

научно-теоретический и производственный журнал

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN
SCIENCE

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

12
2022

БЕСПЛАТНО
скачать журнал
и подписаться



Событие

АГРОС расширяет границы
и открывает возможности
для бизнеса

17

Ветеринария

Современный подход
к лечению мастита

26

Зоотехния

Проблемы экологического
содержания животных
с/х назначения в городах

35

МОЩНЫЙ СТАРТ ДЕЛОВОЙ АКТИВНОСТИ В НОВОМ ГОДУ!

Agros 2023expo

25-27 ЯНВАРЯ

МОСКВА, РОССИЯ / КРОКУС ЭКСПО

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ПЛЕМЕННОГО ДЕЛА, КОРМОВ, ВЕТЕРИНАРИИ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ
ЖИВОТНОВОДСТВА, СВИНОВОДСТВА, ПТИЦЕВОДСТВА И КОРМОПРОИЗВОДСТВА

352 из 26
УЧАСТНИКА СТРАН

11317 из 82
ПОСЕТИТЕЛЕЙ РЕГИОНОВ РФ

51 и 328
МЕРОПРИЯТИЕ СПИКЕРОВ

СТАТИСТИКА АГРОС 2022



Новое на АГРОС 2023

- Решения для аквакультуры
- Оборудование для комбикормовой промышленности и хранения зерна



ОФИЦИАЛЬНЫЙ
СПОНСОР ВЫСТАВКИ



ГРУППА
КОМПАНИЙ
ВИК

ПАРТНЁР РАЗДЕЛА
"Ветеринарные препараты,
инструменты, оборудование"



МЕГАМИКС

ПАРТНЁР РАЗДЕЛА
"Корма и кормление
животных"



ПАРТНЁР ПО
РАЗВИТИЮ РАЗДЕЛА
«Оборудование для
обработки
и хранения зерна»

ПОДРОБНЕЕ



agros-expo.com



ООО «Агрос Экспо»

+7 (495) 128 29 59

agros@agros-expo.com



ПРОДАЖА ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛИЧНЫХ, ЭКСПОРТ

УЗНАТЬ БОЛЬШЕ
НА WWW.EFKO.RU

ШРОТ: СОЕВЫЙ, РАПСОВЫЙ, ПОДСОЛНЕЧНЫЙ

МАСЛО: СОЕВОЕ, РАПСОВОЕ, ПОДСОЛНЕЧНОЕ
(в т.ч. высокоолеиновое)

СОЕВАЯ ОБОЛОЧКА

КОРМОВАЯ ДОБАВКА:
ЖИР МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ULTRA FEED F

КОРМОВОЙ КОНЦЕНТРАТ:
ЗАЩИЩЕННЫЙ ЖИР EXTRA FEED F

Отдел продаж в г. Алексеевке

309850, Белгородская обл., г. Алексеевка,
ул. Фрунзе, д. 4

Тел.: +7 (47234) 4-59-62

E-mail: opmsd@efko.ru

Отдел продаж в г. Воронеже

394018, г. Воронеж, ул. Платонова, д. 19

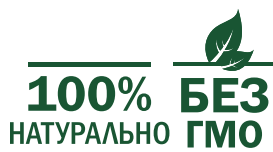
Тел.: +7 (473) 206-67-48

E-mail: opvmsd@efko.ru

Отдел по развитию продаж в г. Воронеже

394018, г. Воронеж, ул. Платонова, д. 4, офис 304

E-mail: orpmsd@efko.ru



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР - ООО «КРЦ «ЭФКО-КАСКАД»



ЗАКУПКА



ПЕРЕРАБОТКА



ПРОДАЖА



ЭКСПОРТ

12 · 2022

Agrarnaya nauka

Том 365, номер 12, 2022

Volume 365, number 12, 2022

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

© журнал «Аграрная наука»
© авторы

DOI журнала 10.32634/0869-8155

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

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

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

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

Шеф-редактор: Костромичева И.В.
Научный редактор: Долгая М.Н.
Дизайн и верстка: Полякова Н.О.
Журналист: Седова Ю.Г.

Юридический адрес: 107053, РФ, г. Москва, Садовая-Спасская, д. 20
Почтовый адрес: 109147, РФ, г. Москва, ул. Марксистская, д. 3, стр. 7
Телефон редакции: +7 (495) 777-67-67 (доб. 1453)
E-mail: agrovetpress@inbox.ru
Сайты: www.vetpress.ru
<https://agrarnayanauka.ru>
Реклама в журнале: +7 (927) 155-08-10

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций Свидетельство ПИ № 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 24.12.2022
Дата выхода в свет 29.12.2022

Отпечатано в типографии ООО «ВИВА-СТАР»: 107023, г. Москва, ул. Электровзаводская, д. 20, стр. 3
Тел. +7 (495) 780-67-06, +7 (495) 780-67-05
www.vivastar.ru

16+

АГРАРНАЯ НАУКА AGRARIAN SCIENCE

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

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

Издатель:

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

Главный редактор:

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

Редколлегия:

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Аббас Рао Захид, д-р, доцент, Сельскохозяйственный университет Фейсалабад, Фейсалабад, Пакистан.

Абилов А.И., доктор биологических наук, профессор, Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, г. Москва, 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 имени К.И. Скрябина, г. Москва, Россия.

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

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

Дахели Маджид Джавамард, доктор ветеринарной медицины, Иранская научно-исследовательская организация по науке и технологиям, 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 Государственный 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 имени Жангир хана, г. Уральск, Казахстан.

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

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

Миколойчик И.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева, с. Лесниково Курганская область, Россия.

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

Морозова Л.А., доктор биологических наук, профессор, Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева, с. Лесниково Курганская область, Россия.

Некрасов Р.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, г. Подольск, пос. Дубровицы, 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, Московский государственный университет пищевых производств, 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 имени 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.

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

Уша Б.В., доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Московский государственный университет пищевых производств, г. Москва, Россия.

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

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

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

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

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

Долженко Т.В., доктор биологических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 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 имени Жангир хана, г. Уральск, Казахстан.

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

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

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Афрасьяб Хан, доктор гидромеханики и гидротехники, Universiti Kebangsaan Malaysia, Банги, Малайзия.

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

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

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

Зенгин Гохан, доктор философии, профессор, Сельчукский университет, Сельчуку-Конья, Турция.

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

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

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

Кузнецова Е.А., доктор технических наук, доцент, Орловский государственный университет имени 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, Сибиу, Румыния.

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

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

Суйчинов А.К., доктор PhD, член-корр. АСХН Республики Казахстан, Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Семей, Казахстан.

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

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

Фавзи М. Махомулалли, доктор философии, профессор, Маврикийский университет, Редут, Маврикий.

Хан Мухаммад Усман, доктор Ph.D, Сельскохозяйственный университет Фейсалабад, г. Фейсалабад, Пакистан.

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

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

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

Эль-Сохайми Собхи Ахмед, доктор философии, профессор пищевой биохимии Город научных исследований и технологических приложений, 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 имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

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

Гусаков В.Г., доктор экономических наук, профессор, академик Национальной академии наук, г. Минск, Беларусь.

Киреева А. А., кандидат экономических наук, Институт экономики Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, 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.

12 · 2022

Agrarnaya nauka

Том 365, номер 12, 2022
Volume 365, number 12, 2022

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

© journal «Agrarian science»
© authors

DOI журнала 10.32634/0869-8155

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

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

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

Founder: Limited liability company
“VIC Animal Health”

Senior editor: Kostromicheva I.V.

Executive editor: Dolgaya M.N.

Design and layout: Poliakova N.O.

Journalist: Sedova Yu.G.

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

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

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

E-mail: agrovetpress@inbox.ru

Websites: www.vetpress.ru

<https://agrarnayanauka.ru>

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

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

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

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

The circulation of 5000 copies.

Signed in print 24.12.2022

Release date 29.12.2022

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, Chief Researcher, FSBI Federal Research Center VIZH named after L.K. Ernst, 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, Dairy Cattle Technology Department, Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production, Corresponding member of National Academy of Sciences, 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 named after K.I. Scriabin, 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. H. Dulaty Taraz State University, Taraz, Kazakhstan.

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

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

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

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

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

Mikolaichik I.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev, Lesnikovo Kurgan region, 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 Agricultural Academy by T.S. Maltsev, Lesnikovo Kurgan region, Russia.

Nekrasov R.V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, LK Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Podolsk, 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, Moscow State University of Food Production, 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 named after K.I. Scriabin, 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. Gorbatov Federal Scientific Center for Food Systems Russian Academy of Sciences, Moscow, 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.

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

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, Moscow, 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, Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia.

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

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

AGRONOMY

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

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

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

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

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

Dolzhenko T.V., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russia.

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

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

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

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

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

Nasiev B.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Zhanir 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, Selçuk University, Selçuklu-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, corresponding member. AAS of the Republic of Kazakhstan, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Semey, 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, Chelyabinsk, Russia.

Khan Muhammad Usman, Ph.D., 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, Omsk, Russia.

Fawzi M. Mahomoodally, PhD, Professor, University of Mauritius, Réduit, 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 of the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, 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

12

НОВОСТИ ОТРАСЛИ

Три вопроса эксперту. Особенности листового питания	13	ADS
В 2022 году экспорт продукции АПК РФ вырос на 12%	14	
Минсельхоз России усилит меры поддержки производителей кормовых и пищевых добавок	15	
В 2023 году на реализацию трех госпрограмм, которые проводит Минсельхоз России, будет направлено 445,8 млрд рублей	16	

СОБЫТИЕ

АГРОС расширяет границы и открывает возможности для бизнеса в новом году	17	
--	----	--

ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО

Комплексный биотехнологический подход для социально ответственных сельхозпроизводителей	18	ADS
---	----	-----

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Атлантерова К.Н., Мирошников С.А., Рязанов В.А., Дускаев Г.К., Шейда Е.В.		
Влияние лужки кавитированной на метаболизм конечных продуктов ферментации, микробиом и физико-химические параметры рубца (<i>in vitro</i>)	20	
Современный подход к лечению мастита	26	ADS
Тюрина Г.Д., Лаптев Г.Ю., Йылдырым Е.А., Ильина Л.А., Филиппова В.А., Бражник Е.А. и др.		
Изменение экспрессии генов антимикробных пептидов у сельскохозяйственной птицы под влиянием глифосата и пробиотика	28	
Сидорова В.Ю. Проблемы экологичного содержания животных сельскохозяйственного назначения в городах	35	
Мурадян А.М., Соловьева О.И., Минасян Л.М., Читчан Ж.Т., Рузанова Н.Г.		
Динамика изменения молочной продуктивности коров бурой швейцарской породы местного разведения в условиях Армении	41	
Зайцев С.Ю., Савина А.А., Боголюбова Н.В. Изменение суммарного количества антиоксидантов в молоке коров разового удоя на пике лактации	45	
Федорова З.Л., Вахрамеев А.Б., Макарова А.В. Перспектива использования пород кур комбинированного типа продуктивности в органическом птицеводстве	51	
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»	57	
Как регионы Сибири осваивают современные приемы кормопроизводства	62	ADS
Чтобы ваши деньги не ушли в навоз: как правильно выбрать премиксы	64	ADS
Волкова Л.А., Волкова Н.А. Получение и характеристика культуры сперматогенных клеток самцов межвидовых гибридов домашних овец и архара	65	
Ефимова Н.И., Шумаенко С.Н., Омаров А.А.		
Взаимосвязь между основными селекционируемыми признаками овец пород российский мясной меринос и советский меринос	71	
Иолчиев Б.С., Новгородова И.П., Прытков Ю.А., Кленовицкий П.М., Хуснетдинова Н.Ф., Силантьева А.О., Иолчиев Р.Б.		
Влияние биотических факторов на параметры ядрышек в интерфазных клетках	76	

АГРОНОМИЯ

Галактионова Л.В., Короткова А.М., Терехова Н.А., Воскобулова Н.И., Лебедев С.В.		
Оценка использования наночастиц кремния и железа для предпосевной обработки семян <i>Pisum sativum</i>	81	
Морозов Н.А., Ходжаева Н.А., Хрипунов А.И., Община Е.Н. Влияние самых сильных летне-осенних засух на урожайность озимой пшеницы по различным предшественникам в засушливых условиях Восточного Предкавказья	87	
Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Романюкин А.Е., Сухенко Н.Н., Ермолина Г.М.		
Урожайность и качество зеленой массы новых сортов сорго сахарного в АНЦ «Донской»	93	
Мягкова Е.Г. Результаты оценки образцов хлопчатника (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) при возделывании в условиях Астраханской области	98	
Газизов Р.Р., Прищепенко Е.А., Рахманова Г.Ф., Маснабиева Р.Р. Влияние предпосевной обработки семян сапропелем и биогумусом на урожайность овса и ячменя и содержание основных элементов питания в зерне	104	
Зубко Н.Г., Долженко Т.В. Действие фунгицидов на содержание фотосинтетических пигментов в растениях пшеницы яровой	110	
Кинчарова М.Н., Матвиенко Е.В.		
Оценка влияния предпосевной обработки семян зернового сорго фунгицидами на развитие пятнистостей в лесостепи Самарской области	119	
Григорьев А.А., Авдеев И.А.		
Регенерационная способность привитых черенков в стратификационной камере при использовании растворов физиологически активных веществ	125	
Набатников С.А., Мартиросян Л.Ю. Некоторые аспекты использования Кипрея узколистного (<i>Chamaenerion angustifolium</i>)	130	

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Толкачев А.А. Восстановление детали трактора методом электродуговой металлизации	135	
Евдокимов И.П., Юшков А.Н., Кузнецов Г.Я., Хохлова А.А., Якуба Ю.Ф.		
Применение сферических вырезных и игольчатых ротационных дисков для обработки почвы в междурядьях садовых насаждений	139	
Белоглазов П.Г. Цифровизация в животноводстве – новые тенденции современного мира	144	ADS
Воробьев Д.И., Нелюбина Е.Г., Авдошкина С.А., Алимджанова Е.А., Темербаева М.В., Урюмцева Т.И.		
Разработка технологии кисломолочных продуктов для детского питания	149	

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА


Кирдищева Д.Н., Холина О.М., Тимошенко Н.А. Статистический сценарий развития производительности труда в молочном скотоводстве Брянской области	154	
Бобкова Ю., Терентьев С.Е., Воробьев Д.И., Григорьянц И.А., Исаева К.С., Мухамеджанова А.С.		
Оценка экономической эффективности внедрения процесса акустической заморозки в производстве замороженных блюд	160	
Головина С.Г., Ручкин А.В. Институциональный контекст функционирования сельскохозяйственных кооперативов: региональные особенности	165	

CONTENTS

NEWS

12

INDUSTRY NEWS

Three questions for an expert. Sheet nutrition features.....	13	
In 2022, the export of agricultural products of the Russian Federation increased by 12%	14	
The Ministry of Agriculture of Russia will strengthen measures to support manufacturers of feed and food additives	15	
In 2023, 445.8 billion rubles will be allocated for the implementation of three state programs conducted by the Ministry of Agriculture of Russia	16	




EVENT

AGROS expands its borders and opens up business opportunities in the new year.....	17
--	----

LEGISLATION

An integrated biotechnological approach for socially responsible agricultural producers.....	18	
--	----	---

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

<i>Atlanderova K.N., Miroshnikov S.A., Ryazanov V.A., Duskaev G.K., Sheida E.V.</i> Effect of cavitated husks on the metabolome of fermentation end products, microbiome and physicochemical parameters of the rumen (<i>in vitro</i>)	20	
Modern approach to the treatment of mastitis	26	
<i>Tyurina D.G., Laptev G.Y., Yildirim E.A. and al.</i> Changes in the expression of antimicrobial peptide genes in poultry under the influence of glyphosate and probiotic	28	
<i>Sidorova V.Yu.</i> Problems of farm animals' ecological keeping in cities	35	
<i>Muradyan A.M., Solovyova O.I., Minasyan L.M., Chitchyan Zh. T., Ruzanova N.G.</i> Dynamics of changes in milk productivity of brown Swiss cows of local breeding in the conditions of Armenia.....	41	
<i>Zaitsev S.Yu., Savina A.A., Bogolyubova N.V.</i> Changes in the total amount of antioxidants in cow milk with milking time at the peak of lactation	45	
<i>Fedorova Z.L., Vakhrameev A.B., Makarova A.V.</i> The prospect of using chicken breeds of the combined type of productivity in organic poultry farming	51	
<i>Gorelik O.V., Kharlap S.Yu., Struin A.A., Belookov A.A., Belookova O.V., Chuhutin E.V.</i> Features of broilers live weight gain in case of using the biotechnological additive "Ares"	57	
How the regions of Siberia are mastering modern methods of fodder production.....	62	
So that your money does not go into manure: how to choose the right premixes.....	64	
<i>Volkova L.A., Volkova N.A.</i> Obtaining and characterization of the spermatogenic cell culture of males from interspecific hybrids of domestic sheep and argal.....	65	
<i>Efimova N.I., Shumayenko S.N., Omarov A.A.</i> The relationship between the main Sheep breeding traits of the Russian meat merino and Soviet merino breeding.....	71	
<i>Iolchiev B.S., Novgorodova I. P., Prytkov Y. A., Klenovitsky P. M., Khusnutdinova N.F., Silantieva A.O., Iolchiev R.B.</i> The influence of biotic factors on the parameters of the nucleolus	76	

AGRONOMY

<i>Galaktionova L.V., Korotkova A.M., Terekhova N.M., Vockobulova N.I., Lebedev S.V.</i> Evaluation of the use of silicon and iron nanoform for pre-sowing treatment of <i>Pisum sativum</i> seeds	81	
<i>Morozov N.A., Khodjaeva N.A., Hripunov A.I., Obschiya E.N.</i> Effect of the most severe summer-autumn droughts on the yield of winter wheat on different precursors in the arid conditions of the Eastern Caucasus	87	
<i>Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Romanyukin A.E., Sukhenko N.N., Ermolina G.M.</i> Green mass productivity and quality of new sweet sorghum varieties in the ARC "Donskoy"	93	
<i>Myagkova E.G.</i> Results of evaluation of cotton samples (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) under cultivation in the Astrakhan region	98	
<i>Gazizov R.R., Prishchepenko E.A., Rakhmanov G.F., Masnavieva R.R.</i> Influence of pre-sowing treatment of seeds with sapropel and biohumus on the yield of oats and barley and the content of basic nutrients in grain.....	104	
<i>Zubko N.G., Dolzhenko T.V.</i> The effect of fungicides on the content of photosynthetic pigments in spring wheat plants.....	110	
<i>Kincharova M.N., Matvienko E.V.</i> Evaluation of the effect of pre-sowing treatment of grain sorghum seeds with fungicides on the development of blotches in the forest-steppe of the Samara Region.....	119	
<i>Grigoriev A.A., Avdeenko I.A.</i> Regenerative ability of grafted cuttings in the callusing room by using solutions of physiologically active substances	125	
<i>Nabatnikov S.A., Martirosyan L.Yu.</i> Blooming Sally. Some aspects of the use of Blooming Sally (<i>Chamaenérion angustifolium</i>)	130	

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

<i>Tolkachev A.A.</i> Restoration of a tractor part by the method of electric arc metallization	135	
<i>Evdokimov I.P., Yushkov A.N., Kuznetsov G.Ya., Khokhlova A.A., Yakuba U.F.</i> The use of spherical notched and needle-shaped rotary discs for soil cultivation in the aisles of garden plantings	139	
<i>Beloglazov P.G.</i> Digitalization in animal husbandry – new trends in the modern world.....	144	
<i>Vorobyev D.I. et al.</i> Development of technology for the fermented milk products for baby food	149	

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

<i>Kirdishcheva D. N., Khokhrina O.M.</i> Statistical scenario of labor productivity development in dairy cattle breeding of the Bryansk region	154	
<i>Bobkova E.Y. et al.</i> Evaluation of economic efficiency of introduction of the acoustic freezing process in the frozen meals production	160	
<i>Golovina S.G., Ruchkin A.V.</i> Institutional Context of Agricultural Cooperatives Functioning: Regional Peculiarities.....	165	



**УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ, АВТОРЫ, РЕЦЕНЗЕНТЫ, ПАРТНЕРЫ,
КОЛЛЕГИ И ДРУЗЬЯ ЖУРНАЛА «АГРАРНАЯ НАУКА»!**

От всей души поздравляю вас с наступающим Новым годом и выражаю огромную благодарность за преданность нашему общему делу – развитию аграрной науки.

