685/2307-9525-2021-9-4-10>
30. Vorobyova V.V. Actual problems of state support for the development of agriculture and rural areas of the region. *Economic development of the region: management, innovation, training*. 2020; 7: 86–89 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44342164>
31. Berchenko N.G., Kovalevskaya A.A., Leonovich A.N. Problems and prospects for the development of rural areas of Belarus. *Land of Belarus*. 2020; 1: 37–48 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44774065>

ОБ АВТОРАХ

Ольга Владимировна Пивоварова,
кандидат экономических наук,
ovpivovarova@fa.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1755-5972>

Анна Игоревна Дудник,
кандидат экономических наук,
aidudnik@fa.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0217-2693>

Институт региональной экономики и межбюджетных отношений
Финансового университета при Правительстве РФ,
Тверская ул., 22Б, стр. 3, Москва, 125009, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Olga Vladimirovna Pivovarova,
Candidate of Economic Sciences,
ovpivovarova@fa.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1755-5972>

Anna Igorevna Dudnik,
Candidate of Economic Sciences,
aidudnik@fa.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0217-2693>

Institute of Regional Economy and Interbudgetary Relations of the
Financial University under the Government of the Russian Federation,
22B Tverskaya Str., 3 building, Moscow, 125009, Russia

УДК 334.73.01

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-167-174

С.Г. Головина ✉
А.В. Ручкин
Е.В. Абилова

Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ s_golovina@yahoo.com

Поступила в редакцию:
05.07.2023Одобрена после рецензирования:
18.09.2023Принята к публикации:
02.10.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-375-10-167-174

Svetlana G. Golovina ✉
Aleksey V. Ruchkin
Ekaterina V. AbilovaUral State Agrarian University,
Yekaterinburg, Russia

✉ s_golovina@yahoo.com

05.07.2023

Accepted in revised:
18.09.2023Accepted for publication:
02.10.2023

Роль цифровизации в успешном функционировании сельскохозяйственных кооперативов

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Широкое использование цифровых возможностей современными кооперативами в своей многофункциональной деятельности вызывает неподдельный интерес как ученых, так и практиков, в связи с чем появляются заслуживающие внимания научные публикации и аналитические (исходящие от самих кооператоров) обзоры. Немаловажно, что кооперативные организации, как мелкие, имеющие значение для региональной экономики, так и крупные, бизнес-ориентированные, используют цифровые решения не только для роста своей конкурентоспособности (в сугубо экономических целях), но и для преодоления социальных и экологических проблем, возникающих на селе вследствие вызовов биологического, климатического и геополитического характера.

Методы. Для достижения обозначенной в работе цели (выявление потенциала цифровизации в обеспечении высоких результатов функционирования кооперативов и (через их деятельность) устойчивого развития сельских территорий) применены обзорно-аналитические методы, основанные на скрупулезном изучении результатов теоретических изысканий и отчетных материалов крупных кооперативов, имеющих официальные сайты и публикующих на них свои стратегические и отчетные документы. Анализу, прежде всего с позиции пригодности международного опыта для отечественной практики, подлежала информация Международного кооперативного альянса (International Cooperative Alliance, ICA), отражающая позитивные практики цифровизации кооперативной деятельности в различных странах мира, а также сложности, с которыми сталкиваются аграрные кооперативы в новой (цифровой) среде. Базой для эмпирических исследований и, следовательно, для применения в них количественных методов послужили обобщенные материалы социологических опросов, организованных в границах субъектов Уральского федерального округа, главным образом, в Свердловской области.

Результаты. К основным итогам исследования целесообразно отнести полученную в его процессе спецификацию аспектов кооперативной деятельности, в которых цифровизация особенно важна и перспективна, а также тех из них, которые предпочтительны для реализации в прежних (традиционных для кооперативов) формах. Не меньшую значимость имеет обозначение основных проблем и трудностей, встающих на пути создания полноценного цифрового пространства непосредственно для сельскохозяйственных кооперативов в результате особенностей аграрного производства, специфики условий сельской жизни, уникальности сельских территорий (их положения и характеристик). В качестве таковых отмечены, во-первых, ограниченные инвестиционные возможности кооперативов в создании и развитии на селе объектов цифровой инфраструктуры, во-вторых, цифровой разрыв (разная подготовка селян к использованию цифровых технологий), в-третьих, некоторые противоречия между современными (цифровыми) форматами деятельности кооперативов и классическими принципами ее организации.

Ключевые слова: сельскохозяйственные кооперативы, цифровизация, сельское развитие, многофункциональность, угрозы и вызовы

Для цитирования: Головина С.Г., Ручкин А.В., Абилова Е.В. Роль цифровизации в успешном функционировании сельскохозяйственных кооперативов. *Аграрная наука*. 2023; 375(10): 167–174. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-167-174>

© Головина С.Г., Ручкин А.В., Абилова Е.В.

The role of digitalization in agricultural cooperatives successful functioning

ABSTRACT

Relevance. The widespread use of digital opportunities by modern cooperatives in their multifunctional activities is of genuine interest to both scientists and practitioners, in connection with which there are noteworthy scientific publications and analytical (coming from the cooperators themselves) reviews. It is important that cooperative organizations, both small, important for the regional economy, and large, business-oriented, use digital solutions not only to increase their competitiveness (for purely economic purposes), but also to overcome social and environmental problems that arise in rural areas due to biological, climatic and geopolitical challenges.

Methods. To achieve the goal outlined in the work (identifying the potential of digitalization in ensuring high performance of cooperatives and, through their activities, sustainable development of rural areas), review and analytical methods based on a rigorous study of the results of theoretical research and reporting materials of large cooperatives were applied. Having official websites and publishing their strategic and reporting documents on them. The analysis, primarily from the standpoint of the suitability of international experience for domestic practice, was subject to the information of the International Cooperative Alliance (International Cooperative Alliance, ICA), reflecting the positive practices of digitalization of cooperative activities in various countries of the world, as well as the difficulties faced by agricultural cooperatives in the new (digital) environment. The basis for empirical research and, consequently, for the application of quantitative methods in them was the generalized materials of sociological surveys organized within the boundaries of the subjects of the Ural Federal District, mainly in the Sverdlovsk Region.

Results. The main results of the study include the specification of aspects of cooperative activity obtained in its process, in which digitalization is especially important and promising, as well as those that are preferable for implementation in the previous (traditional for cooperatives) forms. Of no less importance is the designation of the main problems and difficulties that stand in the way of creating a full-fledged digital space directly for agricultural cooperatives as a result of the peculiarities of agricultural production, the specifics of the conditions of rural life, the uniqueness of rural areas (their position and characteristics). As such, they noted, firstly, the limited investment opportunities of cooperatives in the creation and development of digital infrastructure facilities in the countryside, secondly, the digital divide (different preparation of villagers for the use of digital technologies), thirdly, some contradictions between modern (digital) formats of cooperative activities and the classical principles of its organization.

Key words: agricultural cooperatives, digitalization, rural development, multifunctionality, threats and challenges

For citation: Golovina S.G., Ruchkin A.V., Abilova E.V. The role of digitalization in agricultural cooperatives successful functioning. *Agrarian science*. 2023; 375(10): 167–174 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-167-174>

© Golovina S.G., Ruchkin A.V., Abilova E.V.

Введение/Introduction

Множество сложностей, имеющих различную природу (производственную, социальную, экологическую), разрешимы в настоящее время путем применения современных технологий, включая цифровые. Это касается и сельских территорий, и непосредственно сельскохозяйственной отрасли производства, динамика развития которых существенно зависит от интенсивности и успешности внедрения цифровых технологий. Применение последних дает мощный импульс к развитию и значимый социально-экономический эффект за счет повышения производительности труда, смягчения последствий изменения климата, расширения спектра и улучшения качества предоставляемых сельскому населению услуг.

В связи с этим для достижения сформулированной в исследовании цели (выявление потенциала цифровизации в обеспечении высоких результатов функционирования кооперативов и (через их деятельность) устойчивого развития сельских территорий) решению подлежали три основные задачи (рис. 1).

Материалы и методы исследований /

Materials and methods

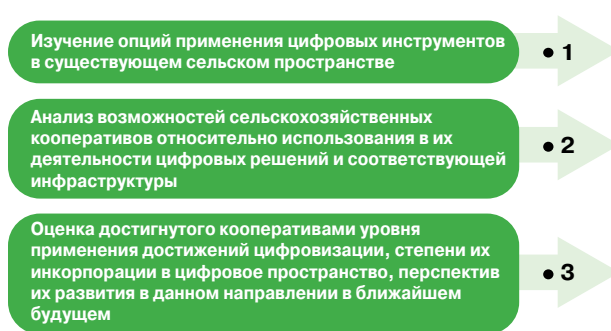
Общеметодологической основной предпринятых в ходе работы изысканий являются современные направления экономической теории, в числе которых (1) теория кооперации, представленная работами М. Cook, J. Grashuisa [1], J. Birchall [2], J. Bijman [3] и др., и стимулирующая создание и развитие бизнес-ориентированных и социально направленных моделей кооперативов, (2) теория цифровой экономики (информационного общества), в основе которой лежат труды D. Lyon [4], D. Tapscott [5], E. Schmidt [6] и др., (3) платформенная экономика, связывающая социально-экономическое развитие с распространением цифровых платформ как драйверов преобразований в экономической и социальной сферах (А.В. Шевчук [7], Á. García, A. Bregon, M.A. Martínez-Prieto [8], M. Jacobides [9], X. Sun, Q. Zhang [10]).

Синтезированная из данных междисциплинарных подходов концепция, в основе которой такие важные постулаты, как развитие сельских территорий для обеспечения безопасности страны, обострение социальных и экологических проблем сельского развития вследствие угроз биологического, климатического и геополитического характера, потенциал цифровых технологий в их решении (причем наиболее эффективным образом), послужила теоретической базой исследования, а современные количественные и качественные обзорно-аналитические методы позволили верифицировать некоторые выдвинутые гипотезы, предложить научному сообществу важные обобщения относительно возможностей и перспектив имплементации преимуществ цифровизации в специфическом сельском пространстве и конкретно в деятельности сельскохозяйственных кооперативов.

В процессе исследования были изучены наиболее значимые публикации, выводы которых релевантны обозначенным в работе задачам, в том числе подготовленные уже с учетом влияния пандемического кризиса COVID-19 и негативного изменения климата на сельское развитие, а также научные статьи, фокусом исследования которых являются цифровизация и вопросы, непосредственно связанные с процедурами поддержки

Рис. 1. Задачи исследования

Fig. 1. Research objectives



цифровых возможностей сельскохозяйственных кооперативов в решении социально-экономических и экологических проблем села.

Конкретные примеры успеха реализации стратегий цифровизации кооперативами в различных странах мира взяты из материалов ICA¹ (Международного кооперативного альянса), приведенных на форумах и конференциях и представленных в издаваемых данной организацией журналах и бюллетенях. Безусловно, акцент сделан на такие практики, имеющие место в международном пространстве, которые наиболее приемлемы для внедрения в отечественных условиях среды.

Приведенный в статье материал предельно охватывает страны, различающиеся по географическому расположению и уровню развития, подчеркивая, что современный цифровой потенциал (инфраструктура, среда, технологии, программное обеспечение, специальные навыки и знания) имеет значение в различных обстоятельствах, требуя при этом использования дифференцированных подходов и приложения усилий разного характера.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В условиях быстрой трансформации сельской экономики и сельского пространства в целом (в том числе вследствие последних экстраординарных событий, таких как пандемический кризис, климатические аномалии, разрушение сложившихся международных связей и каналов движения сырья и продукции) цифровизация рассматривается в качестве ключевого инструмента государственной политики сельского развития и ведущего стратегического направления деятельности предприятий, функционирующих в различной организационной форме и удовлетворяющих важные для селян потребности [11]. Она проникает во все сферы деятельности крупных, средних и малых предприятий, влияет на весь цикл создания стоимости товаров и услуг, позволяет даже в удаленных и труднодоступных сельских районах обеспечить населению достойные условия жизни.

Хотя правительства многих стран продвигали политику цифровизации и до коронавирусной пандемии, всемерно поддерживая прогресс в данной сфере, возникшие вследствие COVID-19 ограничения в мобильности и социальных связях создали такую ситуацию, когда цифровые технологии стали затрагивать все аспекты сельской жизни, включая аграрную деятельность, образование, здравоохранение и другие сегменты сельской экономики.

¹ <https://www.ica.coop/> International Cooperative Alliance (ICA), неправительственная международная организация, основными целями которой являются объединение, представление и обслуживание кооперативов по всему миру. ИКА была образована в Лондоне 19 августа 1895 г.

Как показывают практики последних лет, распространение цифровых технологий не только приводит к изменениям в организации производственных процессов и маркетинговых цепочек, но и вызывает глубокие преобразования в социальном пространстве села, в частности в том, как люди взаимодействуют друг с другом, как они участвуют в социальной и общественной жизни, меняя повседневное поведение селян и их потребительские привычки. Действительно, опыт всесторонне демонстрирует, что цифровая трансформация сопровождается и ускоряет устойчивое развитие сельских территорий, предоставляя новые каналы и возможности для обмена информацией и вовлечения людей в демократические механизмы управления соответствующими процессами, для их еще большей включенности в локальное пространство.

Однако хотя цифровизация предлагает множество возможностей, она не лишена и рисков [12]. С одной стороны, цифровые технологии могут повысить уровень жизни и благосостояния людей, предложить компаниям новые ниши и способы ведения бизнеса, с другой — их быстрое расширение в некоторые секторы экономики приводит к концентрации рынка в руках нескольких компаний, что грозит безопасности территорий в экстраординарных условиях (их уход из сельских районов даже по объективным обстоятельствам создает для населения труднопреодолимые сложности).