Новый год — это всегда новые надежды, новые планы и уверенность в том, что завтрашний день будет лучше.

Уходящий 2022 год был для всех нас непростым, произошло достаточно много изменений в жизни страны и мира. Для кого-то он стал настоящим испытанием на прочность и стойкость, а для кого-то — годом новых возможностей, годом реализованных проектов и исполненных желаний.

Коллектив научно-теоретического и производственного журнала «Аграрная наука» делает всё, чтобы издание оставалось для вас нужным, полезным и интересным.

Надеюсь, что наступающий 2023 год принесет всем больше стабильности и уверенности в завтрашнем дне, бесценный опыт, новые достижения, которые позволят нам достичь наилучших результатов.

Желаю вам сил для достижения поставленных целей и задач, чтобы никогда не ослабевал ваш интерес к жизни и к своей работе!

От всей души желаю вам и вашим близким крепкого здоровья, удачи, праздничного настроения и добрых перемен в грядущем году! А нам – и дальше оставаться в компании таких замечательных читателей, авторов, рецензентов научных материалов, членов международной редакционной коллегии.

С наступающим Новым годом!

*Борис Виолин,
главный редактор журнала «Аграрная наука»*



ГК «ШАНС»



Уважаемые коллеги!

От всей души поздравляю вас с наступающим Новым годом!

Пусть 2023 год станет для нас с вами временем стабильности и поступательного развития.

Желаю вам крепкого здоровья, удачи во всех начинаниях и надежных партнеров рядом!

*Президент ГК «Шанс»
М.Н. Джавадов*



НПП «АВИВАК»



Дорогие друзья, коллеги и партнеры!

Искренне поздравляем вас с Новым 2023 годом!

Пусть грядущий год принесет нам много счастья, благополучия и мирного неба.

Желаем, чтобы все тревоги остались в минувшем году, а символ 2023 года – Кролик – принес успех, удачу и везение!

Желаем всем в новом году быть здоровыми, красивыми, любимыми и успешными.

*Директор по науке НПП «АВИВАК»
Т.Н. Рождественская*

AVTEX



AWTech
Advanced Worldwide Technologies

Уважаемые коллеги!

Поздравляем вас с наступающим Новым годом!

Пусть 2023 год станет для всех нас годом новых успехов и достижений!

Мы будем рады, если оборудование и инженерные решения «AVTex» будут помогать вам успешно решать ваши задачи, способствуя развитию отечественной науки и производства.

Желаем вам мира здоровья и благополучия!

Коллектив Группы компаний «AVTex»



АГРО-МАТИК

Уважаемые коллеги и друзья!

Компания «Агро-Матик» поздравляет вас с наступающим Новым годом!



Мы благодарны тем, кто был с нами весь этот год и надеемся на продолжение сотрудничества! Компания «Агро-Матик» в новом году, как и прежде, будет рада помогать российским животноводам в поиске эффективных кормовых решений! Мы готовы сотрудничать с профессионалами сферы молочного животноводства, птицеводства и свиноводства, аквакультуры. Мы желаем всем новых успешных проектов, хороших привесов и надоев!

Пусть сбудутся все надежды и ожидания, успешно реализуются все начинания! Удачного и счастливого года!

*Генеральный директор ООО НПО «Агро-Матик»
А.Э. Ставцев*

GLOBAL VET

Поздравляем партнеров с Новым годом и Рождеством!

2022 год был непростым и непредсказуемым. Игроки сельскохозяйственного рынка активно искали новых поставщиков, перестраивали логистику и пытались справиться с аномальным спросом, спровоцированным паникой. Вызовы эпохи перемен потребовали нестандартных решений и высокой адаптивности к изменениям.

Несмотря на проблемы, предприниматели российского агропромышленного сектора выстояли в схватке с обстоятельствами. А импортозамещение открыло новые горизонты для выгодных контрактов и выпуска отечественных аналогов на российский рынок.

Желаем, чтобы этот тяжелый год завершился положительным финансовым результатом. Пусть удача сопутствует всем начинаниям. Любые неожиданности оборачиваются новыми возможностями и точками роста бизнеса.

А инновационные продукты Globalvet Group помогут реализовать самые смелые планы!



ООО «КОМПАНИЯ ХЕЛИКОН»

Дорогие друзья!

Поздравляем вас с Новым 2023 годом!

Пусть наступающий год будет полон идей и планов, а каждое начинание завершится успехом. Здоровья и благополучия вам и вашим близким!

ООО «Компания Хеликон»



«БИОТРОФ»

**Уважаемые коллеги,
дорогие друзья!**

Примите искренние поздравления с наступающим Новым годом!



Одно из основных понятий, олицетворяющих уходящий 2022 год, которое коснулось всех подотраслей сельского хозяйства, – это импортозамещение. Научные и производственные мощности НПК «БИОТРОФ» позволили предоставить рынку абсолютно полноценную платформу импортозамещения всех пробиотиков, энтеросорбентов и силосных заквасок для сельского хозяйства. Ведь наш опыт создания биопрепаратов именно под нужды отечественных сельхозтоваропроизводителей начал формироваться еще задолго до тех времен, когда импортозамещение стало настолько актуальным для России. Не сомневаемся, что благодаря совместным усилиям приходящий 2023 год будет для сельского хозяйства невероятно успешным и станет годом процветания! Хотелось бы поблагодарить вас за доверие к нам и нашей деятельности, пожелать счастья, крепкого здоровья, благополучия и уверенности в завтрашнем дне!

С Новым годом!

*Директор НПК «БИОТРОФ»,
д.б.н. Г.Ю. Лаптев*



ООО «ДОЗА-АГРО»

Уважаемые коллеги и партнеры!

От всей души поздравляем вас с наступающим Новым годом и Рождеством!

Пусть наступающий год станет временем добрых свершений, созидательного труда на благо нашей Родины, принесет удачу и стабильность!

Желаем вам и вашим близким крепкого здоровья, душевного спокойствия и уверенности в завтрашнем дне!

Коллектив ООО «Доза-Агро»



ЖАСКО

Уважаемые коллеги!

В уходящем году каждый из нас ощутил свою важную роль в продовольственной и экономической безопасности страны. Нашими общими усилиями строится фундамент импортонезависимого государства.

АО «ЖАСКО» – крупная инженеринговая компания, предлагающая комплексные решения для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства. В новом 2023 году хочется пожелать вам здоровья, счастья, процветания, уверенного движения вперед, самой дружной команды и надежных партнеров!

С Новым годом!

Компания ЖАСКО

ООО «КРАСНОКАМСКИЙ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД»



**Дорогие коллеги-
специалисты в области
сельского хозяйства!**

Примите поздравления с наступающим Новым годом!



Мы с вами трудимся в важнейшей отрасли экономики, от наших усилий напрямую зависит благополучие жителей страны. Поэтому пусть в следующем году на всех уровнях растёт понимание ценности нашего труда. Также надеюсь на усиление поддержки со стороны государства.

Желаю в новом году быть открытыми всему новому: внедрять современные технологии, активно знакомиться с опытом коллег. Это необходимо для роста и развития!

*Директор ООО «Краснокамский ремонтно-механический завод»
Д.В. Теплов*



ВЕРУМБИО

Уважаемые коллеги, партнеры и друзья!

Поздравляем вас с наступающим новым 2023 годом. Желаем счастья, здоровья, отличного настроения, эффективных решений и исполнения желаний.

Пусть наступающий год станет для вас удачным и принесет интенсивный рост и развитие.

Новых продуктивных проектов и финансового благополучия!

Коллектив компании «ВЕРУМБИО»

ФГБНУ РОСНИИСК «РОССОРГО»



**Уважаемые коллеги,
дорогие друзья!**

Уходящий год был непростым. Череду неблагоприятных событий оставила свой отпечаток во всех сферах жизни общества, в том числе и в сфере аграрного производства. Однако наш народ всегда умел сплотиться и противостоять невзгодам. Несмотря на все вызовы времени, аграрная наука продолжает оставаться фундаментом достижений отечественного АПК, что способствует бесперебойному обеспечению российского рынка высококачественной и конкурентоспособной сельхозпродукцией отечественного производства. Новый год – новая страница жизни. Пусть 2023 год принесет много новых достижений, широких возможностей и положительных результатов. Добра всем, благополучия, уверенных жизненных позиций и процветания.

С Новым годом!

*Коллектив ФГБНУ
РосНИИСК «Россорго»*

ПО «СИББИОФАРМ»



Уважаемые коллеги и партнеры!

От всей души хотим поздравить
вас с наступающим 2023 годом!

Пусть Новый год принесет море позитива, светлого
настроения и улыбок. Всем удачи, новых достижений.

Крепкого здоровья и мирного неба над головой!

*С теплыми пожеланиями из Сибири,
Коллектив ПО «Сиббиофарм»*

ООО «СИНГЕНТА»



В канун Нового года хочется вспом-
нить все хорошее и отметить дости-
жения, чтобы перевернуть календарь
с позитивным настроением и начать новую
успешную главу.

Для работников сельского хозяйства уходящий год
стал богатым на свершения: побит исторический ре-
корд по сбору зерна, сохранены темпы аграрного про-
изводства даже в противостоянии с мощной засухой,
затронувшей многие регионы, расширены посевные
площади под приоритетные культуры для обеспечения
продовольственной безопасности страны.

И все это ваша заслуга — тех, кто трудится на земле
с полной самоотдачей и верой в современные техно-
логии. Технологии, которые «Сингента» превращает
в эффективные продукты для защиты и реализации
потенциала растений. Компания всегда старается
быть на шаг впереди потребностей рынка: разраба-
тывает и регистрирует инновационные препараты,
активно развивает новое направление биологических
продуктов и питания, ставит амбициозные цели ради
благополучия общества, природы и планеты.

В новом году мы снова вместе с вами будем рабо-
тать на результат и стремиться к рекордам. Так пусть
удача сопутствует всем начинаниям, а любимое дело
всегда приносит счастье!

С Новым годом!

*Директор ООО «Сингента»
Константин Бельдюшкин*



ФИЦ КАЗНЦ РАН

**Уважаемые коллеги,
от всей души
поздравляю вас
с наступающим Новым годом!**



Каждый уходящий год оставляет за собой реали-
зованные проекты, новые контакты сотрудничества
и приятные моменты. Так пусть же в этот Новый год
перед вами откроются новые возможности, поко-
рятся новые вершины. Пусть трудности обходят вас
стороной, а удача помогает во всех начинаниях.
Желаем вам счастья, успехов, жизненного везения
и больших творческих высот!

*Руководитель Татарского НИИАХП –
обособленное структурное подразделение
ФИЦ КазНЦ РАН, к.с.-х.н. Елена Прищепенко*

«КОДЖЕНТ РУС»



Уважаемые партнёры!

Дорогие коллеги и друзья!

От имени компании «Коджент Рус»
поздравляем вас с Новым 2023 годом
и Рождеством Христовым!



Мы благодарим вас за нашу совмест-
но проделанную работу в уходящем году, которой
мы по праву можем гордиться. Для всех нас этот год
был непростым, но наш опыт, вера и упорство позво-
лили достичь высоких результатов и чувствовать уве-
ренность в завтрашнем дне. Мы не сомневаемся, что
новый 2023 год станет стартовой площадкой для на-
ших новых совместных взлётов, открытий и достиже-
ний!

Желаем вам смелых стремлений и открытий, удач-
ных стартов и больших побед, успешных результатов
в делах и перспектив в личных интересах.

Пусть наша совместная работа будет продуктив-
ной, эффективной и благополучной, а наши дела раз-
вивались в нужном направлении!

С Новым годом!

*Исполнительный директор
компании «Коджент Рус»
Дмитрий Демченко*



ЦИНТИВО

Дорогие наши коллеги, друзья!

Совсем скоро старый год отступит, и на смену ему
придет новый 2023 год.

Желаем, чтобы очередной рубеж был взят с высо-
кими показателями роста.

Пусть придут процветание, успех, благополучие.

Пусть этот год станет прекрасным стартом для но-
вых проектов и развития.

Желаем свершения задуманного, здоровья, мира
и счастья в наступающем году!

Компания ЦИНТИВО

ФГБНУ ФИЦ ВИЖ ИМ. АКАДЕМИКА Л.К. ЭРНСТА



Уважаемые коллеги!

Поздравляем с наступающим Новым годом!

Желаем всем нам крепкого здоровья, бодрости
духа и баланса жизненных сил, чтобы продолжать
добиваться высоких результатов и служить на благо
развития и процветания отечественной науки.

*Трудовой коллектив
ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста*

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИИ СОВЕРШЕНСТВУЕТ СИСТЕМУ ВЕТЕРИНАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТРАНЕ

В РФ будет усовершенствована система ветеринарной безопасности. Необходимый для этого план мероприятий (дорожная карта) утвержден премьер-министром РФ Михаилом Мишустиним.

Как сообщается на официальном сайте Правительства России, данный документ содержит комплекс мер, направленных на предотвращение возникновения и распространения особо опасных болезней животных. Речь идет об африканской чуме свиней, высокопатогенном гриппе птиц, ящуре. Главная цель – повысить эффективность борьбы с такими болезнями. В дорожную карту вошли действующие в нашей стране меры по предотвращению распространения очагов особо опасных болезней животных и новые мероприятия по ветеринарной безопасности. Среди них – создание в регионах мобильных ветеринарных отрядов и оснащение их всем необходимым оборудованием для ликвидации очагов особо опасных болезней животных. Региональным властям совместно с Россельхознадзором рекомендовано открыть горячую линию, куда граждане и организации смогут сообщать о случаях заболевания животных. Также регионам рекомендовано обеспечить регулярные диагностические исследования с целью выявления заболевших животных и проведения лабораторных исследований на инфекционные болезни, отмечается в сообщении кабмина.



НОВЫЕ ПРАВИЛА ВЕТСАНЭКСПЕРТИЗЫ МЕДА ВСТУПАТ В СИЛУ В НАЧАЛЕ МАРТА 2023 ГОДА

Приказом Минсельхоза России от 18 октября 2022 года № 713 утверждены Ветеринарные правила назначения и проведения ветеринарно-санитарной экспертизы меда натурального пчелиного, перги и молочка маточного пчелиного, предназначенных для переработки и реализации. Документ, опубликованный 30 ноября 2022 года на официальном интернет-портале правовой информации, вступит в силу с 1 марта 2023 года. С этого момента будут признаны утратившими силу прежние правила ветеринарно-санитарной экспертизы меда, принятые в 1995 году.

Новые правила, в частности, строго регламентируют срок проведения ветсанэкспертизы – в течение первых трех часов с момента отбора проб, а в случае если потребуются лабораторные исследования, срок ее проведения не должен превышать 10 дней с момента поступления проб в лабораторию. Новые правила предписывают исследовать каждую партию меда, перги и маточного молочка по органолептическим и физико-химическим показателям. Проверять мед на содержание токсичных элементов, пестицидов и ветпрепаратов следует не реже 1 раза в год, а пергу и маточное молочко – по нормам техрегламента



Таможенного союза. Как указано в документе, ветсанэкспертизу назначают и проводят специалисты госветслужбы. Действие правил не распространяется на продукцию, которая изготовлена для личного потребления.

(Источник: vetandlife.ru)

С НАЧАЛА ГОДА ИЗ УДМУРТИИ В КИТАЙ ЭКСПОРТИРОВАНО БОЛЕЕ 1,5 ТЫСЯЧ ТОНН РАПСОВОГО МАСЛА

В ноябре текущего года из Удмуртии в КНР было экспортировано 435 т рапсового масла. Об этом сообщила пресс-служба Управления Россельхознадзора по Кировской области, Удмуртской Республике и Пермскому краю. Продукция была вывезена из Завьяловского и Сарапульского районов.

В сообщении отмечено, что при досмотре продукции было проведено исследование образцов на наличие карантинных объектов и, по результатам лабораторной экспертизы Удмуртского филиала ФГБУ «ВНИИЗЖ», установлено их отсутствие. Также собственниками продукции проведено исследование масла рапсового на наличие линий ГМО, по результатам которого наличие ГМО не выявлено. Каждая экспортируемая партия подкарантинной продукции соответствовала фитосанитарным требованиям китайской стороны, выдано 34 фитосанитарных сертификата, отметили в ведомстве.

С начала 2022 года из Удмуртской Республики в Китай вывезено 1511 т рапсового масла.

(Источник: официальный сайт Управления Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору по Кировской области, Удмуртской Республике и Пермскому краю)

УЧЕНЫЕ ТИМИРЯЗЕВКИ СОЗДАЛИ ПЕРВЫЙ В РОССИИ ГИБРИД ЛУКА С УСТОЙЧИВОСТЬЮ К РЯДУ БОЛЕЗНЕЙ

В РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева впервые в России создан генетически устойчивый к ложной мучнистой росе (пероноспорозу) гибрид лука репчатого F1 Резистор. Такой лук гарантирует максимальную урожайность. Гибрид, сочетающий генетическую устойчивость к пероноспорозу с комплексом хозяйственно ценных признаков, подходит для выращивания во многих регионах России. Семена F1 Резистор будут доступны покупателям сразу после регистрации гибрида в Государственном реестре РФ. Планируемая урожайность гибрида – не менее 100 т с 1 га. По данным Министерства сельского хозяйства РФ, использование в нашей стране импортных семян лука репчатого за последнее время составляло более 70%. При этом в Государственном реестре селекционных достижений не зарегистрировано ни одного зарубежного гибрида с генетической устойчивостью к пероноспорозу.

Селекция новых гибридов и обеспечение продовольственной безопасности являются частью программы Тимирязевки по созданию и развитию селекционно-семеноводческого центра овощных культур в рамках национального проекта «Наука и университеты».

(Источник: официальный сайт РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева)



Подпишитесь
на наш Telegram канал!

ОСОБЕННОСТИ ЛИСТОВОГО ПИТАНИЯ



Журнал «Аграрная наука» при поддержке группы компаний «Шанс», одного из лидеров отечественного рынка средств защиты растений (СЗР), представляет экспертную рубрику «Три вопроса эксперту». Продакт-менеджер ГК «Шанс» Василий Соннов отвечает сегодня на вопросы о листовом питании, о том, как грамотно выбирать и применять микроудобрения.

1 Примерно 90% элементов питания усваиваются растением через корень, 10% – через листья. Можно игнорировать эти 10% или же на эту часть питания стоит обращать внимание? Листовые подкормки могут заменить почвенное внесение комплексных удобрений?

Существует миф о том, что растения не усваивают элементы питания через листовую поверхность. На самом деле, через лист растения могут усваивать до 10% необходимых элементов питания, таких как азот, фосфор, калий, сера, марганец и т.д. Через лист растения могут усваивать все три формы азота, разница – в скорости усвоения.

Как вы заметили, основное питание происходит через корень растения. Листовыми подкормками можно компенсировать нехватку каких-либо элементов. Однако случается и так, что именно листовые подкормки помогают получить прибавку урожая.

2 Верно ли утверждение о том, что только качество и состав удобрения влияют на эффективность листовой подкормки?

В действительности на качество листовой обработки влияет множество факторов.

Например, можно работать с очень хорошими удобрениями, но если при этом использовать неподходящую воду, положительного результата не добьетесь. Уровень pH воды должен быть в пределах значений 4,5–6,5 – в этом диапазоне усваивается наибольшее количество элементов питания. Стоит учитывать и жесткость воды: она определяется наличием в ней растворенных ионов калия и магния. Жесткая вода может

вызывать снижение растворимости и повлиять на баланс системы поверхностно-активных веществ, соответственно, на такие свойства, как увлажнение, эмульгирование и дисперсия. Оптимальное значение ЕС = 0,5 (350 млн⁻¹).

На эффективность листовой подкормки также влияют условия обработки. Нельзя работать в жаркую погоду и при сильном ветре.

Нужно принимать во внимание и физиологическое состояние растения. Мы не можем провести листовую подкормку, когда растение ослаблено продолжительным воздействием негативных факторов, например засухой.

Важна фаза обработки. Препарат следует вносить в то время, когда он сработает наиболее эффективно. Оптимальная температура внесения листовых подкормок – 21–22 градуса, выше не рекомендуется.

Еще один важный фактор – это влажность: она должна быть выше 70%.

3 Европейские аналоги превосходят по качеству российские препараты?

Тут важно оценивать экономическую и организационную составляющие комбинированных схем. Иной раз по урожайности мы получаем одинаковый результат, независимо от того, используем мы иностранные или отечественные препараты. А с точки зрения затрат можно сэкономить неплохую сумму. Если говорить об окупаемости и рентабельности, то использование российской продукции рентабельнее.

Не могу не отметить, что важно работать с препаратами, которые доступны, надежны и предлагают проверенными поставщиками.

Микрополидок плюс

Жидкие микроудобрения в хелатной форме для некорневой подкормки и обработки посевного материала

В следующем номере читайте об особенностях защиты картофеля.

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.

В 2022 ГОДУ ЭКСПОРТ ПРОДУКЦИИ АПК РФ ВЫРОС НА 12%

В рамках IV ежегодной стратегической сессии «Российский агроэкспорт 2022–2023: тренды, вызовы и новые возможности» состоялось обсуждение перспектив развития отечественного аграрного экспорта, итогов текущего года и планов на следующий год. Одним из ключевых стало выступление заместителя министра сельского хозяйства РФ Сергея Левина – руководителя федерального проекта «Экспорт продукции АПК».

Экспорт продукции отечественного АПК стабильно растет все последние годы, отметил в ходе своего доклада на сессии замминистра сельского хозяйства РФ Сергей Левин. В 2022 году наша страна подтвердила свой статус гаранта продовольственной безопасности и надежного поставщика продовольствия для государств Азии, Африки и Ближнего Востока, укрепила позиции на рынке дружественных стран, расширила географию сотрудничества, подтвердив правильность стратегического выбора наших приоритетных рынков, сообщил он. «Как вы знаете, в этом году российский АПК столкнулся с серьезными вызовами. Экспортеры были вынуждены вносить изменения в географию поставок, трансформировать логистику и систему взаиморасчетов, обновлять договоренности с партнерами и контрагентами. Отмечу, что в рамках федерального проекта “Экспорт продукции АПК” мы изначально делали ставку на страны Азии, Африки, Ближнего Востока. Поэтому нам не пришлось спешно перестраивать основные приоритеты и менять главные цели. Все это время мы были в тесном контакте с компаниями, оценивали уровень проблем, находили решения, которые необходимы для смягчения негативных последствий санкционного давления», – рассказал замминистра. С учетом запросов бизнеса для поддержки финансовой устойчивости предприятий АПК в текущем году были значительно увеличены лимиты льготного кредитования, отменены штрафные санкции и предусмотрена возможность пролонгации экспортных показателей на 24 месяца по программам льготного кредитования и капексов, добавил он.

«С учетом удорожания логистики мы значительно – на 2,5 миллиарда рублей – увеличили объем субсидирования транспортировки по сравнению с прошлым годом. Объем средств, предусмотренных на сертификацию, также был увеличен по сравнению с 2021 годом», – сообщил Сергей Левин.

Министерство сельского хозяйства РФ продолжило расширять сеть своих представителей за рубежом и в этом году, отметил замминистра. «К настоящему времени уже направлено почти четыре десятка наших представителей на основные страны. Работа сельхозатташе дает конкретные результаты: на постоянной основе оказывается существенное содействие нашей продукции, облегчается коммуникация с за-



рубежными партнерами. При активном участии представителей Минсельхоза был открыт доступ на рынки 10 стран по 20 видам продукции – молочной, мясной, рыбной, а также кондитерским изделиям», – сказал он. В 2022 году проведено семь деловых миссий – в ОАЭ, Катар, Турцию, Армению, Малайзию, Вьетнам и Саудовскую Аравию, добавил спикер. «Активизация работы сельхозатташе, укрепление связей с деловыми партнерами из дружественных стран – это одни из самых серьезных и эффективных инструментов поддержки российского аграрного экспорта в условиях санкционного давления. Совместные усилия государства и бизнеса позволили нам сохранить позитивную динамику аграрного экспорта. В 2022 году экспорт продукции АПК вырос на 12% по сравнению с прошлым годом. В том числе поставки масложировой продукции увеличились на 26%, зерновых – на 14%, мясной и молочной продукции – на 16%. Выросли и поставки другой продукции (в том числе пищевой и переработанной продукции)», – сказал Сергей Левин. Все это говорит об устойчивости российского АПК, его способности адаптироваться к непростым условиям внешней торговли, резюмировал он.

«Итоги 2022 года вселяют уверенность в том, что российский аграрный экспорт опирается на прочный фундамент, – заключил замминистра. – Наше продовольствие востребовано в мире. Мы продолжаем развиваться, несмотря на все ограничения и противодействие». Вместе мы справимся с любыми трудностями и добьемся новых успехов, подытожил спикер.

Ю.Г. Седова

МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ УСИЛИТ МЕРЫ ПОДДЕРЖКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОРМОВЫХ И ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

В ходе сессии «Технологический суверенитет в сфере сельскохозяйственной и пищевой биотехнологии. Текущее состояние и перспективные разработки» состоялось обсуждение вопросов обеспечения продовольственной безопасности РФ и развития отрасли пищевых биотехнологий. Мероприятие прошло 2 декабря 2022 года в рамках II Конгресса молодых ученых.

За прошедшие шесть лет наша страна значительно увеличила экспорт агропромышленной продукции, и сегодня мы кормим не только себя, но и существенную часть мира, отметила модератор мероприятия, заместитель директора по стратегическим коммуникациям ФИЦ Биотехнологии РАН Алина Осьмакова. «За этот – безусловно фантастический – результат большое спасибо нашим регуляторам в виде Минсельхоза России», – сказала она.

Модератор заострила внимание на глобальных изменениях мировой продовольственной индустрии, происходящих в последние годы; по ее мнению, еще несколько лет назад для индустрии была характерна тесная международная кооперация глобальных мировых игроков со сложившимися системами распределения компетенций, крупными заводами, производящими ингредиенты для половины мира. «Это всем было удобно, это было стабильно и казалось, так будет всегда. Однако наступили несколько иные времена», – добавила она. Спикер отметила актуальность проблематики импортозамещения в сфере производства пищевых ингредиентов и компонентов и предложила коллегам уделить этой теме особое внимание.

Минсельхоз России усилит меры поддержки отечественных производителей кормовых и пищевых добавок, отметила первый заместитель министра сельского хозяйства РФ Оксана Лут. На текущий момент в АПК РФ наблюдается определенная зависимость от поставок ряда импортных кормовых и пищевых добавок. «Я бы не сказала, что у нас критическая ситуация, связанная с биотехнологическими продуктами, не только пищевыми, не надо забывать про кормовые биотехнологические продукты, потому что без них невозможно вырастить животных и получить, условно, то мясо, которое потом все едят», – уточнила спикер. Ключевой задачей для развития производства кормовых и пищевых добавок является разработка российских биотехнологий, в частности создание штаммов-продуцентов, и по данному направлению ведется активная работа, сообщила первый замминистра. Так, созданная при участии НИЦ «Курчатовский институт» технология производства лизина уже внедрена в Белгородской области (аминокислота производится на предприятии «Белгородский лизин»). По словам

спикера, в ближайшей перспективе все 100% потребностей по лизину у нас будут закрыты внутренним производством. Что касается таких аминокислот как триптофан, трианин и валин, то их отечественные штаммы только разработаны, поэтому планируется привлекать китайских партнеров, заинтересованных в создании производства на базе ростовского завода. Этот завод сейчас находится в замороженном состоянии, уточнила Оксана Лут. «Со следующего года начнем восстанавливать производство и ориентировочно планируем в 2026 году ввод его в эксплуатацию», – добавила она. Причем работать завод будет не только на внутреннее потребление, но и на экспорт, – создавать производство исключительно для внутреннего рынка нет необходимости, так как для российского животноводства не нужно большое количество аминокислот, пояснила спикер. В настоящее время также прорабатывается возможность строительства в Астраханской области крупного завода по производству метионина, сообщила она.

Необходимо создание единого регулирующего органа, единого регулятора, у которого в руках будет вся полнота действий, касающихся использования генетических технологий, отметил директор ФИЦ Биотехнологии РАН, д.б.н. Алексей Федоров. Также, по словам спикера, следует обновить нормативную документацию. «Технологии давно ушли вперед, а мы до сих пор вынуждены опираться на документы, принятые еще в девяностых годах», – сказал он. Тем не менее, в целом в России есть все научные возможности для наработки отечественных штаммов, подытожил ученый.



Ю.Г. Седова

В 2023 ГОДУ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ТРЕХ ГОСПРОГРАММ, КОТОРЫЕ ПРОВОДИТ МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ, БУДЕТ НАПРАВЛЕНО 445,8 МЛРД РУБЛЕЙ

В рамках второй ежегодной конференции «Агротренды России 2022–2023» состоялось обсуждение ключевых трендов АПК РФ, мер и механизмов поддержки и финансирования отечественного агро-сектора. Мероприятие, организованное Agrotrend.ru при поддержке Минсельхоза России, отраслевых союзов и СМИ, прошло в гибридном формате 1 декабря в Москве. Большой интерес участников вызвал доклад заместителя министра сельского хозяйства РФ Елены Фастовой на тему «Предварительные итоги 2022 года. Поддержка и финансирование АПК: изменения в 2023 году».

По данным замминистра сельского хозяйства РФ Елены Фастовой, уходящий год отрасль заканчивает с бюджетом в 467,5 млрд рублей. В 2023 году на реализацию трех госпрограмм, которые проводит Минсельхоз России, планируется направить 445,8 млрд рублей.

Будут существенно увеличены расходы на Государственную программу развития сельских территорий (Госпрограмму КРСТ) и Государственную программу вовлечения в оборот земель сельхозназначения и развития мелиоративного комплекса (Госпрограмму «Мелиорация»). На первую – с 52,5 млрд руб. до 59,9 млрд руб. (+7,4 млрд руб.), на вторую – с 25,2 млрд руб. до 38,4 млрд руб. (+13,2 млрд руб.), сообщила спикер.

Из 347,5 млрд рублей – общего объема средств, предусмотренных на Государственную программу развития сельского хозяйства (Госпрограмму АПК), в следующем году около половины (173,4 млрд руб.) будет направлено на стимулирование инвестиционной деятельности, 24% (83,4 млрд руб.) – на развитие отраслей и техническую модернизацию АПК, 11,9% (41,4 млрд руб.) – на поддержку экспорта продукции.

В будущем году на субсидии производителям зерновых культур предусмотрено 10 млрд рублей. Будут увеличены объемы поддержки таких направлений, как виноградарство и виноделие, племенное животноводство и мясное скотоводство, закладка многолетних насаждений, сельский туризм.

В презентации доклада спикера были представлены «планируемые изменения в порядок предоставления господдержки в рамках компенсирующей и стимулирующей субсидий с 2023 года».

По компенсирующей субсидии изменения следующие:

- страхование: с 2023 года изменен алгоритм расчета размера субсидии для страхования – средства субъекту распределяются исходя из суммарного объема страховой премии в среднем за 3 предыдущих года;
- поддержка животноводства и производства шерсти средства будут выделять по уже существующему направлению – на покупку племенного молодняка, и по новому – на 1 кг живой массы КРС не старше 24 мес., направленного на убой на собственную переработку и (или) реализованного на убой перерабатывающим организациям с соответствующими показателями эффективности.

По стимулирующей субсидии:

- изменены подходы к расчету размера субсидий – используются отчетные данные, а не плановые значения; исключен ограничивающий коэффициент;
- в состав получателей по приоритетным направлениям включены самозанятые граждане, ведущие ЛПХ;
- изменен порядок заключения соглашений с субъектами – заключение соглашений будет осуществляться в соответствии с расчетными объемами по каждому из приоритетных направлений, определенных по заявкам субъектов, перераспределение средств между приоритетными направлениями в текущем году допускается не более 2 раз;
- уточнен показатель оценки эффективности грантовой поддержки (прирост производства по отношению к предыдущему году); упрощены требования по созданию рабочих мест – на каждые 10 млн руб. гранта.

«Что касается прибыли и рентабельности, которую мы наблюдаем, она будет на уровне 2020 года – ниже предыдущего года. Мы все с вами понимаем, есть объективные к этому причины, и, конечно – наша поддержка – максимально нивелировать те проблемы, которые возникают в сельском хозяйстве», – отметила замминистра. По ее данным, в текущем году рентабельность сельхозпроизводства в России с учетом субсидий составит 21%, против прошлогодних 25,6%. Без учета субсидий эти показатели составят 17,7% и 21,2% соответственно. Спикер сообщила, что при этом индекс сельхозпроизводства в 2022 году составит 103,5% и будет выше индекса прошлого года за счет высокого вклада в этот показатель зерновых. По переработке мы тоже прирастем, отметила она. «В целом индекс АПК, планируем, будет 102,5%, что также выше уровня предыдущего года», – заключила заместитель министра.

Ю.Г. Седова



«АГРОС» РАСШИРЯЕТ ГРАНИЦЫ И ОТКРЫВАЕТ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ БИЗНЕСА В НОВОМ ГОДУ



С 25 по 27 января 2023 года в «Крокус Экспо» пройдет Международная выставка племенного дела, кормов, ветеринарии и технологий для животноводства, свиноводства, птицеводства и кормопроизводства «АГРОС». В преддверии ее открытия мы встретились с генеральным директором компании-организатора мероприятия ООО «ДЛГ РУС» Геннадием Мындру, чтобы узнать о направлениях развития выставки, о том, что интересного будет представлено на ней в этом году.

Геннадий Александрович, в январе выставка «АГРОС» будет проходить в 4-й раз, и за время существования она стала одной из самых узнаваемых и крупных специализированных выставок АПК в России. Что ожидать от мероприятия в 2023 году?

Мне приятно слышать, что «АГРОС» воспринимается именно так. В 2022 году выставка действительно стала рекордной по всем ключевым показателям: более 350 компаний представили свои решения 11 400 профессионалам отрасли из 82 регионов России и стран ЕАЭС. На сегодняшний день все говорит о том, что ее рост продолжается – появились новые разделы, качественно увеличились наши традиционные тематические экспозиции. С этим связан переезд «АГРОС» в более просторные выставочные залы третьего павильона МВЦ «Крокус Экспо».

Судя по перечню участников выставки 2023 года, вы продолжаете активно развивать раздел «Корма и ветеринария». В чем вы видите перспективу этого направления?

Направление «Корма и ветеринария» – важнейшая составляющая отрасли и неотъемлемая часть «АГРОС». На прошлой выставке, в январе 2022 года, мы увидели существенный рост раздела «Корма и ветеринария» и решили продолжить работу в этом направлении.

Партнером раздела «Ветеринарные препараты, инструменты, оборудование» выступает ГК «ВИК» – один из крупнейших разработчиков и производителей ветеринарных препаратов в России.

Многие известные компании, такие как ГК «МЕГАМИКС», «АВЗ С-П» («Агроветзащита»), «Ветпром», «Коудайс МКорма», «НИТА-ФАРМ», «Оллтек», «ЯРВЕТ», «Эфко» и другие, участвуют в выставке.

Решения для молочного и мясного скотоводства, а также для кормопроизводства и кормозаготовки всегда были хорошо представлены на «АГРОС». Чего ожидать посетителям из этих подотраслей?

Вы знаете, сейчас выставка «АГРОС» объединяет в равной степени скотоводство, свиноводство и птицеводство, став настоящим флагманом среди специализированных животноводческих выставок.

Генетика КРС, технологии для содержания, кормления и доения крупного и мелкого рогатого скота будут традиционно хорошо представлены на «АГРОС-2023». А где есть КРС, там не обойтись без лугового и полевого кормопроизводства и кормозаготовки – этот раздел также обещает стать обширнее. Такие компании, как «GEA», «Центр-Плем», «Alta Genetics», «Коджент Рус», «Milkrite-Interpuls», «Afimilk», «Kurtsan», «Тиан Трейд», «ЭкоНива», «Arntjen», «Wolf System», «Siloking», «Huesker», «Woodstock», дилеры многих мировых и российских производителей техники участвуют в «АГРОС-2023».

Что нового ожидать на «АГРОС-2023»?

«АГРОС» делает ставку на развитие своих тематических разделов и запуск новых. Особое внимание уделяем расширению экспозиции оборудования для комбикормовой промышленности, хранения и переработки зерна. И считаем, что в этом направлении мы уже добились значительных успехов, так как о своем намерении принять участие в выставке заявили несколько крупнейших отраслевых игроков, таких как «КОВЛИК Group», «СКЭСС», «Лилиани», «Bühler», «Агропромтехника», «Доза Агро» и другие.

Какой будет деловая программа выставки «АГРОС» в 2023 году?

Деловая программа «АГРОС» с участием более 300 спикеров в рамках порядка 50 мероприятий традиционно станет настоящим магнитом для профессионалов отрасли. Главная тема этого года – «Адаптация предприятий АПК России: вызовы и возможности в новой реальности». Программа формируется при участии профильных департаментов Минсельхоза России, ведущих отраслевых организаций и других партнеров.

Что делает выставку «АГРОС» привлекательной для участников сегодня?

«АГРОС» – это широко известная в России и за ее пределами отраслевая платформа, проходящая в оптимальное для представителей АПК время. Широкая география посетителей, более 80% из которых принимают инвестиционные решения или влияют на их принятие, – это прекрасная возможность громко заявить о себе. Кстати, в этом году уже более 8% посетителей приехало из стран ЕАЭС – «АГРОС» продолжит активный курс на становление платформой для всего евразийского пространства.

Будут ли на выставке представлены решения зарубежных производителей?

Много запросов на участие приходит и от международных компаний, которые не хотят терять перспективный российский рынок. Компании из Германии, Италии, Франции, Турции, Китая и других стран будут на выставке. Многие производители будут представлены на стендах своих российских партнеров. Мы ведем активную работу по расширению международного участия, используя наш довольно значительный международный ресурс, а также безупречную международную репутацию.

«АГРОС-2023» пройдет с 25 по 27 января в МВЦ «Крокус Экспо» в Москве. Приглашаем вас запланировать свое посещение выставки уже сейчас!

КОМПЛЕКСНЫЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД ДЛЯ СОЦИАЛЬНО ОТВЕТСТВЕННЫХ СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Вступающий в силу с 1 марта 2023 года Федеральный закон от 14 июля 2022 г. № 248-ФЗ «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» побуждает сельхозпроизводителей пересмотреть порядок работы по хранению навоза, помета и подстилочных материалов. Осталось несколько месяцев для перестройки внутренних регламентов и логистики, чтобы избежать крупных штрафов (от 250 тыс. рублей для юридических лиц или приостановка деятельности на 90 суток).