Цифровые преобразования, происходящие в сфере труда, также означают большие возможности для высококвалифицированных работников, подготовка которых соответствует новым требованиям к их навыкам, но одновременно и существенные риски для исполнителей более рутинных работ (цифровизация вымещает с рынка труда низкоквалифицированных или не имеющих специальной подготовки занятых). Это, как правило, приводит к снижению шансов на получение достойной работы в определенных секторах деятельности, хотя некоторые из них всё же отвечают на современные технологические новации (цифровизацию, автоматизацию) нестандартными формами занятости (удаленная работа, неформальные отношения и т. д.), активным привлечением работников путем переобучения, дополнительного образования, профессиональной подготовки. Более того, нельзя упускать из виду возможные ограничения цифровизации с точки зрения рисков в отношении конфиденциальности и безопасности информации, углубления так называемого цифрового разрыва.

Органично вписываются в новое сельское пространство с его проблемами и возможностями особые организационные структуры, именуемые сельскохозяйственными кооперативами, выполняющие на селе разнообразные (экономические, социальные, экологические) функции, краеугольным камнем деятельности которых является активное и демократическое участие членов и в процессах принятия решений, и в их реализации [1].

Как демонстрируют международные наблюдения, в эпоху глобальных перемен кооперативы играют важную роль в сельском развитии путем (1) глубокой включенности населения (членов кооперативов) в преодоление возникающих трудностей, (2) мультиплицирования демократических способов ведения бизнеса в различные сферы сельской жизни, (3) диверсификации своей активности в несвойственные им ранее отрасли и сферы.

Но и сельские кооперативы, подобно другим институциональным структурам, сталкиваются в экстраординарных условиях не только с новыми возможностями (занимая нехарактерные для них ниши), но и недавно появившимися задачами, связанными с оцифровкой процессов управления или с цифровизацией операций по продаже услуг и продуктов своим клиентам. Они также обеспокоены тем, как цифровые инструменты могут поддерживать развитие связей между людьми (что необходимо для функционирования кооперативных организаций) или препятствовать им и, как следствие, реализации основных кооперативных принципов.

Анализ того, что происходит в кооперативной среде и какие изменения наблюдаются в ней непосредственно в связи с цифровизацией, значим для принятия важных государственных решений в отношении сельскохозяйственной кооперации, причем с учетом, что кооперативы действительно могут воспользоваться положительными эффектами цифровой трансформации для смягчения в сельском пространстве отрицательных следствий сегодняшних вызовов [13]. По этой причине представителями научного сообщества и практиками в области кооперации предпринимаются специальные исследования по вопросам использования цифровых возможностей в деятельности кооперативов. Одно из таких исследований было проведено при поддержке ICA (его особой структуры — Аналитического центра кооперативной предпринимательства), и хотя оно было реализовано на информации по небольшой выборке из крупных кооперативов, его результаты дают сегодня довольно полное представление об уровне цифровизации и практике использования цифровых инструментов современными кооперативными организациями.

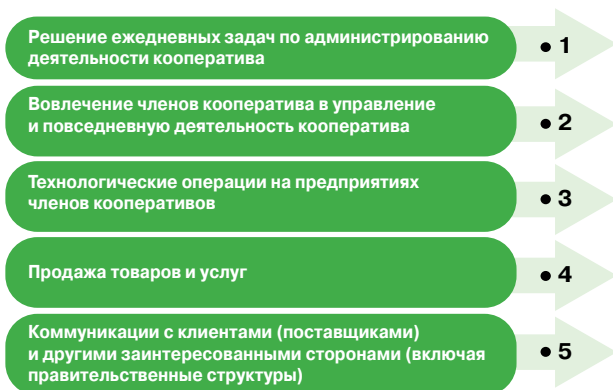
Если обобщить и его итоги (исследованием было охвачено 27 кооперативов, находящихся в разных странах мира и функционирующих в разных секторах бизнеса)², и выводы, репрезентированные в других значимых публикациях [14–16], то можно выделить несколько значимых для отечественной практики обобщений, касающихся взаимосвязи между цифровизацией, особенностями кооперативной деятельности, успехами экономического, социального, экологического развития сельских территорий, в границах которых и функционируют сельскохозяйственные кооперативы.

Прежде всего следует отметить, что участвующие в исследовании (опросах, глубинных интервью) члены кооперативов осознают важность цифровых инструментов, применяемых кооперативами как при выполнении различных функций, так и в ходе организации повседневной жизни их членов (селян). Трансформации, вызванные продвижением цифровизации, коснулись самых разных аспектов (рис. 2).

К примеру, цифровые инструменты стали использоваться для выполнения обычных административных операций, в общем управлении кооперативами, причем отмеченные изменения носят фундаментальный характер (трансформировалась организация проведения общих собраний, способы (а за счет этого и оперативность) принятия решений, каналы распространения важной для членов информации и др.).

Многие кооперативы активно используют цифровые инструменты в ходе осуществления сугубо технологических операций, в процессе продажи своих товаров и услуг с использованием возможностей интернета,

² International Cooperative Alliance (ICA). World Cooperative Monitor. Exploring the cooperative economy. Report 2022 [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.monitor.coop> [accessed: 16-th June 2023].

Рис. 2. Подлежащие цифровизации аспекты кооперативной деятельности**Fig. 2.** Aspects of cooperative activity subject to digitalization

на этапах выстраивания отношений с потребителями и поставщиками, в процессе общения (взаимодействия) руководства кооперативами с заинтересованными сторонами (государственными организациями, гражданскими институтами, коммерческими структурами, сельскими сообществами).

Важно подчеркнуть, что в ходе исследования, как следует из зарубежных работ, отечественных публикаций, результатов собственных опросов (предпринятых в кооперативах ряда областей Уральского федерального округа в 2021–2022 гг.), были специфицированы виды деятельности и перечень бизнес-операций, в которых цифровые инструменты играют действительно решающую роль. Безусловно, к ним участвующие в обследовании респонденты относят непосредственно IT-сферу и IT-операции, хотя компьютеризация затронула практически все направления активности кооперативов. Кроме того, различное цифровое оборудование и специальное программное обеспечение характерны для использования в управлении бизнесом, продаже товаров и услуг, распространении информации и обучении. При этом заслуживает внимания то обстоятельство, что кооперативы (их руководство), с одной стороны, отмечают наличие множества возможностей для повышения уровня цифровизации во всех обозначенных областях, с другой — подчеркивают относительно слабый ее уровень в повседневном управлении деятельностью, в развитии онлайн-закупок ресурсов, в общении с различными физическими и юридическими лицами.

Разрыв между воспринимаемой важностью и уровнем фактической цифровизации может быть связан с тем, что системное использование цифровых инструментов в определенных сферах сельского бизнеса достигло невиданного ранее размаха лишь во время пандемии COVID-19 [17]. Хотя большинство кооперативов, члены которых участвовали в опросах, уже использовали (в той или иной мере) цифровые инструменты в разных операциях, особенно в интеракциях с их членами, пандемический кризис обусловил расширение их применения в несвойственных для этого видах активности, причем, во-первых, привлекая к этому кооперативы, которые не внедряли такие инструменты ранее, во-вторых, стимулируя кооператоров внедрять инновации в свою стратегическую, управленческую и повседневную работу.

В качестве опыта применения цифровых инструментов кооперативами в различных странах мира (в том

числе там, где аграрная и сельская кооперация имеет длительную историю) можно привести всевозможные практики, в том числе, к примеру, использование цифровых решений в бразильских кооперативных организациях, руководители которых отмечают существенное ускорение данного процесса в связи с пандемией и ее последствиями [18].

Более того, как демонстрирует приводимая в отчетах статистика, это наблюдается во всех основных сферах их бизнеса — от администрирования до онлайн-маркетинга, причем свойственны данные процессы (цифровизация) и отношения с членами кооперативов как в ходе повседневного взаимодействия, так и в процедурах принятия совместных стратегических решений. Но тем не менее многие участники отмечают, что в плане цифровизации им предстоит существенные усилия и расходы, что касается специальной инфраструктуры, особой подготовки членов кооператива, организации коммуникаций участников кооперативов друг с другом и с другими хозяйствующими субъектами.

Как отмечается в обзорных публикациях, существенный вклад в развитие цифровизации деятельности бразильских кооперативов вносит Организация бразильских кооперативов (The Organization of Brazilian Cooperatives, OCB), являющаяся одной из ведущих институциональных структур, работающих в стране над темой развития кооперации на основе активной имплементации различных цифровых платформ. Ее функционал в этом направлении охватывает создание специальных платформенных продуктов, подготовку и проведение обучающих курсов, техническое сопровождение работы цифровых платформ для их успешного использования в корпоративной среде. Содействие сотрудничеству между кооперативами также является целью деятельности OCB, реализуемой через ряд проектов, продвигаемых ее участниками [19].

Образцами специальных цифровых платформ, используемых кооперативами для диверсификации и повышения эффективности своей деятельности, является, например, Negócios Соор (платформа, разработанная OCB в ответ на потребность в цифровых решениях, резко возросшую во время пандемии COVID-19). В настоящее время эта цифровая платформа совершенствуется для совместного использования бразильскими кооперативами и находится на пути к созданию консолидированного (предназначенного для организации электронной коммерции) продукта.

Не менее полезной для кооперативов Бразилии является платформа Соор Business Platform, призванная устранить барьеры, мешающие многим кооперативам вести бизнес друг с другом, позволяющая демонстрировать и находить важные для них продукты и услуги (на данный момент, по информации OCB, на Соор Business Platform зарегистрировано более 600 кооперативов).

И наконец, еще одна платформа — Colaborativa, используемая бразильскими кооперативами. Она предназначена для обмена и управления информацией, а также для обеспечения унифицированного доступа к документам OCB, что способствует гибкости, безопасности и высокой производительности функционирования кооперативных организаций. Функционал платформы предполагает, что пользователь может просматривать и загружать официальные документы, получать необходимые для него консультации³.

³ EURICSE. ICA. Large cooperatives: Digitalization, participation, and democracy [Электронный ресурс]. — URL: <https://monitor.coop/sites/default/files/2022-12/Digitalization%20and%20large%20coops%20-%20WCM%20extract%202022.pdf>

В связи с вышеизложенным следует отметить, что и в России постепенно формируется институциональное поле для развития цифровых платформ, целесообразных для использования различными кооперативными организациями⁴.

Цифровой переход является ключевым вопросом не только для зарубежных, но и для отечественных кооперативов, о чем свидетельствуют результаты опросов, проведенных в ходе исследования, посвященного изучению возможностей внедрения новых моделей аграрных кооперативов в российскую хозяйственную практику (структура интервью была разработана на основе некоторых опубликованных в научной печати работ, в том числе уже отмеченной EURICSE. ICA. Large cooperatives: Digitalization, participation, and democracy).

Мониторинг предпринят непосредственно для того, чтобы определить имеющиеся опции кооперативного бизнеса в отношении использования цифровых средств на этапе создания кооперативных организаций на селе и в ходе их дальнейшего развития. Так, опрос, проведенный в сельскохозяйственных потребительских кооперативах Свердловской области, показал, что некоторые цифровые решения уже вошли в их обычную работу: 97% отметили стабильное подключение к интернету, 46% имеют работающий веб-сайт, почти 36% выстроили онлайн-контакты с государственными учреждениями.

Более продвинутые цифровые инструменты также начинают проникать в кооперативную деятельность: 1% используют устройства интернета вещей (IoT); 6% пытаются внедрить некоторые элементы искусственного интеллекта в производственную деятельность своих членов. Причем пандемия ускорила инновационный процесс внутри организаций, в связи с чем на 31% возросла доля сотрудников с удаленным доступом, на 66% увеличилось использование удаленных совещаний для принятия общих решений и управления кооперативом, на 22% расширились онлайн-продажи продукции и услуг, организуемые кооперативами.

В силу того, что официальной статистики о вложении кооперативов в цифровизацию их деятельности пока не имеется, только данные опроса могут проинформировать общественность о динамике подобных расходов и их структуре. В этом направлении результаты опроса продемонстрировали существенную долю кооперативов, инвестировавших в новые технологии в 2021–2022 гг. (71%), что было предпринято непосредственно в связи с необходимостью преодоления последствий COVID-19 и для расширения возможностей развития в новых условиях среды. Среди них, помимо вложений в развитие цифровой инфраструктуры, 3% инвестировали в аналитику больших данных (*big data*) (в основном касающихся технологических процессов, природных условий, погоды), 2% — в устройства IoT (как правило, связанных с роботизацией производственных операций членов кооперативов). Следует отметить, что динамика цифровой трансформации в кооперативной среде такова, что цифровые инструменты играют всё более важную стратегическую роль в стимулировании инноваций, оказывая влияние и на внутреннее устройство (организационные модели) кооперативов.

Полученные данные показывают, что происходят значительные изменения в моделях поведения аграрных производителей (членов кооперативов), в традициях их участия в социальных и экологических проектах, в склонности к инициации финансирования не только краткосрочных и среднесрочных решений, но и планов с долгосрочной перспективой. Например, наиболее крупные сельскохозяйственные кооперативы активно подключаются к решению новых проблем, с которыми сталкиваются сельские сообщества в связи с угрозами биологического, климатического и геополитического характера, используя для этого технологические и социальные инновации, инвестируя в техническое обновление, сосредоточиваясь на самых уязвимых аспектах жизнедеятельности сельского населения.

Институциональные документы, принятые Правительством Российской Федерации (в частности, Программа «Цифровая экономика Российской Федерации»⁵), продвигают цифровую трансформацию не только коммерческих (в том числе аграрных) организаций, но и сельскохозяйственных кооперативов (некоммерческих организаций, являющихся наиболее перспективными представителями социальных предприятий на селе), причем учитывая тот факт, что многие из членов кооперативов не могут сделать это самостоятельно. Как результат, укрепление экосистемы высокотехнологичного кооперативного бизнеса становится не только важной задачей для самих кооперативов, но и насущной государственной установкой в процессе поддержки сельских территорий и аграрной отрасли экономики в целях достижения их безопасности и устойчивости.

Имеющиеся исследования и итоги опроса позволяют заключить, что кооперативы (в отечественной и зарубежной практике) используют цифровые инструменты для систематического общения со своими членами (часто на ежедневной и еженедельной основе), привлекая для этого как самые классические цифровые инструменты, такие как веб-сайты и онлайн-бюллетени, так и новые, разработанные и внедренные во время пандемии для облегчения коммуникаций с членами кооперативов, работниками и клиентами (когда возможность физических контактов была ограничена) [20].