Федеральный закон № 248-ФЗ от 14 июля 2022 г. позволяет не просто избежать штрафов, но получить экономическую выгоду от продажи или использования побочных продуктов животноводства. Но они должны быть переработаны и иметь заключение аккредитованной лаборатории на нормативное содержание гельминтов, пестицидов, токсичных веществ и т.д. в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 31 октября 2022 г. № 1940 «Об утверждении требований к обращению побочных продуктов животноводства».

«Государство ведет активную разъяснительную и просветительскую работу по вопросам применения нового порядка. Одновременно изучаются имеющиеся на рынке технологии по преобразованию побочных продуктов животноводства в безопасный продукт. Социально ответственный бизнес поддерживает производителей, готовых начать переработку отходов уже сейчас, чтобы апробировать методику и нивелировать риск штрафных санкций. Мы организуем круглые столы в регионах, проводим производственные испытания, собираем доказательную базу и работаем в тесном взаимодействии с региональными и федеральным Минсельхозом», – **рассказывает Андрей Кочка, управляющий партнер компании «GREENKO»**, российского разработчика и производителя биотехнологических решений для сельского хозяйства. Одним из ключевых направлений работы компании является производство деструктора для навоза и помета ТМ «Эмбионик».

Андрей Кочка отмечает, что в России до последнего времени не был организован должный контроль за оборотом удобрений, отходов, продукции животноводства. Однако ситуация меняется, и новые требования станут основой для серьезных проверок. Есть положительные примеры – в частности, в Белгородской области, по словам эксперта, взаимодействие предприятий, ведомств, контролирующих органов и чиновников отлажено на высшем уровне. Подобный опыт необходимо брать на вооружение по всей стране, считает эксперт.

В «GREENKO» уверены, что эффективная переработка отходов возможна только при комплексном биотехнологическом подходе, поэтому с каждым предприятием ведется индивидуальная работа – специалисты компании рассчитывают оптимальные условия для перехода исходного вещества в безопасный продукт, готовый для последующего использования, составляют строгий график внесения деструктора с указанием необходимых показателей влажности, температуры, уровня газообразования и т.д.

Правильное применение препарата ТМ «Эмбионик» позволяет существенно сократить затраты и время на переработку отходов:

- процесс занимает порядка трех недель при соблюдении всех условий, а окупаемость при продаже конечного продукта переработки достигает 5-10-кратных значений;

- при внесении конечного продукта на собственные земли фиксируется экономия на минеральных удобрениях от 30% и выше;
- сокращается количество транспорта, занятого перевозкой отходов, что крайне важно во время посевной или уборочной кампании;
- отпадает необходимость содержания большой площадки для хранения, так как использование препарата ТМ «Эмбионик» позволяет быстро перерабатывать навоз и помет меньшими партиями.

По словам А. Кочки, добиться впечатляющих показателей возможно при взаимодействии науки и технологий. Компания уже 15 лет занимается практическими исследованиями, созданы собственные НИОКР, среди штатных сотрудников – биотехнологи, микробиологи, агрономы, ветеринары и другие специалисты. «GREENKO» сотрудничает с авторитетными научными организациями: Санкт-Петербургским НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, Ставропольским ГАУ и другими. Полученные от них заключения подтверждают, что наши разработки соответствуют требованиям микробиологической, токсикологической, экологической безопасности для людей и животных», – подчеркнул Андрей Кочка.

Есть еще один аспект введения новых правил, касающийся не только сельхозпроизводителей, но и местных жителей. Неприятный запах изрядно портит жизнь населения вблизи предприятий, в которых нарушаются условия хранения навоза, помета и подстилочных материалов, нередко становится причиной социальной напряженности в регионе. Вводимый порядок обращения с отходами животноводства нацелен в том числе на решение и этой проблемы. Применение деструктора навоза и помета ТМ «Эмбионик» позволяет устранить запах за три дня.

«Компания «GREENKO» – полностью российское предприятие полного цикла, не зависящее от поставок импортного сырья или упаковки. Объемы производства позволяют закрывать потребности крупнейших отечественных агрохолдингов в любой точке России вне зависимости от климатических условий. Проведенные исследования показали, что сейчас препарат ТМ «Эмбионик» – идеальный вариант для сельхозпредприятий при вступлении в силу нового законодательства об обращении с побочными продуктами животноводства», – уверен Андрей Кочка.



GREENKO – эффективные биотехнологии
Тел.: 8 (800) 550-12-25
e-mail: info@гринко.рф
www.гринко.рф

Продактив® AD₃E

Кормовая добавка для животных

СОДЕРЖИТ ВИТАМИНЫ А, D₃, Е (D, L-α-Токоферол ацетат)

**ПРИМЕНЯЕТСЯ ДЛЯ
ПРОФИЛАКТИКИ
НАРУШЕНИЙ
ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ**

- Поддерживает репродуктивные функции
- Стимулирует иммунную систему организма животного
- Предотвращает возникновение заболеваний, связанных с ослаблением костей
- Оказывает комплексное общеукрепляющее и антистрессовое действие
- Помогает сохранять продуктивность на высоком уровне при наступлении стрессовых ситуаций

+7 (495) 777-67-67
www.vicgroup.ru



ГРУППА
КОМПАНИЙ
ВИК

ТОП-21 производителей
ветеринарной фармацевтики
в мире

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-20-25

К.Н. Атландерова, ✉
С.А. Мирошников,
В.А. Рязанов,
Г.К. Дускаев,
Е.В. Шейда

Федеральный научный центр
биологических систем и агротехнологий
Российской академии наук,
Оренбург, Российская Федерация

✉ atlaner-kn@mail.ru

Поступила в редакцию:
18.09.2022

Одобрена после рецензирования:
10.10.2022

Принята к публикации:
10.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-20-25

Ksenia N. Atlanderova, ✉
Sergey A. Miroshnikov,
Vitaliy A. Ryazanov,
Galimzhan K. Duskaev,
Elena V. Sheida

Federal Research Centre of Biological
Systems and Agrotechnologies
of the Russian Academy of Sciences,
Orenburg, Russian Federation

✉ atlaner-kn@mail.ru

Received by the editorial office:
18.09.2022

Accepted in revised:
10.10.2022

Accepted for publication:
10.11.2022

Влияние лузги кавитированной на метаболом конечных продуктов ферментации, микробиом и физико-химические параметры рубца (*in vitro*)

РЕЗЮМЕ

Актуальность. На сегодняшний день значительное место в кормлении сельскохозяйственных животных отводится такому недорогому отходу маслоэкстракционной промышленности, как лузга подсолнечника. В связи с этим один из перспективных и современных методов оптимизации производства кормов может заключаться в использовании жидких сред, активируемых различными способами, в комплексе с ультразвуковым воздействием.

Методы. Объектом исследований являлась измельченная подсолнечная лузга (1,0 мм) (образец 1), а также лузга, обработанная ультразвуком (кавитированная) в гидромодулях с водой (в соотношении «лузга: вода» 1:3 (образец 2)), и с молочной кислотой «лузга: молочная кислота» 1:3 (образец 3)). Полученные образцы использовались в исследованиях *in vitro* с рубцовой жидкостью на инкубаторе «Daisy D200I» («Ankom Technology», США). Устанавливали следующие показатели обмена азотистых метаболитов в рубцовом содержимом – азот остаточный и общий методом Кельдаля по методике К.К. Ахажанова (2016); аммиачный азот – микродиффузным методом по Конвею. Таксономический состав рубцовой жидкости определялся методом NGS-секвенирования на приборе «MiSeq» («Illumina», США).

Результаты. Анализ данных показал, что использование кавитированной лузги подсолнечника увеличивает переваримость сухого вещества на 19,0% ($P \leq 0,01$), а кавитированной совместно с молочной кислотой лузги – на 20,7% ($P \leq 0,01$) в сравнении с измельченной лузгой. При инкубировании кавитированной лузги подсолнечника и кавитированной совместно с молочной кислотой лузги отмечено снижение численности архей, в частности класса *Methanobacteria* на 23,73% и 20,36% ($P \leq 0,05$), и увеличение численности бактерий филумов *Bacteroidetes* на 10,2% и 11,27%, *Firmicutes* – на 4,66% и 6,86% относительно использования лузги измельченной.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, рубец, лузга кавитированная, молочная кислота, микробиом, переваримость, метаболом

Для цитирования: Атландерова К.Н., Мирошников С.А., Рязанов В.А., Дускаев Г.К., Шейда Е.В. Влияние лузги кавитированной на метаболом конечных продуктов ферментации, микробиом и физико-химические параметры рубца (*in vitro*). *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 20–25. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-20-25>

© Атландерова К.Н., Мирошников С.А., Рязанов В.А., Дускаев Г.К., Шейда Е.В.

Effect of cavitated husk on the metabolome of fermentation end products, microbiome and physicochemical parameters of the rumen (*in vitro*)

ABSTRACT

Relevance. Today, a significant place in the feeding of farm animals is given to such inexpensive waste from the oil extraction industry as sunflower husk. In this regard, one of the promising and modern methods for optimizing feed production can be the use of liquid media activated in various ways, in combination with ultrasonic treatment.

Materials and methods. The object of research was crushed sunflower husk (1.0 mm) (sample 1), as well as husk sonicated (cavitated) in hydromodules with water (in the ratio “husk: water” 1:3 (sample 2)), and with lactic acid (“husk: lactic acid” 1:3 (sample 3)). The obtained samples were used in *in vitro* studies with rumen fluid in the “Daisy D200I” incubator (“Ankom Technology”, USA). The following indicators of the exchange of nitrogenous metabolites in the cicatricial contents were determined – residual and total nitrogen by the Kjeldahl method according to the method of K.K. Akhazhanova (2016); ammonia nitrogen – by microdiffusion method according to Conway. The taxonomic composition of the scar fluid was determined by NGS-sequencing using the “MiSeq device” (“Illumina”, USA).

Research results. Data analysis showed that the use of cavitated sunflower husk increases the digestibility of dry matter by 19.0% ($P \leq 0.01$), and cavitated together with lactic acid husk – by 20.7% ($P \leq 0.01$) in comparison with crushed husk. When incubating cavitated sunflower husk and cavitated together with lactic acid sunflower husk, there were a decrease in the number of archaea, in particular the class *Methanobacteria*, by 23.73% and 20.36% ($P \leq 0.05$) and an increase in the number of bacteria of the phyla *Bacteroidetes* by 10.2% and 11.27%, *Firmicutes* – by 4.66% and 6.86% relative to the use of crushed husk.

Key words: cattle, rumen, cavitated husk, lactic acid, microbiome, digestibility, metabolome

For citation: Atlanderova K.N., Miroshnikov S.A., Ryazanov V.A., Duskaev G.K., Sheida E.V. Effect of cavitated husk on the metabolome of fermentation end products, microbiome and physicochemical parameters of the rumen (*in vitro*). *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 20–25. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-20-25> (In Russian).

© Atlanderova K.N., Miroshnikov S.A., Ryazanov V.A., Duskaev G.K., Sheida E.V.

Введение / Introduction

В маслоэкстракционной промышленности остается некоторое количество отходов, которые могут использоваться в качестве источника белка, клетчатки и жирных кислот в кормлении жвачных животных, способствуя достижению модели экономики замкнутого цикла [1].

Существует большое количество исследований, подтверждающих высокую эффективность использования отходов этого производства в кормлении животных и птиц [2]. Доказано, что введение в рацион сельскохозяйственных животных кормовых добавок в виде побочных продуктов маслоэкстракционного производства положительно влияет на темпы их роста, переваримость и усвоение энергии и белка [3, 4].

Технология обработки побочных продуктов маслоэкстракционного производства чаще всего включает электрохимические методы и кавитационное воздействие [5] для улучшения питательных свойств [6] и повышения усвояемости кормового сырья [7]. В настоящее время значительное место в кормлении сельскохозяйственных животных отводится такому недорогому отходу маслоэкстракционной промышленности, как лузга подсолнечника [8]; это побочный продукт, получаемый после дробления семян [9]. Лузга подсолнечника содержит примерно от 5–7% сырого протеина, 3–10% жира и 43–56% кислотно-детергентной клетчатки, является эффективным источником пищевых волокон и может удовлетворить потребность в грубых кормах, положительно влияя на потребление корма и усвояемость клетчатки при использовании до 35% в рационе молочных коров и до 25% – в рационе лактирующих коров [10].

Белок подсолнечной лузги активно разлагается в рубце, что может приводить к нарушению обмена азота, а применение кислот (яблочной [11], молочной [12]) уменьшает расщепление белка лузги в рубце и повышает его усвояемости в кишечнике [13]. Также молочная кислота может применяться в кормах в качестве вкусоароматической добавки в количестве до 5 мг/кг комбикорма [14], что может способствовать лучшему потреблению кормовых добавок жвачными животными. Ввиду этого в последнее время все больше исследований ученых направлено на изучение кормовых добавок, способствующих сдвигу ферментации в рубце в сторону более результативных микробных показателей с целью создания естественной альтернативы иным способам улучшения систем производства жвачных животных [15–16].

Таким образом, целью настоящего исследования было проанализировать влияние подсолнечной лузги, кавитированной как отдельно, так и совместно с молочной кислотой, на метаболит конечных продуктов ферментации, газовой среды и физико-химические параметры рубца (в условиях *in vitro*).

Материал и методы / Materials and methods

Исследования выполнены в лаборатории ЦКП БСТ РАН (<http://цкп-бст.рф>). Объектом исследований являлась измельченная подсолнечная лузга (1,0 мм) (образец 1), а также лузга, обработанная ультразвуком (кавитированная) в гидромодулях с водой (в соотношении «лузга: вода» 1:3 (образец 2)) и с молочной кислотой «лузга: молочная кислота» 1:3 (образец 3)).

Полученные образцы после высушивания (103–110°C) далее

использовались в исследованиях *in vitro* (модель искусственного рубца) с рубцовой жидкостью на инкубаторе «Daisy D200I» («Ankom Technology», США). Забор рубцовой жидкости производился через хроническую fistулу рубца у крупного рогатого скота. При проведении исследований были приняты меры для сведения к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых проб. Устанавливали следующие показатели обмена азотистых метаболитов в рубцовом содержимом – азот остаточный и общий методом Кьельдаля по методике К.К. Ахажанова (2016); аммиачный азот – микродиффузным методом по Конвею. Таксономический состав содержимого рубца определялся методом NGS-секвенирования на приборе «MiSeq» («Illumina», США). Геномная ДНК была выделена с использованием метода химической экстракции. Концентрацию ДНК определяли с использованием флуорометра «Qubit 2.0» с анализом высокой чувствительности dsDNA («Life Technologies»).

Результаты, полученные в исследованиях, были обработаны с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) и обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В ходе исследований *in vitro* установлено, что использование кавитированной лузги (образец 2) увеличивает переваримость сухого вещества на 19,0% ($P \leq 0,01$) в сравнении с 1-м образцом. Наибольшее значение переваримости наблюдается в 3-м образце – 20,7% ($P \leq 0,01$) относительно 1-го (табл. 1).

Различная обработка подсолнечной лузги незначительно изменяет соотношение и концентрацию летучих жирных кислот в рубцовой жидкости: так, наблюдалось увеличение концентрации уксусной кислоты при применении 3-го образца в сравнении с 1-м, уровень валерьяновой кислоты был выше в 1-м образце.

Уровень общего азота (табл. 2) увеличивается в 3-м образце на 4,0–25,9% ($P \leq 0,05$) относительно 1-го и 2-го образцов. Схожая тенденция наблюдается в содержании белкового азота, наибольшее значение показателя было отмечено в 1-м и 3-м образцах – уве-

Таблица 1. Переваримость сухого вещества лузги подсолнечника *in vitro*, %

Table 1. Digestibility of dry matter of sunflower husk *in vitro*, %

№ образца	Переваримость
1	21,2±0,23
2	40,2±0,11*
3	41,9±0,83**

Примечание: * – $P \leq 0,01$; ** – $P \leq 0,001$

Таблица 2. Содержание общего азота в опытных образцах, мг/%
Table 2. Nitrogen content in the sample, mg/%

№ образца	Форма азота				
	общий	белковый	небелковый	мочевинный	аммиачный
1	84,7±0,06	44,1±0,56	40,61±0,04	3,80±0,070	3,90±0,05
2	62,3±0,08**	22,03±0,32**	40,30±0,10	4,50±0,058*	4,22±0,07
3	88,2±0,10*	45,50±0,55	42,70±0,54	3,80±0,104	3,85±0,06

Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,001$

личение составило 22,07–23,47% ($P \leq 0,05$) в сравнении со 2-м образцом.

Концентрация метана (CH_4) в ммоль/л (табл. 3) была выше в 3-м образце на 0,19–0,23 ммоль/л ($P \leq 0,001$) относительно аналогов. 2-й образец, в свою очередь, уступал 1-му и 2-му образцам на 0,04–0,23 ммоль/л.

Анализ рубцовой жидкости показал, что микробиом рубца крупного рогатого скота на 98,99±0,12% состоял из представителей домена *Bacteria* и на 1,01±0,04% – *Archaea*. При инкубировании кавитированной лузги подсолнечника (2-й образец)

и кавитированной совместно с молочной кислотой лузги (3-й образец) на модели «искусственный рубец» отмечено снижение численности архей, в частности класса *Methanobacteria* на 23,73% и 20,36% ($P \leq 0,05$) относительно 1-го образца (рис. 1). Во 2-м и 3-м образцах преобладали представители класса *Thermoplasmata*, через 48 часов инкубации их количество в опытных группах увеличивалось на 7,85% и 13,44% относительно 1-го образца.

Микробиом рубца на уровне таксона филум на протяжении всего эксперимента имел сходную тенденцию процентного соотношения микроорганизмов опытных образцов 2 и 3 и образца 1 (рис. 2).

Во временном интервале 48 часов инкубирования *in vitro*, в образцах 2 и 3 увеличивалось число бактерий *Bacteroidetes* на 10,2% и 11,27%, *Firmicutes* – на 4,66% и 6,86% относительно 1-го образца и снижалось количество бактерий *Proteobacteria* на 15,56% и 18,53% по отношению к образцу 1. Представители филумов *Verrucomicrobia* и *Tenericutes* после 48 часов инкубации обнаруживались только в 1-м образце (1,53% и 1,85% от общего числа бактерий в пробе), тогда как филум *Campilobacterota* был найден только во 2-м и 3-м образцах (1,63% и 1,44% от общего числа микроорганизмов). Наименьшее значение не идентифицированных бактерий на уровне филума было в 1-м образце – на 0,64% и 0,99% меньше, чем во 2-м и 3-м.

Таксономические группы микробиома рубцовой жидкости на уровне таксонов класс, отряд, вид в опытных образцах соответствовали значению численного преобладания представителей таксона филум (рис. 3).

На уровне класса после 48 часов экспозиции проб в инкубаторе в 1-м и 2-м образцах преобладала *Gammaproteobacteria* – 47,07% и 29,08% от общего числа бактерий. В 3-м образце наибольшее значение имел класс *Bacteroidia* – 26,67% от общего числа бактерий, тогда как в 1-м и 2-м образцах он составлял 17,53% и 24,12% от общего числа микроорганизмов. Во всех образцах наблюдалось значительное содержание бактерий классов *Clostridia* – 9,38%, 11,57%, 13,38% (от общего числа); *Bacilli* – 7,37%, 6,67%, 10,1% (от общего числа); *Flavobacteriia* – 3,39%, 3,62%, 2,55% от общего числа бактерий в пробе.