В то время как различные коммуникации всё чаще организуются с помощью цифровых средств, их использование на поле взаимодействия с членами кооперативов показывает как потенциал введенных инноваций, так и ограничения, связанные прежде всего с вопросами информационной безопасности. К примеру, кооперативы используют цифровые возможности для более легкой организации различных (необходимых для их деятельности) мероприятий, таких как совместное принятие решений, специальное обучение, подготовка дебатов и дискуссий для выработки долгосрочных стратегий функционирования, в которых могут участвовать многие члены (независимо от их географического положения), но в то же время существуют препятствия как для доступа к таким мероприятиям, так и для обеспечения сохранности конфиденциальной информации.

Анализируя материалы о функционировании кооперативов во время пандемического кризиса, можно сделать

⁴ Минэкономразвития России. Концепция государственного регулирования цифровых экосистем и платформ. 2021 [Электронный ресурс]. — URL: https://economy.gov.ru/material/file/cb29a7d08290120645a871be41599850/konceptsiya_21052021.pdf (дата обращения: 28.06.2023).

⁵ Программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: утв. Распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р [Электронный ресурс]. — URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB7915v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>.

вывод, что все задействованные в опросах кооперативы активировали (в связи с вызовами пандемии) именно онлайн-режимы участия в своих общих собраниях. Ответы кооператоров показали, что до начала пандемического кризиса практически все встречи проводились в режиме реального общения и лишь несколько кооперативов использовали современные инструменты для онлайн-голосования. Затем из-за ограничений на поездки и контакты, обусловленные регламентами о сдерживании распространения вируса, принятыми в регионах России (как и во многих странах мира), кооперативы были вынуждены проводить онлайн-встречи, которые постепенно перешли в гибридный режим, сохранившись в прежней (доковидной) форме только в отдельных организациях (с малой численностью членов, небольшим рассредоточением по сельской территории). Это связано с тем, что, хотя цифровые инструменты обладают значительным потенциалом для привлечения участников, которые не могут присутствовать на собраниях лично, имеют место сложности в работе с некоторыми членами, которые не вполне готовы к использованию необходимых технологий (проблема цифрового разрыва).

Кроме того, участники опросов проявили обеспокоенность отсутствием менее формального взаимодействия на онлайн-встречах (даже возникающих спонтанно, наряду с официальными встречами), а также сложностью интерпретации продуктов невербального общения, являющихся элементами некоторых (используемых в работе кооперативов) цифровых платформ. Однако подчеркнем, что применение цифровых инструментов не ограничивается только участием членов в общих собраниях. Более половины опрошенных кооперативов также видят потенциал цифровых инструментов для вовлечения членов в совместное создание услуг и товаров, организацию снабжения и маркетинга. В этом поле деятельности цифровые инструменты помогают кооперативам, позволяя проводить периодические опросы для сбора предложений и мнений о новых продуктах и услугах, возможностях диверсификации деятельности кооператива в направлении их внедрения. Они также облегчают организацию фокус-групп и тестовых сегментов, которые (опять же с помощью самых современных цифровых форматов) могут апробировать технологические, организационные и социальные инновации, обеспечивающие кооперативу жизнестойкость и конкурентоспособность.

Судя по информации, полученной в ходе исследовательского опроса, цифровизация не может радикально изменить отношение кооперативов к своим членам. Обобщенный на данный момент времени опыт подчеркивает, что цифровые инструменты действительно облегчают участие членов кооператива в некоторых ситуациях, но во многих рассмотренных случаях они соседствуют с традиционными методами, для того чтобы обеспечить полную вовлеченность всех членов в работу кооператива (основной принцип кооперации) и реализацию других кооперативных принципов. Однако кооперативы, осознавая преимущества, которые цифровизация может принести с точки зрения улучшения организации их деятельности, считают неизбежными и значимыми проблемы, возникающие вследствие быстрого изменения технологий, процессов и внешней среды.

Именно в сложившемся двухмерном измерении (традиционные принципы и современные технологии) функционируют сегодня аграрные кооперативы,

сосредоточивая свое внимание на многочисленных экономических, социальных и экологических проблемах устойчивого развития сельских территорий и аграрной отрасли экономики [21].

Выводы/Conclusion

Как следует из результатов теоретико-прикладного исследования, предпринятого для определения опций цифровизации сельского развития в целом и развития кооперации в частности, ученые и практики однозначно приходят к выводу, что применение цифровых технологий начинает играть ключевую (причем преобразующую) роль в решении многочисленных экономических, социальных и экологических задач, встающих перед сельскими территориями в последние годы, отличающиеся существенными флуктуациями среды (коронакризис, климатические аномалии, обострение геополитической обстановки).

Функционирующие в сельском пространстве кооперативы (сельскохозяйственные потребительские кооперативы прежде всего), как и другие аграрные и неаграрные организации, пытаются преодолеть возникающие перед ними риски и угрозы с помощью всевозможных технологических, организационных и социальных инноваций, большинство из которых нереализуемо без привлечения цифровых возможностей (инфраструктуры, инструментов, продуктов).

В процессе продвижения цифровизации (и сельскими сообществами, и государством) важно учитывать ее многочисленные прямые следствия и экстерналии, открывающие для кооперативов как новые перспективы, так и определенные ограничения. Что касается перспектив, то цифровизация очевидно обуславливает создание более благоприятных условий (в том числе через сельские кооперативы) для жизнедеятельности сельского населения в части расширения альтернатив его занятости, улучшения быта, получения качественных образовательных, медицинских и других социальных услуг, сохранения экологии, развития рекреационных ресурсов.

В свою очередь, отмеченные в работе (имеющие место в настоящее время) ограничения к динамичному внедрению достижений цифровой эпохи в границах сельских территорий требуют пристального внимания к организации профессиональной (и общей цифровой) подготовки, к структурированию каналов частного-государственного инвестирования в различные элементы цифровизации и (относительно непосредственно сельских кооперативов) к созданию и внедрению в деятельность сельскохозяйственных кооперативных организаций специальных цифровых продуктов, таких как современные цифровые платформы для обмена информацией, налаживания повседневной деятельности, осуществления процедур управления и участия членов кооператива в его работе, являющихся основой реализации кооперативных принципов и, следовательно, самого существования специфических кооперативных организаций.

В итоге именно сельские кооперативы (с присущими им гибкостью и адаптивностью, встроенностью в местную среду и синхронностью их целей с интересами селян) могут стать для общества истинными драйверами в процессах имплементации цифровых ресурсов в ходе реализации новой парадигмы сельского развития, основными постулатами которой являются безопасность, равные возможности, динамизм и устойчивость.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Свердловской области в рамках научного проекта № 22-28-20048.