Доминирующим таксоном отряда в 1-м образце являлся *Pseudomonadales* – он был представлен на 17,56% и 21,3% больше, чем во 2-м и 3-м образцах соответственно. В 3-м образце наиболее представлен отряд *Bacteroidales* – на 9,14% и 2,55% больше чем в 1-м и 2-м образцах. Видовое разнообразие в содержимом рубца в 1-м образце было представлено бактерия-

Таблица 3. Концентрация метана (CH_4) в условиях *in vitro*, моль/л (мг/м³)

Table 3. Concentration of methane (CH_4) under *in vitro* conditions, mol/l (mg/m³)

№ образца	Концентрация метана (CH_4)	
	ммоль/л	мг/м ³
1	0,06±0,001	875,00±8,660
2	0,02±0,002*	284,00±2,309*
3	0,25±0,001*	3 987,00±9,815*

Примечание: * – $P \leq 0,001$

Рис. 1. Изменение численности представителей домена *Archaea* во временном аспекте 48 часов в рубцовой жидкости, %

Fig. 1. Change in the number of representatives of the *Archaea* domain in the time aspect of 48 hours in the rumen fluid, %

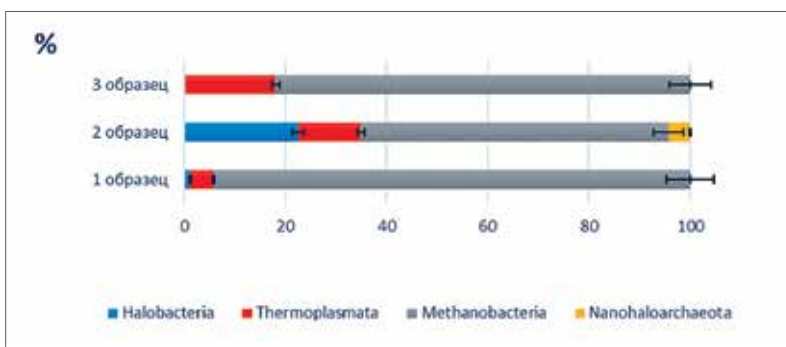
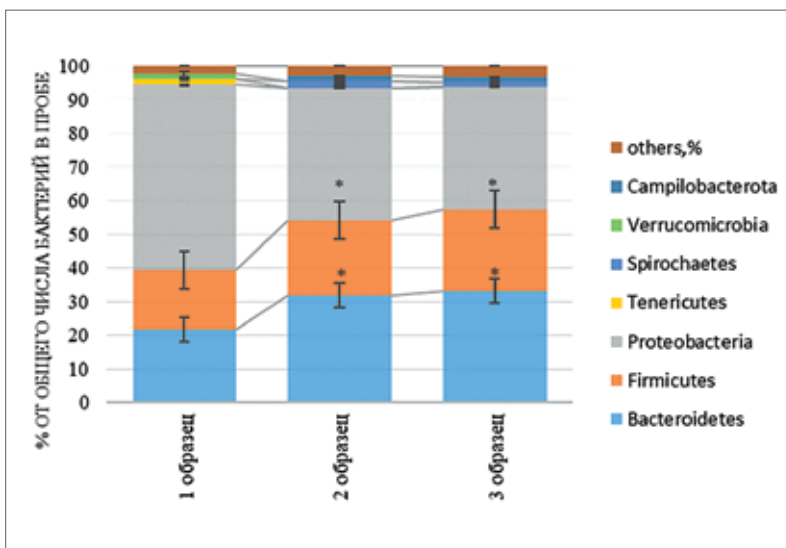


Рис. 2. Изменение численности представителей таксона филум во временном аспекте 48 часов в рубцовой жидкости, %

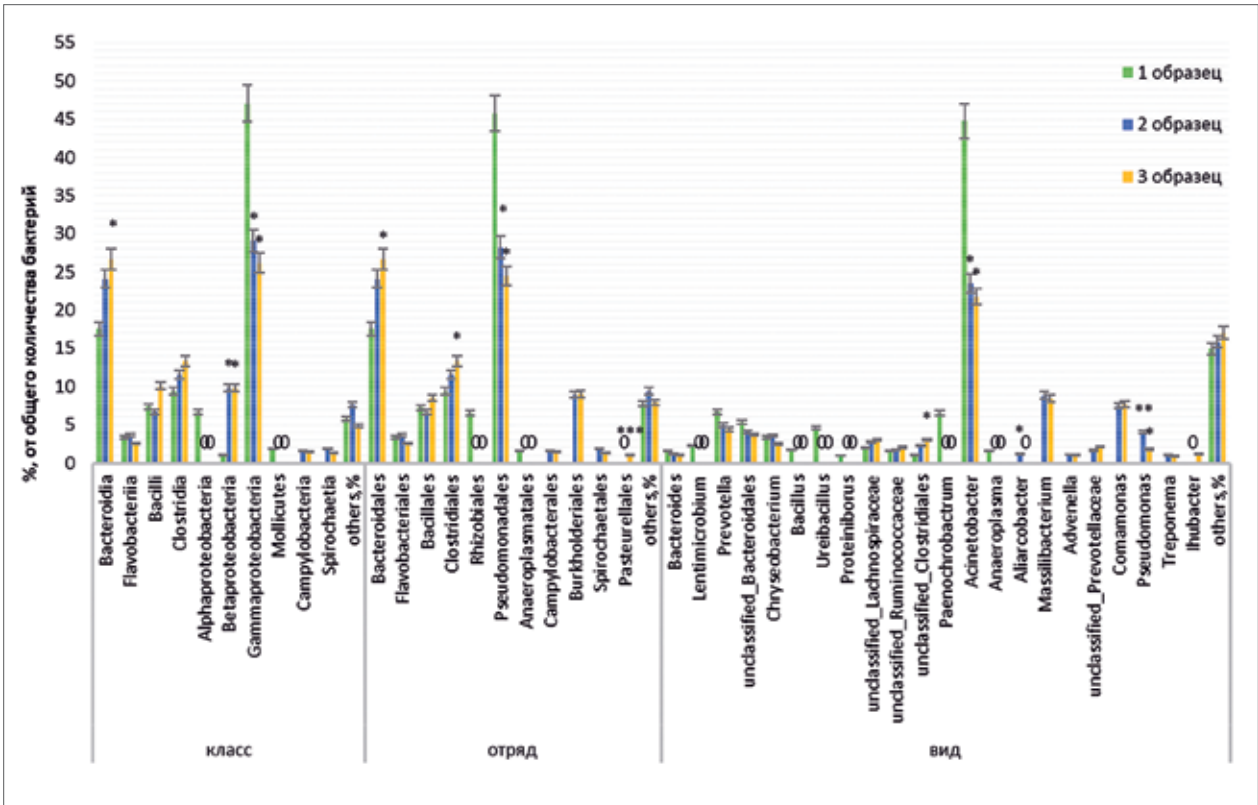
Fig. 2. Change in the number of representatives of the taxon phylum in the time aspect of 48 hours in the rumen fluid, %



Примечание: в группу «others» объединены таксоны, численность которых не превышала 1,0% от общего числа бактерий

Рис.3. Таксономические группы микробиома рубца, % от общего числа бактерий в пробе

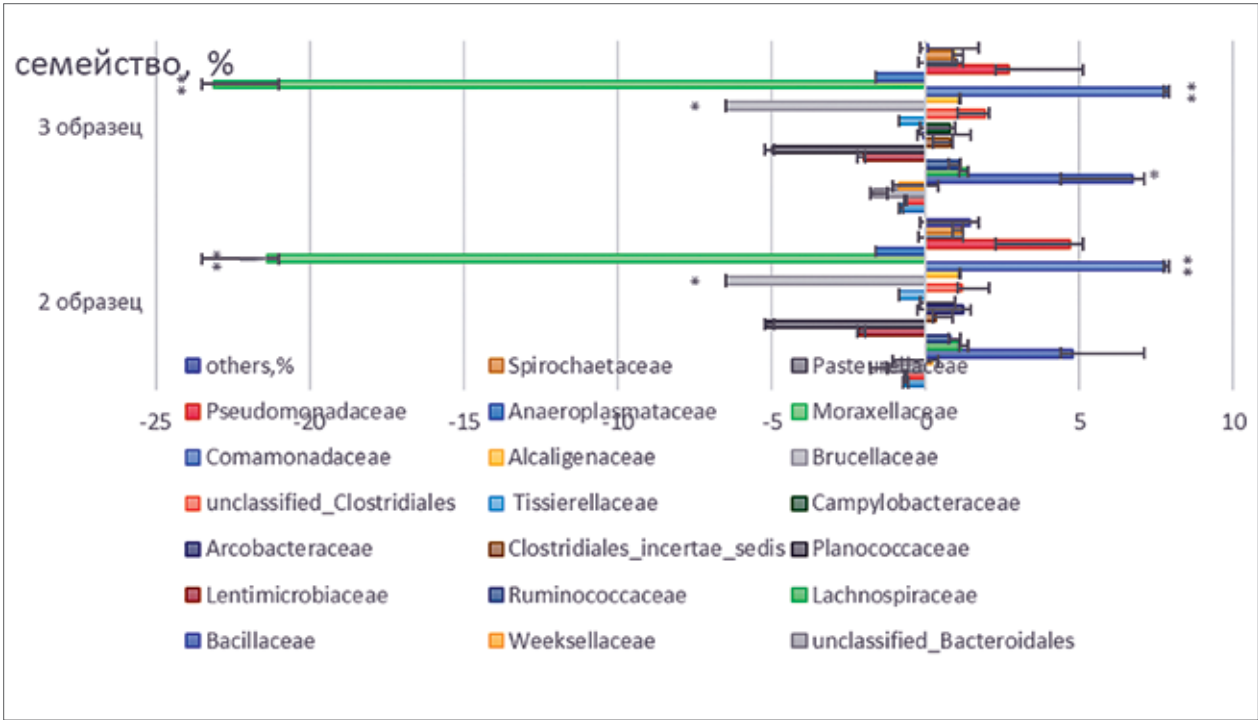
Fig.3. Taxonomic groups of the rumen microbiome, % of the total number of bacteria in the sample



Примечание: в группу «others» объединены таксоны, численность которых не превышала 1,0% от общего числа бактерий

Рис.4. Различия таксономического состава рубцовой жидкости на уровне семейства относительно контроля, %

Fig.4. Difference in the taxonomic composition of the ruminal fluid at the family level relative to the control, %



Примечание: в группу «others» объединены таксоны, численность которых не превышала 1,0% от общего числа бактерий

ми: *Acinetobacter* – 44,77% (от общего числа), *Prevotella* – 6,7% (от общего числа); во 2-м образце: *Acinetobacter* – 23,51% (от общего числа), *Massilibacterium* – 8,85% (от общего числа), *Prevotella* – 4,96% (от общего числа); в 3-м образце: *Acinetobacter* – 21,78% (от общего числа), *Massilibacterium* – 8,45% (от общего числа), *Prevotella* – 4,41% от общего числа бактерий в пробе.

Таксономическое разнообразие микробиома рубца на уровне семейства соответствует наметившейся тенденции содержания бактерий (рис. 4).

После 48 часов инкубирования во 2-м и 3-м образцах обнаружено увеличение численности семейства *Bacillaceae* на 4,79% и 6,7%, *Lachnospiraceae* – на 1,71% и 1,5%, *Ruminococcaceae* – на 1,1% и 1,15% относительно 1-го образца. Достоверно снижается количество бактерий в семействе *Moraxellaceae* на 21,4% и 23,1% во 2-м и 3-м образцах относительно 1-го.

Полученные результаты эксперимента *in vitro* показали, что при инкубировании с рубцовой жидкостью лузги подсолнечника, кавитированной как отдельно, так и совместно с молочной кислотой, повышается переваримость сухого вещества на 21,2%–41,9%. Вероятно, определяющим фактором в этом процессе может быть меньшая бактериальная насыщенность, что приводит к более простой метаболической цепочке, за счет чего происходит увеличение концентраций определенных ферментативных веществ, отвечающих за переваримость [17].

Оценка азотистого обмена позволяет говорить о характере течения пищеварительного процесса [18]. Содержание небелкового азота снижалось в образце 2 на 0,31%, и 2,40% относительно 1-го и 3-го образца, это указывает на значительную скорость поглощения азота микробиотой рубца для превращения его в белок организма [19].

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 20-16-00088).

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.

REFERENCES

- Wu F.F., Chao L., Li H.Q., Zhao L.Z., Xu Y.P., Long Y.Z., Chen Q., Zhang Z.M. Research progress of applications of ultrasonic technology in the food industry. *J. Food Saf. Qual.* 2017; 8(7): 2670–2677
- Long S., Xu Y., Wang C., Li C., Liu D., Piao X. Effects of dietary supplementation with a combination of plant oils on performance, meat quality and fatty acid deposition of broilers. *Asian Australas J Anim Sci.* 2018;31(11):1773–1780. doi:10.5713/ajas.18.0056
- Muslyumova D.M., Kurilkina M.Ya., Duskaev G.K., Zavyalov O.A. A method for increasing the productivity of meat gobies thanks to the use of cavitated sunflower oil sludge in the diet. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2021; 22055. DOI: 10.1088/1755-1315/839/2/022055
- Zubiria I., Garcia-Rodriguez A., Atxaerandio R., Ruiz R., Benhissi H., Mandaluniz N., Lavin J.L., Abecia L., Goiri I. Effect of feeding cold-pressed sunflower cake on ruminal fermentation, lipid metabolism and bacterial community in dairy cows. *Animals (Basel).* 2019;9(10):755. doi: 10.3390/ani9100755
- Bykov A.V., Kvan O.V., Duskaev G.K. The influence of cavitation processing on biotechnological aspects of feed application. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2021; 012192. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012192
- Tursunbayeva S., Iztayev A., Mynbayeva A., Alimardanova M., Iztayev B., Yakiyayeva M. Development of a highly efficient ion-ozone cavitation technology for accelerated bread production. *Scientific Reports.* 2021;11(1):19129. doi: 10.1038/s41598-021-98341-w.

В исследованиях после 48 часов экспозиции отмечено снижение численности архей во 2-м и 3-м образцах, в частности класса *Methanobacteria* на 23,73% и 20,36% ($P \leq 0,05$) относительно 1-го образца; вероятно, это связано с активацией процесса анаэробной деструкции, завершающейся метаногенезом [20].

Около 85% общей микрофлоры в рубце представлено филумами *Firmicutes*, *Bacteroidetes* и *Proteobacteria* [21] с большой межиндивидуальной вариабельностью [22] и обратной корреляцией между численностью всех типов [23–24]; в наших исследованиях во всех группах большее значение имели филумы *Firmicutes*, *Bacteroidetes* и *Proteobacteria*, их соотношение напрямую зависело от опытного образца. При экспозиции в инкубаторе лузги подсолнечника, кавитированной как отдельно, так и совместно с молочной кислотой, увеличивалось число *Bacteroidetes* на 10,2% и 11,27% относительно проб с измельченной лузгой (контроль), *Firmicutes* – на 4,66% и 6,86% от контроля, снижалось число *Proteobacteria* на 15,56% и 18,53% от контроля.

Выводы / Conclusion

По результатам исследований *in vitro* установлено, что переваримость сухого вещества в модельном эксперименте увеличивается при инкубировании лузги подсолнечника, кавитированной как отдельно, так и совместно с молочной кислотой, относительно измельченной лузги за счет сдвига соотношения конечных продуктов ферментации в рубцовой жидкости.

Различная обработка подсолнечной лузги влияет на изменение численности представителей таксона филум. Происходит увеличение числа бактерий рода *Bacteroidetes* на 10,2% и 11,27%, *Firmicutes* – на 4,66% и 6,86%, снижение количества бактерий *Proteobacteria* на 15,56% и 18,53% относительно измельченной лузги.

FUNDING

The study was financially supported by the Russian Science Foundation (project 20-16-00088).

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.

- Mancuso G., Langone M., Andreottola G., Bruni L., Effects of hydrodynamic cavitation, low-level thermal and low-level alkaline pre-treatments on sludge solubilisation. *Ultrasonics Sonochemistry.* 2019; 59:104750. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104750>
- Kurilkina M., Muslyumova D., Zavyalov O., Miroshnikov S. Experience in applying the technology of cavitation treatment of sunflower oil sludge for feeding ruminants. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2021; 624: 012110. doi:10.1088/1755-1315/624/1/012110
- Spirchez C., Lunguleasa A., Croitoru C. Ecological briquettes from sunflower seed husk. *Web of Conferences.* 2019; 80:01001 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20198001001>
- Alharthi A.S., Al-Baadani H.H., Al-Badwi M.A., Abdelrahman M.M., Alhidary I.A., Khan R.U. Effects of sunflower hulls on productive performance, digestibility indices and rumen morphology of growing awassi lambs fed with total mixed rations. *Vet Sci.* 2021; 8(9):174. doi: 10.3390/vetsci8090174
- Haro A., Carro M., Evan T., González J. Influence of feeding sunflower seed and meal protected against ruminal fermentation on ruminal fermentation, bacterial composition and in situ degradability in sheep. *Archives of Animal Nutrition.* 2020; 1(17):74 doi:10.1080/1745039X.2020.1756679
- Gruber L., Khol-Parisini A., Humer E., Abdel-Raheem S.M., Zebeli Q. Long-term influence of feeding barley treated with lactic acid and heat on performance and energy balance in dairy cows. *Arch Anim Nutr.* 2016;71(1):54–66. doi: 10.1080/1745039X.2016.1253226

13. Díaz-Royón F., Arroyo J.M., Sánchez-Yélamo M.D., González J. Sunflower meal and spring pea ruminal degradation protection using malic acid or orthophosphoric acid-heat treatments. *Anim Prod Sci.* 2016; 56:2029–2038.
14. Iqbal S., Zebeli Q., Mazzolari A., Dunn S.M., Ametaj B.N. Feeding rolled barley grain steeped in lactic acid modulated energy status and innate immunity in dairy cows. *J Dairy Sci.* 2010; 93(11):5147–56. doi: 10.3168/jds.2010-3118
15. Wallace R.J., Rooke J.A., McKain N., Duthie C.A., Hyslop J.J., Ross D.W., Waterhouse A., Watson M., Roehe R. The rumen microbial metagenome associated with high methane production in cattle. *BMC Genomics.* 2015; 16:839 <https://doi.org/10.1186/s12864-015-2032-0>
16. Neumann A.P., Suen G. The phylogenomic diversity of herbivore-associated fibrobacter spp. is correlated to lignocellulose-degrading potential. *mSphere.* 2018; 3(6):e00593-18. doi: 10.1128/mSphere.00593-18
17. Yue C., Ben H., Wang J., Li T., Yu G. Ultrasonic pretreatment in synthesis of caprylic-rich structured lipids by lipase-catalyzed acidolysis of corn oil in organic system and its physicochemical properties. *Foods.* 2019;8(11):566. doi: 10.3390/foods8110566
18. Regulations on waste management in the metropolitan region and the municipality of Kirkkonummi. Helsinki Region Environmental Service (HSY) <https://julkaisu.hsy.fi/paakaupunkiseudun-jairkkonummenjathuoltomaaraykset.html#chbXlwd4Jl> (Date of request.) (Accessed HSY, May 22, 2020). (in Finnish)
19. Matthews C., Crispie F., Lewis E., Reid M., O'Toole P.W., Cotter P.D. The rumen microbiome: a crucial consideration when optimising milk and meat production and nitrogen utilisation efficiency. *Gut Microbes.* 2019; 10(2):115–132. doi: 10.1080/19490976.2018.1505176
20. Lima J., Auffret M.D., Stewart R.D., Dewhurst R.J., Duthie C.A., Snelling T.J., Walker A.W., Freeman T.C., Watson M., Roehe R. Identification of rumen microbial genes involved in pathways linked to appetite, growth, and feed conversion efficiency in cattle. *Front Genet.* 2019; 8(10):701. doi: 10.3389/fgene.2019.00701
21. Shabat S.K., Sasson G., Doron-Faigenboim A., Durman T., Yaacoby S., Berg Miller M.E., White B.A., Shterzer N., Mizrahi I. Specific microbiome-dependent mechanisms underlie the energy harvest efficiency of ruminants. *ISME J.* 2016; 10(12):2958–2972. doi: 10.1038/ismej.2016.62
22. Schären M., Frahm J., Kersten S., Meyer U., Hummel J., Breves G., Danicke S. Interrelations between the rumen microbiota and production, behavioral, rumen fermentation, metabolic, and immunological attributes of dairy cows. *J Dairy Sci.* 2018; 101(5):4615–4637. doi: 10.3168/jds.2017-13736
23. Ribeiro G.O., Gruninger R.J., Badhan A., McAllister T.A. Mining the rumen for fibrolytic feed enzymes. *Animal Frontiers.* 2016; 6(2):20–26 <https://doi.org/10.2527/af.2016-0019>
24. Pickering N.K., Oddy V.H., Basarab J., Cammack K., Hayes B., Hegarty R.S., Lassen J., McEwan J.C., Miller S., Pinares-Patio C.S., Haas Y. Animal board invited review: genetic possibilities to reduce enteric methane emissions from ruminants. *Animal.* 2015;9(9):1431–40. doi: 10.1017/S1751731115000968