FUNDING

The reported study was funded by the Russian Science Foundation and the Government of the Sverdlovsk Region, project No. 22-28-20048.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Grashuis J., Cook M.L. Members of cooperatives: more heterogeneous, less satisfied? *International Food and Agribusiness Management Review*. 2021; 24(5): 813–825. <https://doi.org/10.22434/IFAMR2020.0086>
- Birchall J., Sacchetti S. The Comparative Advantages of Single and Multi-Stakeholder Cooperatives: Reflections for a Research Agenda. *Journal of Entrepreneurial and Organizational Diversity*. 2018; 7(2): 87–100. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5947/jeod.2018.011>
- Bijman J. Exploring the Sustainability of the Cooperative Model in Dairy: The Case of the Netherlands. *Sustainability*. 2018; 10(7): 2498. <https://doi.org/10.3390/su10072498>
- Lyon D. The Information Society: Issues and Illusions. Cambridge: *Polity*. 1988; x + 196. ISBN 0-7456-0260-6
- Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence. New York: *McGraw-Hill*. 1996; xviii + 342. ISBN 0-07-062200-0
- Schmidt E., Cohen J. The New Digital Age: Reshaping the Future of People, Nations and Business. New York: *Alfred A. Knopf*. 2013; 336. ISBN 0307957136
- Шевчук А.В. От фабрики к платформе: автономия и контроль в цифровой экономике. *Социология власти*. 2020; 32(1): 30–54. <https://doi.org/10.22394/2074-0492-2020-1-30-54>
- García Á., Bregon A., Martínez-Prieto M.A. Towards a Connected Digital Twin Learning Ecosystem in Manufacturing: Enablers and Challenges. *Computers & Industrial Engineering*. 2022; 171: 108463. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108463>
- Jacobides M. Towards a theory of ecosystems. *Strategic Management Journal*. 2016; 39(8): 2255–2276. <https://doi.org/10.1002/smj.2904>
- Sun X., Zhang Q. Building digital incentives for digital customer orientation in platform ecosystems. *Journal of Business Research*. 2021; 137: 555–566. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.08.068>
- Советова Н.П. Цифровизация сельских территорий: от теории к практике. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2021; 14(2): 105–124. <https://doi.org/10.15838/esc.2021.2.74.7>
- Улезко А.В., Жукова М.А., Реймер В.В. Трансформационные эффекты перехода к цифровой экономике. *Экономика сельского хозяйства России*. 2019; (2): 14–21. <https://doi.org/10.32651/192-14>
- Доброхотов К.О. Влияние цифровизации на устойчивое развитие сельских территорий. *Наука и общество*. 2020; (2): 50–52. <https://elibrary.ru/ipeaaa>
- Kuzmich N.P. The impact of digitalization of agriculture on sustainable development of rural territories. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 677: 022019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/2/022019>
- Trischler J., Trischler J.W. Design for experience — a public service design approach in the age of digitalization. *Public Management Review*. 2022; 24(8): 1251–1270. <https://doi.org/10.1080/14719037.2021.1899272>
- Bouwman H., Nikou S., Molina-Castillo F.J., de Reuver M. The impact of digitalization on business models. *Digital Policy, Regulation and Governance*. 2018; 20(2): 105–124. <https://doi.org/10.1108/DPRG-07-2017-0039>
- Ada E., Sagnak M., Uzel R.A., Balçioğlu İ. Analysis of barriers to circularity for agricultural cooperatives in the digitalization era. *International Journal of Productivity and Performance Management*. 2021; 71(3): 932–951. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJPPM-12-2020-0689>
- Almeida F., Santos J.D., Monteiro J.A. The Challenges and Opportunities in the Digitalization of Companies in a Post-COVID-19 World. *IEEE Engineering Management Review*. 2020; 48(3): 97–103. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/EMR.2020.3013206>
- Martini M.H. A Review of Brazil Approaches to Cooperative Compliance in Light of International Tax Practice and the OECD Concept. *Intertax*. 2022; 50(2): 177–195. <https://doi.org/https://doi.org/10.54648/TAXI2022016>
- Dias M. de O., Teles A. Agriculture Cooperatives in Brazil and The Importance for The Economic Development. *International Journal of Business Research and Management*. 2018; 9(2): 72–81. <https://doi.org/https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7832354>
- Головина С.Г., Миколайчик И.Н., Полтарыхин А.Л., Журавлев П.В. Влияние человеческого капитала на успех деятельности сельскохозяйственного кооператива (на примере Arla Foods). *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021; 13(2): 262–283 (на англ. яз.). <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-2-262-283>
- Pazaitis A., Kostakis V., Bauwens M. Digital economy and the rise of open cooperativism: the case of the Enspiral Network. *Transfer: European Review of Labour and Research*. 2017; 23(2): 177–192. <https://doi.org/10.1177/1024258916683865>

REFERENCES

- Grashuis J., Cook M.L. Members of cooperatives: more heterogeneous, less satisfied? *International Food and Agribusiness Management Review*. 2021; 24(5): 813–825. <https://doi.org/10.22434/IFAMR2020.0086>
- Birchall J., Sacchetti S. The Comparative Advantages of Single and Multi-Stakeholder Cooperatives: Reflections for a Research Agenda. *Journal of Entrepreneurial and Organizational Diversity*. 2018; 7(2): 87–100. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5947/jeod.2018.011>
- Bijman J. Exploring the Sustainability of the Cooperative Model in Dairy: The Case of the Netherlands. *Sustainability*. 2018; 10(7): 2498. <https://doi.org/10.3390/su10072498>
- Lyon D. The Information Society: Issues and Illusions. Cambridge: *Polity*. 1988; x + 196. ISBN 0-7456-0260-6
- Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence. New York: *McGraw-Hill*. 1996; xviii + 342. ISBN 0-07-062200-0
- Schmidt E., Cohen J. The New Digital Age: Reshaping the Future of People, Nations and Business. New York: *Alfred A. Knopf*. 2013; 336. ISBN 0307957136
- Shevchuk A.V. From Factory to Platform: Autonomy and Control in the Digital Economy. *Sociology of Power*. 2020; 32(1): 30–54 (In Russian). <https://doi.org/10.22394/2074-0492-2020-1-30-54>
- García Á., Bregon A., Martínez-Prieto M.A. Towards a Connected Digital Twin Learning Ecosystem in Manufacturing: Enablers and Challenges. *Computers & Industrial Engineering*. 2022; 171: 108463. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108463>
- Jacobides M. Towards a theory of ecosystems. *Strategic Management Journal*. 2016; 39(8): 2255–2276. <https://doi.org/10.1002/smj.2904>
- Sun X., Zhang Q. Building digital incentives for digital customer orientation in platform ecosystems. *Journal of Business Research*. 2021; 137: 555–566. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.08.068>
- Sovetova N.P. Rural territories' digitalization: from theory to practice. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2021; 14(2): 105–124 (In Russian). <https://doi.org/10.15838/esc.2021.2.74.7>
- Ulezko A.V., Zhukova M.A., Reimer V.V. Transformational effects of transition to digital economy. *Economics of Agriculture of Russia*. 2019; (2): 14–21 (In Russian). <https://doi.org/10.32651/192-14>
- Dobrokhoto K.O. Impact of digitalization on sustainable development of rural areas. *Nauka i obshchestvo*. 2020; (2): 50–52 (In Russian). <https://elibrary.ru/ipeaaa>
- Kuzmich N.P. The impact of digitalization of agriculture on sustainable development of rural territories. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 677: 022019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/2/022019>
- Trischler J., Trischler J.W. Design for experience — a public service design approach in the age of digitalization. *Public Management Review*. 2022; 24(8): 1251–1270. <https://doi.org/10.1080/14719037.2021.1899272>
- Bouwman H., Nikou S., Molina-Castillo F.J., de Reuver M. The impact of digitalization on business models. *Digital Policy, Regulation and Governance*. 2018; 20(2): 105–124. <https://doi.org/10.1108/DPRG-07-2017-0039>
- Ada E., Sagnak M., Uzel R.A., Balçioğlu İ. Analysis of barriers to circularity for agricultural cooperatives in the digitalization era. *International Journal of Productivity and Performance Management*. 2021; 71(3): 932–951. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJPPM-12-2020-0689>
- Almeida F., Santos J.D., Monteiro J.A. The Challenges and Opportunities in the Digitalization of Companies in a Post-COVID-19 World. *IEEE Engineering Management Review*. 2020; 48(3): 97–103. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/EMR.2020.3013206>
- Martini M.H. A Review of Brazil Approaches to Cooperative Compliance in Light of International Tax Practice and the OECD Concept. *Intertax*. 2022; 50(2): 177–195. <https://doi.org/https://doi.org/10.54648/TAXI2022016>
- Dias M. de O., Teles A. Agriculture Cooperatives in Brazil and The Importance for The Economic Development. *International Journal of Business Research and Management*. 2018; 9(2): 72–81. <https://doi.org/https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7832354>
- Golovina S.G., Mikolaychik I.N., Poltarykhin A.L., Zhuravlev P.V. The Impact of Human Capital on the Success of an Agricultural Cooperative (example of «Arla Foods»). *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021; 13(2): 262–283. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-2-262-283>
- Pazaitis A., Kostakis V., Bauwens M. Digital economy and the rise of open cooperativism: the case of the Enspiral Network. *Transfer: European Review of Labour and Research*. 2017; 23(2): 177–192. <https://doi.org/10.1177/1024258916683865>