ОБ АВТОРАХ:

Ксения Николаевна Атландерова, кандидат биологических наук, научный сотрудник испытательного центра, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 29, ул. 9 Января, г. Оренбург, 460000, Российская Федерация e-mail: atlander-kn@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-3977-4831>

Сергей Александрович Мирошников, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 29, ул. 9 Января, г. Оренбург, 460000, Российская Федерация e-mail: vniims.or@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-1173-1952>

Виталий Александрович Рязанов, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 29, ул. 9 Января, г. Оренбург, 460000, Российская Федерация e-mail: vita7456@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-0903-9561>

Галимжан Калиханович Дускаев, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 29, ул. 9 Января, г. Оренбург, 460000, Российская Федерация e-mail: gduskaev@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

Елена Владимировна Шейда, кандидат биологических наук, – научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, ул. 9 Января, 29, Оренбург, 460000, Российская Федерация; – старший научный сотрудник института биоэлементологии, Оренбургский государственный университет, 13, пр. Победы, Оренбург, 460018, Российская Федерация, тел.: +7 (922) 862-64-02, e-mail: elena-shejda@mail.ru, <https://doi.org/0000-0002-2586-613X>

ABOUT THE AUTHORS:

Ksenia Nikolaevna Atlanderova, Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Testing Center, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, Str. Yanvarya 9, Orenburg, 460000, Russian Federation e-mail: atlander-kn@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-3977-4831>

Sergey Aleksandrovich Miroshnikov, Doctor of Biological Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after S.G. Leushina, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, Str. Yanvarya 9, Orenburg, 460000, Russian Federation e-mail: vniims.or@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-1173-1952>

Vitaliy Aleksandrovich Ryazanov, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher, Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology. S.G. Leushina, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, Str. Yanvarya 9, Orenburg, 460000, Russian Federation e-mail: vita7456@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-0903-9561>

Galimzhan Kalikhanov Dускаev, Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher of the Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after S.G. Leushin, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, Str. Yanvarya 9, Orenburg, 460000, Russian Federation e-mail: gduskaev@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

Elena Vladimirovna Sheida, Candidate of Biological Sciences, – Researcher at the Laboratory of Biological Tests and Examinations, Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, str. January 9, Orenburg, 460000, Russian Federation; – Senior Researcher at the Institute of Bioelementology, Orenburg State University, 13, Pobedy Ave., Orenburg, 460018, Russian Federation, tel.: +7 (922) 862-64-02, e-mail: elena-shejda@mail.ru, <https://doi.org/0000-0002-2586-613X>

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ МАСТИТА

Мастит – серьезная проблема для современных животноводческих комплексов. По данным Международной молочной федерации, а также результатов научных исследований, маститом может переболеть до 25–30% коров молочного поголовья.



Эта проблема наносит огромный ущерб хозяйству. Так, по данным ряда источников, количество коров, которые выбраковываются в результате хронизации мастита и, как следствие, атрофии долей вымени, составляет от 5 до 35% от общего числа выбракованных животных в хозяйствах, а молочная продуктивность животных, переболевших маститом, снижается на 7–32%.

Антибактериальные препараты остаются основными средствами лечения мастита. Ни для кого не секрет, что антибиотики проникают почти во все ткани и органы, в том числе и в молоко. В период лечения антибиотиками молоко не допускается в переработку и должно быть утилизировано. Кроме того, у любого антибиотика существует период ожидания, то есть период от последнего введения препарата до того момента, когда его остаточные количества не обнаруживаются в молоке либо соответствуют максимально допустимым уровням, разрешенным законодательством. Если период ожидания после применения препарата составляет 3–5 дней, то можно посчитать, сколько денег недополучает хозяйство, применяя такие лекарства.

Для эффективного решения проблемы маститов компания «Новая Группа» предлагает «Марбофлоцин 10%» – современный антибактериальный препарат на основе марбофлоксацина, фторхинолона последнего поколения, разработанный специально для ветеринарии, с широким спектром действия и периодом ожидания по молоку всего 24 часа.

Преимущества «Марбофлоцина 10%»:

- широкий спектр бактерицидного действия, действует на всех основных возбудителей мастита;
- уникальный механизм действия, основанный на подавлении бактериальных ферментов ДНК-гиразы

и топоизомеразы IV, участвующих в репликации ДНК микроорганизмов, что позволяет преодолевать резистентность к ранее используемым антибиотикам;

– период ожидания по молоку – 24 часа.

«Марбофлоцин 10%» технологичен, вводится подкожно, внутримышечно, один раз в сутки в дозе для крупного скота 1 мл препарата на 50 кг массы животного, при этом продолжительность курса лечения составляет от 3 до 5 дней. Также возможно однократное применение «Марбофлоцина 10%» крупному рогатому скоту внутримышечно в дозе 2 мл препарата на 25 кг массы животного.

Экспериментально доказано и подтверждено практикой, что терапевтическая эффективность «Марбофлоцина 10%» при лечении первично диагностированных клинических маститов значительно превосходит терапевтическую эффективность большинства схем, на сегодняшний день используемых в хозяйствах. При этом молоко от коров, пролеченных препаратом «Марбофлоцин 10%», можно использовать в пищевых целях уже через 24 часа после последнего введения препарата.

«Марбофлоцин 10%» – препарат выбора для современного ветеринарного врача.

Контактная информация

Тел.: +7 (495) 221-01-19,
info@groupnew.ru

Адрес: Московская область, г. Долгопрудный,
ул. Виноградная, д. 13
<https://groupnew.ru/>

МАРБОФЛОЦИН® 10%



ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЙ ПРЕПАРАТ
НА ОСНОВЕ ФТОРХИНОЛОНОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ
С КОРОТКИМ ПЕРИОДОМ ОЖИДАНИЯ ПО МОЛОКУ



МИНИМАЛЬНЫЙ ПЕРИОД ОЖИДАНИЯ
ПО МОЛОКУ - **24** ЧАСА



ШИРОКИЙ СПЕКТР АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО
ДЕЙСТВИЯ



ПРЕОДОЛЕВАЕТ ПЕРЕКРЕСТНУЮ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ
К ДРУГИМ ГРУППАМ АНТИБИОТИКОВ



ОПТИМАЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ КУРСА ЛЕЧЕНИЯ



- МАСТИТ
- ЭНДОМЕТРИТ
- РЕСПИРАТОРНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ
БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЭТИОЛОГИИ
- ЗАБОЛЕВАНИЯ ЖЕЛУДОЧНО-
КИШЕЧНОГО ТРАКТА

ПРАВИЛЬНЫЙ ВЫБОР ДЛЯ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ!



НОВАЯ ГРУППА



8 (495) 221-01-19



Россия, 141700,
М.О., г. Долгопрудный,
ул. Виноградная, д. 13



info@groupnew.ru
www.groupnew.ru

Регистрационное свидетельство:
32-3-10.22-4887№ПВР-3-10.22/03726

ИМЕЮТСЯ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ. ОЗНАКОМЬТЕСЬ С ИНСТРУКЦИЕЙ.

УДК 636.5.033/61.619

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-28-34

Д.Г. Тюрина¹,
Г.Ю. Лаптев²,
Е.А. Йылдырым^{2,3}, ✉
Л.А. Ильина^{1,2,3},
В.А. Филиппова^{2,3},
Е.А. Бражник¹,
К.А. Калиткина^{1,3},
Е.С. Пономарева¹,
А.В. Дубровин¹,
Н.И. Новикова¹,
Д.А. Ахматчин¹,
В.В. Молотков¹,
В.Х. Меликиди¹,
Е.П. Горфункель¹

¹ ООО «БИОТРОФ», Санкт-Петербург,
Пушкин, Российская Федерация

² ООО «БИОТРОФ+», Санкт-Петербург,
Российская Федерация

³ Санкт-Петербургский государственный
аграрный университет,
Санкт-Петербург, Пушкин,
Российская Федерация

✉ deniz@biotrof.ru

Поступила в редакцию:
30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
10.10.2022

Принята к публикации:
10.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-28-34

Daria G. Tyurina¹,
Georgiy Y. Laptev²,
Elena A. Yildirim^{2,3}, ✉
Larisa A. Ilyina^{1,2,3},
Valentina A. Filippova^{2,3},
Evgeny A. Brazhnik¹,
Kseniya A. Kalitkina^{1,3},
Ekaterina S. Ponomareva¹,
Andrey V. Dubrovin¹,
Natalya I. Novikova¹,
Dmitriy A. Akhmatchin¹,
Vitaliy V. Molotkov¹,
Veronika H. Melikidi¹,
Elena P. Gorfunkel¹

¹ ООО «БИОТРОФ», St. Petersburg, Pushkin,
Russian Federation

² ООО «БИОТРОФ+», St. Petersburg,
Russian Federation

³ St. Petersburg State Agrarian University,
St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation

✉ deniz@biotrof.ru

Received by the editorial office:
30.07.2022

Accepted in revised:
10.10.2022

Accepted for publication:
10.11.2022

Изменение экспрессии генов антимикробных пептидов у сельскохозяйственной птицы под влиянием глифосата и пробиотика

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Появляется все больше информации о том, что глифосаты могут оказывать ряд негативных эффектов на здоровье животных, птиц и человека, что вызывает серьезную озабоченность в отношении глобальной безопасности кормов и продукции животноводства и птицеводства.

Методы. Эксперименты проводили в виварии ООО «БИОТРОФ+» на бройлерах кросса Росс 308. Птиц разделили на 3 группы: 1-ю (контрольную), получавшую рацион без введения добавок, 2-ю (опытную), получавшую рацион с добавлением глифосата, 3-ю (опытную), получавшую рацион с добавлением глифосата и штамма микроорганизма *Bacillus sp.* ГЛ-8. Анализ экспрессии генов слепых отростков кишечника бройлеров проводили с помощью количественной ПЦР с обратной транскрипцией. Для анализа экспрессии мРНК были выбраны специфические праймеры для генов антимикробных пептидов. Реакции амплификации проводили с использованием «SsoAdvanced™ Universal SYBR® Green Supermix» («Bio-Rad», США).

Результаты. Показано, что остаточные количества глифосатов, присутствующие в кормах бройлеров, оказывают влияние на экспрессию генов антимикробных пептидов AvBD1, AvBD2, AvBD4, AvBD6, CATH-2, NK-lysin, усиливая ее. Так, например, в опытной группе 2 наблюдалось усиление экспрессии генов дефензинов AvBD1, AvBD2, AvBD4, AvBD6 в 21,9; 29,9; 35,1 и 33,5 раза соответственно по сравнению с контрольной группой 1 ($P \leq 0,001$). Снижение (на 31–41%) экспрессии гена LEAP-2 при загрязнении корма глифосатами может, по всей видимости, приводить к уменьшению резистентности к бактериальным патогенам, таким как *Salmonella enterica typhimurium*, *Streptococcus spp.*, и увеличению тяжести симптомов кокцидиозов у птиц. Пробиотик оказывал «выравнивающее» влияние на экспрессию генов дефензинов AvBD1, AvBD2, AvBD4 и AvBD6. Вероятно, это связано с усилением у микробиоты кишечника, модифицированной пробиотиком, возможностей метаболизма глифосата, что могло действовать в качестве физического барьера.

Ключевые слова: бройлеры, антимикробные пептиды, глифосат, экспрессия генов, пробиотик

Для цитирования: Тюрина Д. Г. и др. Изменение экспрессии генов антимикробных пептидов у сельскохозяйственной птицы под влиянием глифосата и пробиотика. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 28–34. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-28-34>

© Тюрина Д.Г., Лаптев Г.Ю., Йылдырым Е.А., Ильина Л.А., Филиппова В.А., Бражник Е.А., Калиткина К.А., Пономарева Е.С., Дубровин А.В., Новикова Н.И., Ахматчин Д.А., Молотков В.В., Меликиди В.Х., Горфункель Е.П.

Changes in the expression of antimicrobial peptide genes in poultry under the influence of glyphosate and probiotic

ABSTRACT

Relevance. There is increasing information that glyphosates can have a range of adverse effects on animal, bird and human health, raising serious concerns about global feed and animal and poultry product safety.

Methods. The experiments were carried out in the vivarium of ООО «BIOTROF+» on broilers of the Ross 308 cross. The birds were divided into 3 groups: 1st (control), which received a diet without additives, 2nd (experimental), which received a diet with the addition of glyphosate, 3rd (experimental), which received a diet with the addition of glyphosate and a strain of the microorganism *Bacillus sp.* GL-8. Analysis of the gene expression of the caecum of the intestines of broilers was carried out using quantitative PCR with reverse transcription. To analyze mRNA expression, specific primers for antimicrobial peptide genes were selected. Amplification reactions were performed using «SsoAdvanced™ Universal SYBR® Green Supermix» («Bio-Rad»).

Results showed that the residual amounts of glyphosates which are present at sterns of broilers influence an expression of genes of antimicrobial peptides AvBD1, AvBD2, AvBD4, AvBD6, CATH-2, NK-lysin, strengthening it. For example, in experimental group 2, there was an increase in gene expression of defensins AvBD1, AvBD2, AvBD4, AvBD6 by 21.9, 29.9, 35.1 and 33.5 times, respectively, compared to control group 1 ($P \leq 0,001$). A decrease (31 to 41%) in LEAP-2 gene expression when feed is contaminated with glyphosates may likely lead to a decrease in resistance to bacterial pathogens such as *Salmonella enterica typhimurium*, *Streptococcus spp.* and increased severity by the symptom of coccidiosis in poultry. The probiotic had a «leveling» effect on the expression of AvBD1, AvBD2, AvBD4 and AvBD6 defensin genes. This is likely due to the enhancement in the probiotic-modified gut microbiota of glyphosate metabolic opportunities, which may have acted as a physical barrier.

Key words: broilers, antimicrobial peptides, glyphosate, gene expression, probiotic

For citation: Tyurina D.G. et al. Changes in the expression of antimicrobial peptide genes in poultry under the influence of glyphosate and probiotic. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 28–34. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-28-34> (In Russian).

© Tyurina D.G., Laptev G.Y., Yildirim E.A., Ilyina L.A., Filippova V.A., Brazhnik E.A., Kalitkina K.A., Ponomareva E.S., Dubrovin A.V., Novikova N.I., Akhmatchin D.A., Molotkov V.V., Melikidi V.H., Gorfunkel E.P.

Введение / Introduction

Присутствие токсикантов, в том числе остаточных количеств гербицида глифосата, в кормах для сельскохозяйственной птицы – это очень остро стоящая проблема в нашей стране [1] и во всем мире [2]. Появляется все больше информации о том, что глифосаты могут оказывать ряд негативных эффектов на здоровье животных, птиц и человека [3, 4]. Это вызывает серьезную озабоченность в отношении глобальной безопасности кормов и продукции животноводства и птицеводства.

Слизистая оболочка кишечника животных и птиц подвергается воздействию патогенов и токсикантов, поступающих с кормами, что может вызывать у организма различные типы откликов (толерантность, включение защитных механизмов, усиление резистентности или ухудшение здоровья и продуктивности). Поверхность слизистой оболочки кишечника действует как основной барьер против патогенов и токсикантов, что может повлиять на клеточные и иммунные реакции хозяина. Эпителий и слизистая кишечника состоят из муцинов, гликопротеинов, липидов, антимикробных пептидов (АМП), секреторного иммуноглобулина А (IgA), которые контролируют прохождение определенных субстанций и предотвращает попадание бактерий через эпителиальный барьер [5]. Антигены, прежде всего патогенные микроорганизмы, инициируют экспрессию врожденных иммунных эффекторных молекул, а именно АМП, которые критически важны для поддержания функционального иммунного барьера в кишечнике и одновременно играют ключевую гомеостатическую роль в формировании состава микробиоты [6]. Нарушение функционирования данных барьеров под влиянием ряда негативных факторов, прежде всего кормовых, может ухудшить резистентность, в результате чего микроорганизмы могут приобрести потенциал для вторжения в организм хозяина, что инициирует гастроэнтериты, септицемию, падение продуктивности, массовые падежи и др.

АМП вырабатываются как компонент врожденной иммунной системы организма, они эффективны против широкого спектра патогенов, таких как бактерии, простейшие и грибы [7]. Важной особенностью АМП является их способность ингибировать рост бактерий с множественной лекарственной устойчивостью. Так, показано, что АМП способны ингибировать метициллинрезистентный золотистый стафилококк и синегнойную палочку с множественной лекарственной устойчивостью [8]. Это разнообразная группа (анионные пептиды, линейные катионные α -спиральные пептиды, катионные пептиды и др.) эволюционно консервативных молекул, которые обычно состоят из 5–50 аминокислот, обладающих широким спектром антимикробной активности и относительно низким уровнем развития резистентности [9]. Дефензины представляют собой наиболее распространенное и наиболее консервативное семейство этих катионных пептидов [10]. У кур имеется 14 птичьих β -дефензинов (AvBD) и не обнаружено α -дефензинов [10]. Птичьи кателицидины (CATH1, CATH2, CATH1–3, CATH-B1) были обнаружены у сельскохозяйственной птицы в 2004 году [11], они проявляют активность в отношении *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* и др. Не так давно у цыплят был идентифицирован катионный антимикробный пептид LEAP-2, высокоэффективный против *Salmonella enterica* [12]. В дополнение к антимикробной активности, АМП, такие как, например, пептид кателицидина LL-37 и куриный NK-lysin, проявляют иммуномодулирующие свойства [13].

Известно, что поступление ксенобиотиков в организм изменяет активность экспрессии множества генов [14]. Тем не менее, исследования влияния токсикантов на уровень экспрессии генов АМП единичны. В связи с этим интересно оценить потенциальное влияние, которое значимые стрессоры, такие как глифосаты, оказывают на экспрессию генов АМП.

В настоящее время одним из многообещающих подходов к снижению риска, связанного с присутствием ксенобиотиков в кормах, является биологическая детоксикация, осуществляемая ферментами пробиотических штаммов [15].

В связи с этим целью нашего исследования было изучить изменение экспрессии генов антимикробных пептидов у бройлеров на фоне загрязнения кормов глифосатом и введения в рацион пробиотического штамма *Bacillus sp.* ГЛ-8.

Материалы и методы / Materials and methods

Эксперименты проводили в виварии ООО «БИО-ТРОФ+» на бройлерах кросса Росс 308 1–35-суточного возраста в 2022 году в соответствии с требованиями Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS №123, Страсбург, 1986). Условия кормления и содержания соответствовали требованиям для кросса бройлеров [16]. Для кормления с 1-го по 28-й день выращивания применяли комбикорм ПК 5 для бройлеров, с 29-го по 35-й день – ПК 6 для бройлеров. Птиц разделили на 3 группы по 40 голов в каждой: 1) контрольную группу 1, получавшую рацион без введения глифосата и пробиотического штамма микроорганизма, 2) опытную группу 2, получавшую рацион с добавлением глифосата в количестве 20 мг/кг корма, что соответствовало 1 ПДК для продуктов питания (СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»); 3) опытную группу 3, получавшую рацион с добавлением глифосата в количестве 20 мг/кг корма, а также пробиотического штамма микроорганизма *Bacillus sp.* ГЛ-8.

Для проведения производственного эксперимента применяли глифосат в составе препарата «Агрокиллер» (ЗАО «Август», Россия), содержащий 500 г/л глифосата кислоты (изопропиламинная соль). Для этого готовили рабочий раствор из препарата «Агрокиллер», рабочий раствор наносили на комбикорм методом распыления в соотношении на 1 кг комбикорма 5 мл рабочего раствора до конечной концентрации чистого глифосата в комбикорме 20 мг/кг.

Для анализа экспрессии генов у бройлеров в конце эксперимента отбирали ткани слепых отростков кишечника. Анализ экспрессии генов проводили с помощью количественной ПЦР с обратной транскрипцией. РНК выделяли из образцов тканей с использованием мини-набора «Aurum™ Total RNA» («Bio-Rad», США), следуя инструкциям производителя. Реакцию обратной транскрипции проводили для получения кДНК на матрице РНК с использованием «iScript™ Reverse Transcription Supermix» («Bio-Rad», США). Для анализа экспрессии мРНК были выбраны специфические праймеры для следующих исследованных генов АМП: для гена AvBD1 – F: CCGTTTCTGTCCCGTCA, R: CCTTTGCTAAAAATCCCTTC, для гена AvBD2 – F: GCACTCCAGGTTTCTCCA, R: GGCGTCCGACTTTGATTA, для гена AvBD4 – F: TCATGGAGCTGTGGGCTTTT, R: AGCATTCCTCCATAAGGGCATT,

для гена AvBD6 – F: CTGCTGCTGTGTCTGTCTCTCTT, R: TGCAGACACCCCTTTGATAT, для гена CATH-2 – F: GACGACTGCGACTTCAAGGA, R: CGTCTCTGCGAGCTAGATTG, для гена NK-lysin – F: TTCTGCGTCAGTCTGGTGA, R: TCCCGTACTGCACACCTT, для гена LEAP-2 – F: ACTCTGGAATTCTGCCTGATGACA, R: CATCTGCATCCGTGCCTGA. В качестве референсного контроля использовали праймеры на ген «домашнего хозяйства» – белка β-актина (ACTB).

Реакции амплификации проводили с использованием «SsoAdvanced™ Universal SYBR® Green Supermix» («Bio-Rad», США) в соответствии с протоколом производителя с использованием амплификатора детектирующего «ДТлайт» («ДНК-Технология», Россия). Режим и условия амплификации соответствовали каждому праймеру. Оценка относительного уровня экспрессии проводилась с использованием метода $2^{-\Delta\Delta CT}$ [17].

Математическую и статистическую обработку результатов осуществляли методом многофакторного дисперсионного анализа (multifactor ANalysis Of VAriance, ANOVA) в программах «Microsoft Excel XP/2003», «R-Studio» (version 1.1.453, <https://rstudio.com>).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Данные анализа относительных уровней транскриптов генов АМП в тканях слепых отростков кишечника бройлеров в ответ на введение глифосата и пробиотического штамма *Bacillus sp.* ГЛ-8 показаны на рис. 1–4.

Как видно из рис. 1, в опытной группе 2 наблюдалось резкое усиление экспрессии генов дефензинов AvBD1, AvBD2, AvBD4, AvBD6 в 21,9; 29,9; 35,1 и 33,5 раза соответственно по сравнению с контрольной группой 1 ($P \leq 0,001$). Известно, что AvBD1 и AvBD2, полученные из куриных лейкоцитов, проявляют антимикробную активность в отношении *E. coli*, *Listeria monocytogenes* и *Candida albicans* [18]. В ряде научных статей описаны случаи воздействия глифосата на иммунную систему организма, которое выражалось, например, в иммунной дисрегуляции, в частности, в уменьшении активно-

сти дефензинов [19]. В 2021 г. мы показали, что такой токсикант, как Т-2 токсин, оказывает стимулирующее влияние на экспрессию генов АМП β-дефензинов AvBD9 и AvBD10 в тканях поджелудочной железы бройлеров [20]. Дефензины демонстрируют липополисахарид-связывающую активность [21]. Липополисахариды – это эндотоксины, которые представляют собой компоненты наружной части клеточной мембраны грамотрицательных патогенных микроорганизмов, которые защищают мембрану от агрессивных воздействий окружающей среды. Кроме того, ранее было сделано неожиданное открытие, что консервативные домены фермента глутатион S-трансферазы, обладающего способностью к детоксикации ксенобиотиков, состоят из умеренно коротких катионных и гидрофобных пептидов, обладающих выраженной антимикробной активностью в отношении золотистого стафилококка и *Klebsiella pneumoniae* [22]. Эти сведения и полученные нами данные могут свидетельствовать о том, что АМП могут определенным образом быть задействованы в процессах детоксикации ксенобиотиков.

Введение в рацион пробиотика (опытная группа 3) способствовало снижению экспрессии генов AvBD1, AvBD2, AvBD4, AvBD6 по сравнению с опытной группой 2 ($P \leq 0,05$). Ранее в исследовании на бройлерах было обнаружено, что введение в рацион пробиотика было связано со снижением уровня экспрессии гена AvBD12 в пищеварительной системе [23].

В то же время в опытных группах 2 и 3 с введением глифосата наблюдалось увеличение экспрессии гена CATH-2 в 8,2 и 11,1 раза соответственно по сравнению с контрольной группой 1 ($P \leq 0,05$) (рис. 2). Кателицидины (CATH) представляют собой основную группу пептидов защиты хозяина, которые имеют высококонсервативный кателиноподобный домен. CATH, как и β-дефензины, представляют два основных семейства птичьих АМП, которые экспрессируются в различных тканях [9, 24]. Ранее показано, что CATH-1 и CATH-2 продемонстрировали антимикробную активность широкого спектра действия в отношении грамположительных и отрицательных бактерий [25]. С другой стороны, продемонстрировано, что кателицин CATH-2 – мощный усилитель активации макрофагов у кур и млекопитающих. Это является результатом усиленного эндоцитоза комплекса «ДНК – CATH-2» и последующей активации TLR21 [26]. Активация CATH-2 под влиянием глифосата могла иметь отрицательные последствия для организма птиц, поскольку гиперпродукция генов иммунитета часто имеет связь с различными заболеваниями. Например, показано [27], что ген кателицин LL-37 аномально сверхэкспрессируется у человека при каждом заболевании розацеа. Ранее также сообщалось, что воспалительная реакция, наблюдаемая при розацеа, не проявлялась, когда экспрессия гена кателицина у мышей была подавлена [28]. Соответственно, повышенная экспрессия LL-37 может играть роль в инициации розацеа, которое является неинфекционным хроническим полиэтиологическим дерматозом. Было показано, что различные экологические и эндогенные факторы, в том числе антимикробные пептиды, стимулируют усиленный врожденный иммунный ответ и нарушение нейроваскулярной регуляции [29].

Как видно из рис. 3, на фоне загрязнения корма глифосатами в опытных группах 2 и 3 было отмечено увеличение экспрессии гена NK-lysin в слепых отростках кишечника бройлеров в 3,3 и 2,3 раза соответствен-

Рис. 1. Уровень экспрессии генов дефензинов (AvBD1, AvBD2, AvBD4, AvBD6) в слепых отростках кишечника бройлеров: OE – кратность изменений уровней экспрессии по сравнению с контрольной группой 1, принятой за 1; * – отличия от контрольной группы при $P \leq 0,05$, ** – отличия от контрольной группы при $P \leq 0,01$, *** – отличия от контрольной группы при $P \leq 0,001$; прерывистая красная линия показывает уровень экспрессии в контроле

Fig. 1. Level of defensin gene expression (AvBD1, AvBD2, AvBD4, AvBD6) in broiler cecum: OE – multiplicity of changes in expression levels compared to control group 1 taken as 1; * – differences from control group at $P \leq 0,05$; ** – differences from control group at $P \leq 0,01$; *** – differences from control group at $P \leq 0,001$; dashed red line shows the level of expression in control

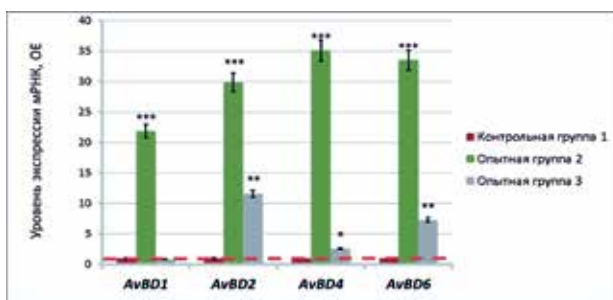


Рис. 2. Уровень экспрессии гена CATH-2 в слепых отростках кишечника бройлеров: OE – кратность изменений уровней экспрессии по сравнению с контрольной группой 1, принятой за 1; * – отличия от контрольной группы при $P \leq 0,01$; прерывистая красная линия показывает уровень экспрессии в контроле

Fig. 2. Level of CATH-2 gene expression in broiler cecum: OE – multiplicity of changes in expression levels compared to control group 1 taken as 1; * – differences from control group at $P \leq 0,01$; dashed red line shows the level of expression in control

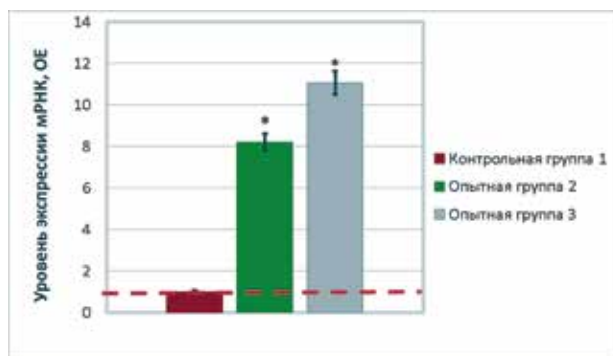
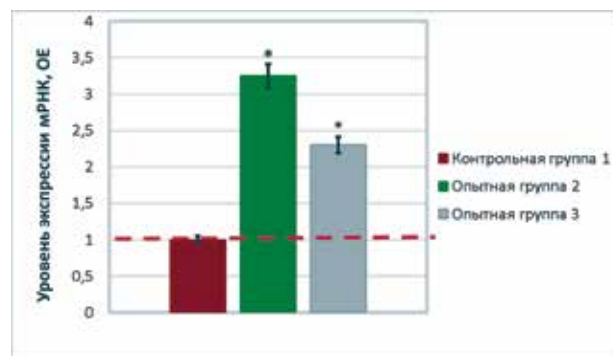


Рис. 3. Уровень экспрессии гена NK-lysin в слепых отростках кишечника бройлеров: OE – кратность изменений уровней экспрессии по сравнению с контрольной группой 1, принятой за 1; * – отличия от контрольной группы при $P \leq 0,05$; прерывистая красная линия показывает уровень экспрессии в контроле

Fig. 3. Level of NK-lysin gene expression in broiler cecum: OE – multiplicity of changes in expression levels compared to control group 1 taken as 1; * – differences from control group at $P \leq 0,05$; dashed red line shows the level of expression in control



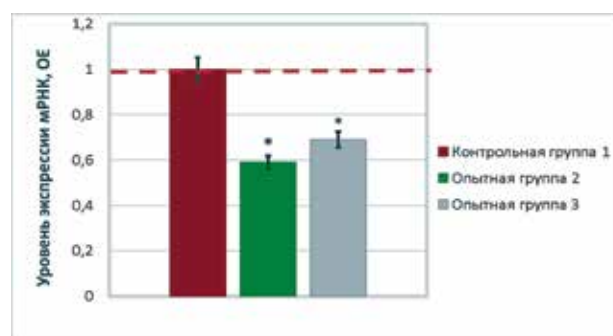
но по сравнению с контрольной группой 1 ($P \leq 0,05$). NK-lysin впервые обнаружен в кишечнике свиней, он является членом суперсемейства сапозиноподобных белков и имеет структурный гомолог гранулину. NK-lysin является эффектором, секретируемым CTL- и NK-клетками, играющим жизненно важную роль во врожденной иммунной защите от инфекционных патогенов [30].

В ряде исследований отмечалось, что NK-лизины, как и некоторые другие АМП, обладают ингибирующим действием в отношении некоторых штаммов *Bacillus subtilis* [31]. Тем не менее, другие штаммы данного вида, а также другие виды рода *Bacillus* способны вырабатывать ряд защитных механизмов на действие АМП [32, 33]. Позитивные сдвиги в уровне экспрессии ряда генов в ответ на введение пробиотика на фоне глифосата могут косвенным образом свидетельствовать о том, что у штамма *Bacillus sp.* ГЛ-8 могут иметься защитные механизмы в ответ на действие АМП хозяина.

Кроме того, в опытных группах 2 и 3 при введении в корм глифосата было отмечено снижение транскриптов мРНК гена LEAP-2 в слепых отростках кишечника бройлеров на 41 и 31% по сравнению с контрольной группой 1 ($P \leq 0,05$). Антимикробный пептид-2 LEAP-2 синтезируются различными эпителиальными клетками. Эти пептиды обладают катионными и гидрофобными свойствами, которые позволяют им проникать в мембранные бислои с образованием пор [34], что приводит к повреждению и уничтожению микроорганизмов. При этом они проявляют избирательную антимикробную активность в отношении различных патогенов [35]. Обнаружено, что LEAP-2 у кур биологически активен против нескольких видов *Salmonella spp.* [36, 37], включая *Salmonella enterica typhimurium*. Кроме того, LEAP-2 проявлял антимикробную активность в отношении грамположительных бактерий, таких как *Streptococcus spp.* и *Staphylococcus spp.* Ранее отмечено, что экспрессия гена LEAP-2 резко снижалась в ответ на заражение организма кокцидиями *Eimeria maxima* [38], что приводило к более тяжелому течению заболевания. Тяжесть заболевания при этом имела связь со сни-

Рис. 4. Уровень экспрессии гена LEAP-2 в слепых отростках кишечника бройлеров: OE – кратность изменений уровней экспрессии по сравнению с контрольной группой 1, принятой за 1; * – отличия от контрольной группы при $P \leq 0,05$; прерывистая красная линия показывает уровень экспрессии в контроле

Fig. 4. Level of LEAP-2 gene expression in broiler cecum: OE – multiplicity of changes in expression levels compared to control group 1 taken as 1; * – differences from control group at $P \leq 0,05$; dashed red line shows the level of expression in control



жением экспрессии LEAP-2. Таким образом, исходя из данных нашего эксперимента, снижение экспрессии LEAP-2 при воздействии глифосатов может приводить к уменьшению резистентности к бактериальным патогенам, таким как *Salmonella enterica typhimurium*, *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, и увеличению тяжести симптомов кокцидиозов у птиц.

Выводы / Conclusion

Остаточные количества глифосатов, присутствующие в кормах бройлеров, оказывают влияние на экспрессию генов врожденных иммунных эффекторных молекул антимикробных пептидов AvBD1, AvBD2, AvBD4, AvBD6, CATH-2, NK-lysin, усиливая ее. Это может быть связано с тем, что ряд АМП синтезируется в ответ на воспалительные реакции, которые, вероятно, может инициировать глифосат при попадании в организм бройлеров.

Полученные нами данные могут свидетельствовать и о том, что АМП могут определенным образом быть задействованы в процессах детоксикации ксенобиотиков. Однако данная гипотеза требует дополнительной экспериментальной проверки в дальнейшем. С другой стороны, гиперпродукция АМП под влиянием глифосата могла иметь отрицательные последствия для организма птиц, поскольку такое явление часто имеет связь с различными заболеваниями.

Снижение экспрессии гена LEAP-2 при загрязнении корма глифосатами может, по всей видимости, приводить к уменьшению резистентности к бактериальным патогенам, таким как *Salmonella enterica typhimurium*,

Streptococcus spp., *Staphylococcus spp.*, и увеличению тяжести симптомов кокцидиозов у птиц. Введение в рацион пробиотика на основе штамма *Bacillus sp.* способствовало снижению экспрессии генов AvBD1, AvBD2, AvBD4 и AvBD6 на фоне потребления глифосатов. Вероятно, это связано с усилением у микробиоты кишечника, модифицированной пробиотиком, возможностей метаболизма глифосата, что могло действовать в качестве физического барьера. Кроме того, пробиотик мог изменять экспрессию ферментов детоксикации макроорганизма, участвующих в деструкции ксенобиотиков, что могло снизить токсичную нагрузку на организм птиц.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда 22-16-00128.

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.

FUNDING

The work was supported by the Russian Science Foundation grant 22-16-00128.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тюрина Д.Г., Меликиди В.Х., Околелова Т.М. и др. Глифосат в комбикормах для птицы. *Птицеводство*. 2021;3: 27–30.
2. Xu J, Shayna S, Smith G, Want W, Li Y. Glyphosate contamination in grains and foods: An overview. *Food Control*. 2019. DOI: 10.1016/j.foodcont.2019.106710. 106 Article 10670.
3. Tarazona JV, et al. Glyphosate toxicity and carcinogenicity: a review of the scientific basis of the European Union assessment and its differences with IARC. *Arch. Toxicol.* 2017; 9: 12723–2743.
4. Szekacs A, Darvas B. Re-registration challenges of glyphosate in the European union. *Front Environ. Sci.* 2018; 6: 35.
5. Munford RS, Sheppard PO, O'Hara PJ. Saposin-like proteins (SAPLIP) carry out diverse functions on a common backbone structure. *J. Lipid Res.* 1995;36: 1653–1663.
6. Maurice CF, Haider HJ, Turnbaugh PJ. Xenobiotics shape the physiology and gene expression of the active human gut microbiome. *Cell*. 2013;152(1-2): 39–50. DOI: 10.1016/j.cell.2012.10.052.
7. Sierra JM, Fuste E, Rabanal F, Vinuesa T, Vinas M. An overview of antimicrobial peptides and the latest advances in their development. *Expert Opin. Biol. Ther.* 2017;17: 663–676. DOI: 10.1080/14712598.2017.1315402.
8. Brogden K.A. Antimicrobial peptides: Pore formers or metabolic inhibitors in bacteria? *Nat. Rev. Microbiol.* 2005, 3, 238–250.
9. Divyashree M. et al. Clinical applications of antimicrobial peptides (AMPs): where do we stand now? *Protein Pept. Lett.* 2020;27: 120–134. DOI: 10.2174/0929866526666190925152957.
10. Van Dijk A, Veldhuizen EJ, Haagsman HP. Avian defensins. *Vet Immunol Immunopathol.* 2008;124(1-2): 1–18. DOI: 10.1016/j.vetimm.2007.12.006.
11. Lynn DJ, Higgs R, Gaines S, Tierney J, James T, Lloyd AT, Fares MA, Mulcahy G, O'Farrelly C. Bioinformatic discovery and initial characterisation of nine novel antimicrobial peptide genes in the chicken. *Immunogenetics*. 2004;56: 170–177.
12. Michailidis G. Expression of chicken LEAP-2 in the reproductive organs and embryos and in response to *Salmonella enterica* infection. *Vet Res Commun.* 2010;34(5): 459–71. DOI: 10.1007/s11259-010-9420-3.
13. Bowdish DM. et al. Impact of LL-37 on anti-infective immunity. *J. Leukoc. Biol.* 2005;77: 451–459. DOI: 10.1189/jlb.0704380.
14. Boei JJWA, Vermeulen S, Klein B. et al. Xenobiotic metabolism in differentiated human bronchial epithelial cells. *Arch Toxicol.* 2017;91: 2093–2105. DOI: 10.1007/s00204-016-1868-7.
15. Firdous S, Iqbal S, Anwar S. Optimization and modeling of glyphosate biodegradation by a novel *Comamonas odontotermitis* P2 through response surface methodology. *Pedosphere*. 2017. DOI: 10.1016/S1002-0160(17)60381-3.
16. Егоров ИА, Манукян ВА, Ленкова ТН, и др. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Молекулярно-генетические методы определения микрофлоры кишечника. Сергиев Посад.: *Весь Сергиев Посад*. 2013.