ОБ АВТОРАХ

Светлана Георгиевна Головина,
доктор экономических наук, профессор,
главный научный сотрудник,
s_golovina@yahoo.com
<https://orcid.org/0000-0002-1157-8487>

Алексей Владимирович Ручкин,
кандидат социологических наук, доцент,
заведующий кафедрой философии,
alexeyruchkin87@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6981-3080>

Екатерина Викторовна Абилова,
кандидат экономических наук, доцент,
старший научный сотрудник,
Ekaterina.abilova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0186-1921>

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

ABOUT THE AUTHORS

Svetlana Georgievna Golovina,
Doctor of Economics, Professor, Chief Scientific Officer,
s_golovina@yahoo.com
<https://orcid.org/0000-0002-1157-8487>

Alexey Vladimirovich Ruchkin,
Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Philosophy,
alexeyruchkin87@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6981-3080>

Ekaterina Viktorovna Abilova,
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Senior Researcher,
Ekaterina.abilova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0186-1921>

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

Новости из ЦНСХБ

Обзор подготовлен Ильиной Л.В.

Сальмонеллез как биологический фактор в экотехсистеме и его профилактика с использованием ветеринарного препарата «Траметин»: монография / В.А. Чхенкели, А.В. Уланская. Иркутск: Издательство ИГУ. 2022; 108. Шифр ЦНСХБ 23-1211.

Монография посвящена изучению влияния сальмонеллеза как биологического фактора на здоровье сельскохозяйственных животных. Являясь одним из наиболее распространенных зоонозов, сальмонеллез вызывает серьезные экономические, экологические проблемы, особенно в условиях глобализации, когда современные животноводческие и птицеводческие комплексы представляют собой сложные экотехсистемы. Рассмотрены биологические свойства сальмонелл, распространение сальмонеллеза на территории РФ и за рубежом, эпизоотологическая значимость заболевания, а также вопросы этиологии, патогенеза, лечения и профилактики его у телят и поросят. Представлены результаты сравнительного ретроспективного анализа заболеваемости свиней, крупного и мелкого рогатого скота респираторными и желудочно-кишечными болезнями в Иркутской области на протяжении ряда лет. Приведены результаты бактериологических исследований биоматериала и патологического материала павших животных, ветеринарно-санитарных исследований пищевых продуктов на сальмонеллез, проведенных в районных лабораториях Иркутской области. Оценена профилактическая эффективность комплексного препарата «Траметин» в борьбе с сальмонеллезом. Он был получен на основе гриба-ксилотрофа рода *Trametes* и включает в себя компоненты, оказывающие не только антимикробное, но и иммуностимулирующее действие. Дана оценка профилактической эффективности препарата, а также расчеты экономической эффективности профилактических мероприятий, проведенных в производственных условиях. Сформулированы практические рекомендации производству. Книга содержит 9 иллюстраций, 18 таблиц и библиографический список из 199 отечественных и иностранных источников. Предназначена для ветеринарных врачей, специалистов Министерства сельского хозяйства и Роспотребнадзора, микробиологов, биотехнологов, студентов, аспирантов и преподавателей биологических и ветеринарных высших учебных заведений.

Применение средств природного происхождения для коррекции процессов адаптации у высокопродуктивных коров при технологическом стрессе: монография / Н.И. Ярован, Н.А. Комиссарова, М.В. Петрушина, О.А. Бойцова, Е.В. Бондаренко. Орёл: Картуш. 2022; 144.

В монографии рассматривается возможность коррекции процессов адаптации при технологическом стрессе у высокопродуктивных коров при продолжительном действии стресс-факторов в условиях индустриальной технологии ведения животноводства. Подробно описаны патогенез адаптационного синдрома, стадии развития и участие свободных радикалов в механизме стресс-реакции, негативные последствия на физиолого-биохимический статус животных.

Представлен обширный материал биохимических исследований обменных процессов у высокоудойных коров при технологическом стрессе как без применения адаптогенов, так и с их применением в условиях хозяйств. Приведены данные исследований по влиянию природных адаптогенов (сабельник болотный (*Comarum palustre* L.), тимьян обыкновенный (*Thymus vulgaris*), крапива двудомная (*Urtica dioica*)) на организм животных в условиях промышленного комплекса. Описан метод определения антиоксидантной активности этих растений. В исследованиях на коровах, содержащихся на комплексе по производству молока, в качестве адаптогенов совместно с лекарственными растениями использовали лецитин и хотынецкие цеолиты. Установили, что применяемые добавки оказывают положительное влияние на физиолого-биохимический статус, обменные процессы и молочную продуктивность высокопродуктивных коров в условиях технологического стресса. Данные добавки рекомендовано использовать в качестве стресс-протекторов и адаптогенов в условиях промышленного содержания животных. Книга содержит 30 иллюстраций, 24 таблицы и библиографический список из 165 отечественных и иностранных источников. Предназначено для аспирантов, магистров, бакалавров и специалистов ветеринарного, зоотехнического и биологического профиля.

Получение специфических антиген-полимерных комплексов и оценка их иммунобиологических свойств: монография / В.С. Власенко, А.Н. Новиков, М.А. Бажин, Е.А. Косообоков. Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ». 2022; 196.

Монография посвящена изучению концепции конструирования противотуберкулезных иммуномодуляторов. Рассмотрены механизм действия иммуномодуляторов, факторы толерантности к антигенам со стороны организма. Разработан метод оценки иммуномодулирующей способности препаратов, повышающий точность, снижающий трудоемкость и материальные затраты. Рассмотрены антигенная структура микобактерий, механизм противотуберкулезного иммунитета, высокоиммуногенные комплексы на основе синтетических полиионов. Представлена технология изготовления специфического иммуномодулирующего средства КИМ-М из вакцинного штамма БЦЖ. Рассмотрены реакция клеточного иммунитета на введение антигенного комплекса, способность восстанавливать иммунологическую реактивность, протективные свойства, ревакцинаторный эффект животных, ранее привитых БЦЖ, стимулирующий эффект на протективные свойства БЦЖ. На основе препарата КИМ-М разработаны и испытаны препараты с использованием различных матриц (КИМ-М2, КИМ-М3, КИМ-М4). Наиболее высокая способность восстанавливать иммунологическую реактивность отмечена у препарата КИМ-М2. Разработана схема специфической профилактики туберкулеза крупного рогатого скота этим иммуномодулятором. Даны рекомендации по использованию препарата с целью профилактики и закрепления оздоровительных

мероприятий, профилактики неспецифических реакций, вызванных туберкулезными микобактериями. Монография содержит 22 иллюстрации, 48 таблиц и список использованной отечественной и иностранной литературы из 360 источников. Предназначена для сотрудников научно-исследовательских и образовательных учреждений, интересующихся исследованиями в области разработки новых средств и методов иммунной защиты животных.

Синегнойная инфекция сельскохозяйственных животных: монография / А.В. Скориков, Н.Н. Забашта, С.В. Пруцаков, Н.Ю. Басова, П.В. Мирошниченко, О.Б. Данильченко. Краснодар. 2022; 318.

В монографии представлены материалы отечественных и зарубежных ученых по синегной инфекции. Псевдомоназ внесен в раздел бактериальных болезней, общих для разных видов животных и считается официальным заболеванием. Рассмотрены биологические свойства, факторы патогенности *Pseudomonas aeruginosa*, ее роль в патологии животных, и человека,

источники и пути распространения инфекции, клинические признаки, формы болезни, патолого-анатомические изменения у сельскохозяйственных животных, пушных зверей. Рассмотрены методы диагностики (бактериологический, серологический, аллергический), типирование штаммов и определение вирулентных свойств *P. aeruginosa*, а также вопросы лечения свиней при синегнойной инфекции с учетом чувствительности возбудителя к лекарственным препаратам и эффективность лечения в производственных условиях на свиноводческих фермах. Представлены данные о различных видах вакцин, специфических сыворотках и бактериофаге как средствах специфической профилактики и лечения псевдомоназа. Даны рекомендации по профилактике и мерам борьбы. Монография содержит 55 таблиц и список использованной отечественной и иностранной литературы из 193 источников. Предназначена для научных сотрудников, руководителей и специалистов агропромышленного комплекса зооветеринарного профиля, студентов средних и высших учебных заведений по направлениям «ветеринария» и «зоотехния».



ПЛОДЫ И ОВОЩИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФОРУМ

В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФОРУМ-ВЫСТАВКА ПЛОДЫ И ОВОЩИ РОССИИ 2023

26–27 ОКТЯБРЯ 2023 г. / СОЧИ

АГРО ЖУРНАЛ
БИЗНЕС

Организатор форума

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ:

- Новые направления в отрасли садоводства и виноградарства
- Перспективы отрасли плодоводства и виноградарства
- Технологии хранения и предпродажной подготовки фруктов и ягод
- Инфраструктура сбыта плодов и ягод. Как реализовать?
- Переговоры с сетями
- Государственная поддержка развития плодово-ягодной отрасли

АУДИТОРИЯ ФОРУМА

Предприятия фруктового садоводства, виноградарства и ягодоводства; Компании, производящие удобрения; Предприятия по переработке и хранению плодово-овощной продукции; Крестьянские фермерские хозяйства, выращивающие плодово-ягодные культуры открытого грунта; Крупнейшие агропарки и оптово-распределительные центры; Представители крупнейших торговых сетей; Госорганы; Представители профильных ассоциаций и союзов.

По вопросам выступления и спонсорства: +7 (988) 248-47-17

По вопросам участия: +7 (909) 450-36-10
+7 (960) 476-53-39

e-mail: events@agbz.ru
Регистрация на сайте: fruitforum.ru



12+

Реклама ИП Кошечкин В.В.



XXXII МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЕТЕРИНАРНЫЙ КОНГРЕСС MVC 2024



10-12 АПРЕЛЯ 2024

Конгресс-холл
Крокус Экспо.
Москва

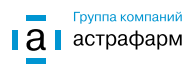
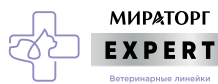
ОБУЧЕНИЕ ОТДЫХ ОБЩЕНИЕ



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

18+

Реклама



Agros 2024 expo

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ АПК

Молочное и мясное животноводство | Племенное дело
Птицеводство | Свиноводство | Корма | Ветеринария
Полевое кормопроизводство | Кормозаготовка
Комбикормовая промышленность | Хранение зерна

24-26 ЯНВАРЯ | МОСКВА | КРОКУС ЭКСПО

ВЕДУЩИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И МИРОВЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ И ПОСТАВЩИКИ:

- СОВРЕМЕННАЯ ГЕНЕТИКА
- КОРМА, КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ, ПРЕМИКСЫ
- ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И ИНСТРУМЕНТЫ
- ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ

НАСЫЩЕННАЯ ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА – СВЫШЕ 350 ЛУЧШИХ СПИКЕРОВ:

- БОЛЕЕ 60 КОНФЕРЕНЦИЙ, СЕМИНАРОВ, КРУГЛЫХ СТОЛОВ
- ВСЕГДА АКТУАЛЬНЫЙ, ПОЛЕЗНЫЙ КОНТЕНТ БЕЗ РЕКЛАМЫ
- ВСЕРОССИЙСКИЕ СЪЕЗДЫ И СОВЕЩАНИЯ
- ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ФОРУМ ФЕРМЕРОВ – ЗИМНЯЯ ТОЧКА ПРИТЯЖЕНИЯ ФЕРМЕРСКОГО СООБЩЕСТВА



«Такие мероприятия очень важны. Я стараюсь принимать участие, когда темы заявляются серьезные. Не какие-то местечковые, а касающиеся нашей страны».

Дмитрий Матвеев, Президент ГК «Кабош»

СОВМЕСТНО С

Картофель и Овощи 2024 агротехЭкспо

600+ КОМПАНИЙ
17000+ ПОСЕТИТЕЛЕЙ
60+ МЕРОПРИЯТИЙ
350+ СПИКЕРОВ



AGROS-EXPO.COM

Генеральный
партнер выставки



КОРМИМ ТЕХ, КТО КОРМИТ НАС

Партнёр раздела "Ветеринарные препараты,
инструменты и оборудование"



Партнёр раздела
"Кормовые решения"



ТЕХНОЛОГИИ КОРМЛЕНИЯ

РЕКЛАМА

Организатор: ООО «Агрос Экспо»

Тел./WhatsApp: +7 (495) 128 29 59

E-Mail: agros@agros-expo.com