REFERENCES

1. Tyurina D.G., Melikidi V.H., Okolelova T.M, et al. Glyphosate in poultry feed. *Poultry farming*. 2021;3:27–30 (In Russian)
2. Xu J, Shayna S, Smith G, Want W, Li Y. Glyphosate contamination in grains and foods: An overview. *Food Control*. 2019. DOI: 10.1016/j.foodcont.2019.106710. 106 Article 10670.
3. Tarazona JV, et al. Glyphosate toxicity and carcinogenicity: a review of the scientific basis of the European Union assessment and its differences with IARC. *Arch. Toxicol.* 2017; 9: 12723–2743.
4. Szekacs A, Darvas B. Re-registration challenges of glyphosate in the European union. *Front Environ. Sci.* 2018; 6: 35.
5. Munford RS, Sheppard PO, O'Hara PJ. Saposin-like proteins (SAPLIP) carry out diverse functions on a common backbone structure. *J. Lipid Res.* 1995;36: 1653–1663.
6. Maurice CF, Haider HJ, Turnbaugh PJ. Xenobiotics shape the physiology and gene expression of the active human gut microbiome. *Cell*. 2013;152(1-2): 39–50. DOI: 10.1016/j.cell.2012.10.052.
7. Sierra JM, Fuste E, Rabanal F, Vinuesa T, Vinas M. An overview of antimicrobial peptides and the latest advances in their development. *Expert Opin. Biol. Ther.* 2017;17: 663–676. DOI: 10.1080/14712598.2017.1315402.
8. Brogden K.A. Antimicrobial peptides: Pore formers or metabolic inhibitors in bacteria? *Nat. Rev. Microbiol.* 2005, 3, 238–250.
9. Divyashree M. et al. Clinical applications of antimicrobial peptides (AMPs): where do we stand now? *Protein Pept. Lett.* 2020;27: 120–134. DOI: 10.2174/0929866526666190925152957.
10. Van Dijk A, Veldhuizen EJ, Haagsman HP. Avian defensins. *Vet Immunol Immunopathol.* 2008;124(1-2): 1–18. DOI: 10.1016/j.vetimm.2007.12.006.
11. Lynn DJ, Higgs R, Gaines S, Tierney J, James T, Lloyd AT, Fares MA, Mulcahy G, O'Farrelly C. Bioinformatic discovery and initial characterisation of nine novel antimicrobial peptide genes in the chicken. *Immunogenetics*. 2004;56: 170–177.
12. Michailidis G. Expression of chicken LEAP-2 in the reproductive organs and embryos and in response to *Salmonella enterica* infection. *Vet Res Commun.* 2010;34(5): 459–71. DOI: 10.1007/s11259-010-9420-3.
13. Bowdish DM. et al. Impact of LL-37 on anti-infective immunity. *J. Leukoc. Biol.* 2005;77: 451–459. DOI: 10.1189/jlb.0704380.
14. Boei JJWA, Vermeulen S, Klein B. et al. Xenobiotic metabolism in differentiated human bronchial epithelial cells. *Arch Toxicol.* 2017;91: 2093–2105. DOI: 10.1007/s00204-016-1868-7.
15. Firdous S, Iqbal S, Anwar S. Optimization and modeling of glyphosate biodegradation by a novel *Comamonas odontotermitis* P2 through response surface methodology. *Pedosphere*. 2017. DOI: 10.1016/S1002-0160(17)60381-3.
16. Egorov I.A., Manukyan V.A., Lenkova T.N. et al. Methodology for Scientific and Production Research on Feeding Farm Poultry. Molecular genetic methods for determining intestinal microflora. Sergiev Posad.: *Ves' Sergiev Posad*. 2013 (In Russian)

17. Livak KJ, Schmittgen TD. Analysis of Relative Gene Expression Data Using Real-Time Quantitative PCR and the 2- $\Delta\Delta$ CT Method. *Methods*. 2001;25(4): 402–408. DOI: 10.1006/meth.2001.1262.
18. Harwig SS. et al. Gallinacins: cysteine-rich antimicrobial peptides of chicken leukocytes. *FEBS Lett*. 1994;342: 281–285.
19. Motta EVS, Powell JE, Moran NA. Glyphosate induces immune dysregulation in honey bees. *Anim Microbiome*. 2022 Feb 22;4(1):16. doi: 10.1186/s42523-022-00165-0. PMID: 35193702; PMCID: PMC8862317
20. Ёлдырым Е.А., Грозина А.А., Вертипрахов В.Г., Ильина Л.А., Филиппова В.А., Лаптев Г.Ю., Бразник Е.А., Калиткина К.А., Тарла-вин Н.В., Дубровин А.В., Новикова Н.И., Тюрина Д.Г. Экспрессия генов, ассоциированных с иммунитетом, в тканях слепых отростков кишечника и поджелудочной железы цыплят-бройлеров (*Gallus gallus* L.) при экспериментальном Т-2 токсикозе. *Сельскохозяйственная биология*. 2021;56(4):664–681.
21. Motzkus D, Schulz-Maronde S, Heitland A, Schulz A, Forssmann WG, Jübner M, Maronde E. The novel beta-defensin DEFB123 prevents lipopolysaccharide-mediated effects in vitro and in vivo. *FASEB J*. 2006;20(10): 1701–2. DOI: 10.1096/fj.05-4970fje.
22. Horam S, Raj S, Tripathi VC. et al. Xenobiotic Binding Domain of Glutathione S-Transferase Has Cryptic Antimicrobial Peptides. *Int J Pept Res Ther*. 2019;25: 1477–1489. DOI: 10.1007/s10989-018-9793-7.
23. Elsayed SI Mohammed et al. Effects of Probiotics on the Expression and Localization of Avian β -defensins in the Proventriculus of Broiler Chicks. *The Journal of Poultry Science*. 2015;52(1): 57–67. DOI: 10.2141/jpsa.0140114.
24. Van Dijk A, Veldhuizen EJ, Haagsman HP. Avian defensins. *Vet. Immunol. Immunopathol*. 2008;124: 1–18. DOI: 10.1016/j.vetimm.2007.12.006.
25. Xiao Y. et al. Identification and functional characterization of three chicken cathelicidins with potent antimicrobial activity. *J. Biol. Chem*. 2006;281: 2858–2867. DOI: 10.1074/jbc.M507180200.
26. Maarten Coorens, Albert van Dijk, Floris Bikker, Edwin JA Veldhuizen and Henk P. Haagsman. Importance of Endosomal Cathelicidin Degradation To Enhance DNA-Induced Chicken Macrophage Activation. *J Immunol*. 2015; 195(8): 3970–3977. DOI: 10.4049/jimmunol.1501242.
27. Park BW, Ha JM, Cho EB, Jin JK, Park EJ, Park HR, Kang HJ, Ko SH, Kim KH, Kim KJ. A Study on Vitamin D and Cathelicidin Status in Patients with Rosacea: Serum Level and Tissue Expression. *Ann Dermatol*. 2018;30(2): 136–142. DOI: 10.5021/ad.2018.30.2.136.
28. Yamasaki K, Di Nardo A, Bardan A, Murakami M, Ohtake T, Coda A, et al. Increased serine protease activity and cathelicidin promotes skin inflammation in rosacea. *Nat Med*. 2007;13: 975–980.
29. Rainer BM, Kang S, Chien AL. Rosacea: Epidemiology, pathogenesis, and treatment. *Dermatoendocrinol*. 2017; 4;9(1):e1361574. doi: 10.1080/19381980.2017.1361574.
30. Li J, Han Y, Jin K, Wan Y, Wang S, Liu B. et al. Dynamic changes of cytotoxic T lymphocytes (CTLs), natural killer (NK) cells, and natural killer T (NKT) cells in patients with acute hepatitis B infection. *Virology*. 2011;8: 1–8.
31. Lin Q, Fu Q, Chen D, Yu B, Luo Y, Huang Z, Zheng P, Mao X, Yu J, Luo J, Yan H, He J. Functional Characterization of Porcine NK-Lysin: A Novel Immunomodulator That Regulates Intestinal Inflammatory Response. *Molecules*. 2021;13;26(14):4242. doi: 10.3390/molecules26144242.
32. Cole JN, Nizet V. Bacterial Evasion of Host Antimicrobial Peptide Defenses. *Microbiol Spectr*. 2016;4(1):10.1128/microbiolspec.VMBF-0006-2015. doi: 10.1128/microbiolspec.
33. Klein C, Entian KD. Genes involved in self-protection against the lantibiotic subtilin produced by *Bacillus subtilis* ATCC 6633. *Appl Environ Microbiol*. 1994;60(8):2793–801. doi: 10.1128/aem.60.8.2793-2801.1994.
34. Brogden KA. Antimicrobial peptides: Pore formers or metabolic inhibitors in bacteria? *Nat. Rev. Microbiol*. 2005;3: 238–250.
35. Lee SY, Nam YK. Gene structure and expression characteristics of liver-expressed antimicrobial peptide-2 isoforms in mud loach (*Misgurnus mizolepis*, Cypriniformes). *Fish Aquatic Sci*. 2017;20: 31. DOI: 10.1186/s41240-017-0076-6.
36. Townes CL, Michailidis G, Nile CJ, Hall J. Induction of cationic chicken liver-expressed antimicrobial peptide 2 in response to *Salmonella enterica* infection. *Infect. Immun*. 2004;72: 6987–6993.
37. Townes CL, Michailidis G, Hall J. The interaction of the antimicrobial peptide 2 cLEAP-2 and the bacterial membrane. *Biochem. Biophys*. 2009;387: 500–503.
38. Casterlow S, Li H, Gilbert ER, Dalloul RA, McElroy AP, Emmerson DA, Wong EA. An antimicrobial peptide is downregulated in the small intestine of *Eimeria maxima*-infected chickens. *Poultry Science*. 2011;90(6): 1212–1219. DOI: 10.3382/ps.2010-01110.
17. Livak KJ, Schmittgen TD. Analysis of Relative Gene Expression Data Using Real-Time Quantitative PCR and the 2- $\Delta\Delta$ CT Method. *Methods*. 2001;25(4): 402–408. DOI: 10.1006/meth.2001.1262.
18. Harwig SS. et al. Gallinacins: cysteine-rich antimicrobial peptides of chicken leukocytes. *FEBS Lett*. 1994;342: 281–285.
19. Motta EVS, Powell JE, Moran NA. Glyphosate induces immune dysregulation in honey bees. *Anim Microbiome*. 2022 Feb 22;4(1):16. doi: 10.1186/s42523-022-00165-0. PMID: 35193702; PMCID: PMC8862317
20. Yildirim E.A., Grozina A.A., Vertiprahov V.G., Ilyina L.A., Filippova V.A., Laptev G.Y., Brazhnik E.A., Kalitkina K.A., Tarlavin N.V., Dubrovina A.V., Novikova N.I., Tyurina D.G. Expression of immune-associated genes in tissues of blind intestinal and pancreatic processes of broiler chickens (*Gallus gallus* L.) in experimental T-2 toxicosis. *Agricultural biology*. 2021;56(4): 664–681. (In Russian)/
21. Motzkus D, Schulz-Maronde S, Heitland A, Schulz A, Forssmann WG, Jübner M, Maronde E. The novel beta-defensin DEFB123 prevents lipopolysaccharide-mediated effects in vitro and in vivo. *FASEB J*. 2006;20(10): 1701–2. DOI: 10.1096/fj.05-4970fje.
22. Horam S, Raj S, Tripathi VC. et al. Xenobiotic Binding Domain of Glutathione S-Transferase Has Cryptic Antimicrobial Peptides. *Int J Pept Res Ther*. 2019;25: 1477–1489. DOI: 10.1007/s10989-018-9793-7.
23. Elsayed SI Mohammed et al. Effects of Probiotics on the Expression and Localization of Avian β -defensins in the Proventriculus of Broiler Chicks. *The Journal of Poultry Science*. 2015;52(1): 57–67. DOI: 10.2141/jpsa.0140114.
24. Van Dijk A, Veldhuizen EJ, Haagsman HP. Avian defensins. *Vet. Immunol. Immunopathol*. 2008;124: 1–18. DOI: 10.1016/j.vetimm.2007.12.006.
25. Xiao Y. et al. Identification and functional characterization of three chicken cathelicidins with potent antimicrobial activity. *J. Biol. Chem*. 2006;281: 2858–2867. DOI: 10.1074/jbc.M507180200.
26. Maarten Coorens, Albert van Dijk, Floris Bikker, Edwin JA Veldhuizen and Henk P. Haagsman. Importance of Endosomal Cathelicidin Degradation To Enhance DNA-Induced Chicken Macrophage Activation. *J Immunol*. 2015; 195(8): 3970–3977. DOI: 10.4049/jimmunol.1501242.
27. Park BW, Ha JM, Cho EB, Jin JK, Park EJ, Park HR, Kang HJ, Ko SH, Kim KH, Kim KJ. A Study on Vitamin D and Cathelicidin Status in Patients with Rosacea: Serum Level and Tissue Expression. *Ann Dermatol*. 2018;30(2): 136–142. DOI: 10.5021/ad.2018.30.2.136.
28. Yamasaki K, Di Nardo A, Bardan A, Murakami M, Ohtake T, Coda A, et al. Increased serine protease activity and cathelicidin promotes skin inflammation in rosacea. *Nat Med*. 2007;13: 975–980.
29. Rainer BM, Kang S, Chien AL. Rosacea: Epidemiology, pathogenesis, and treatment. *Dermatoendocrinol*. 2017; 4;9(1):e1361574. doi: 10.1080/19381980.2017.1361574.
30. Li J, Han Y, Jin K, Wan Y, Wang S, Liu B. et al. Dynamic changes of cytotoxic T lymphocytes (CTLs), natural killer (NK) cells, and natural killer T (NKT) cells in patients with acute hepatitis B infection. *Virology*. 2011;8: 1–8.
31. Lin Q, Fu Q, Chen D, Yu B, Luo Y, Huang Z, Zheng P, Mao X, Yu J, Luo J, Yan H, He J. Functional Characterization of Porcine NK-Lysin: A Novel Immunomodulator That Regulates Intestinal Inflammatory Response. *Molecules*. 2021;13;26(14):4242. doi: 10.3390/molecules26144242.
32. Cole JN, Nizet V. Bacterial Evasion of Host Antimicrobial Peptide Defenses. *Microbiol Spectr*. 2016;4(1):10.1128/microbiolspec.VMBF-0006-2015. doi: 10.1128/microbiolspec.
33. Klein C, Entian KD. Genes involved in self-protection against the lantibiotic subtilin produced by *Bacillus subtilis* ATCC 6633. *Appl Environ Microbiol*. 1994;60(8):2793–801. doi: 10.1128/aem.60.8.2793-2801.1994.
34. Brogden KA. Antimicrobial peptides: Pore formers or metabolic inhibitors in bacteria? *Nat. Rev. Microbiol*. 2005;3: 238–250.
35. Lee SY, Nam YK. Gene structure and expression characteristics of liver-expressed antimicrobial peptide-2 isoforms in mud loach (*Misgurnus mizolepis*, Cypriniformes). *Fish Aquatic Sci*. 2017;20: 31. DOI: 10.1186/s41240-017-0076-6.
36. Townes CL, Michailidis G, Nile CJ, Hall J. Induction of cationic chicken liver-expressed antimicrobial peptide 2 in response to *Salmonella enterica* infection. *Infect. Immun*. 2004;72: 6987–6993.
37. Townes CL, Michailidis G, Hall J. The interaction of the antimicrobial peptide 2 cLEAP-2 and the bacterial membrane. *Biochem. Biophys*. 2009;387: 500–503.
38. Casterlow S, Li H, Gilbert ER, Dalloul RA, McElroy AP, Emmerson DA, Wong EA. An antimicrobial peptide is downregulated in the small intestine of *Eimeria maxima*-infected chickens. *Poultry Science*. 2011;90(6): 1212–1219. DOI: 10.3382/ps.2010-01110.

ОБ АВТОРАХ:

Дарья Георгиевна Тюрин, кандидат экономических наук, заместитель директора по финансам ООО «БИОТРОФ», ул. Малиновская, д. 8, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, 196602, Российская Федерация
E-mail: tiurina@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9001-2432>

Георгий Юрьевич Лаптев, доктор биологических наук, генеральный директор ООО «БИОТРОФ», бульвар Загребский, д. 19, г. Санкт-Петербург, 192284, Российская Федерация
E-mail: laptev@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8795-6659>

Елена Александровна Йылдырым, доктор биологических наук, главный биотехнолог молекулярно-генетической лаборатории ООО «БИОТРОФ», бульвар Загребский, д. 19, г. Санкт-Петербург, 192284, Российская Федерация
E-mail: deniz@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5846-5105>

Лариса Александровна Ильина, кандидат биологических наук, начальник молекулярно-генетической лаборатории ООО «БИОТРОФ», бульвар Загребский, д. 19, г. Санкт-Петербург, 192284, Российская Федерация
E-mail: ilina@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2789-4844>

Валентина Анатольевна Филиппова, биотехнолог молекулярно-генетической лаборатории ООО «БИОТРОФ», бульвар Загребский, д. 19, г. Санкт-Петербург, 192284, Российская Федерация
E-mail: filippova@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8789-9837>

Евгений Александрович Бражник, контролер по качеству ООО «БИОТРОФ», ул. Малиновская, д. 8, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, 196602, Российская Федерация
E-mail: vetdoctor@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2178-9330>

Ксения Андреевна Калиткина, биотехнолог молекулярно-генетической лаборатории ООО «БИОТРОФ», ул. Малиновская, д. 8, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, 196602, Российская Федерация
E-mail: kseniya.k.a@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9541-6839>

Екатерина Сергеевна Пономарева, биотехнолог молекулярно-генетической лаборатории ООО «БИОТРОФ», ул. Малиновская, д. 8, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, 196602, Российская Федерация
E-mail: kate@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4336-8273>

Андрей Валерьевич Дубровин, кандидат ветеринарных наук, биотехнолог молекулярно-генетической лаборатории ООО «БИОТРОФ», ул. Малиновская, д. 8, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, 196602, Российская Федерация
E-mail: dubrowin.a.v@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8424-4114>

Наталья Ивановна Новикова, заместитель директора ООО «БИОТРОФ», ул. Малиновская, д. 8, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, 196602, Российская Федерация
E-mail: novikova@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9647-4184>

Дмитрий Андреевич Ахматчин, менеджер по продажам ООО «БИОТРОФ», ул. Малиновская, д. 8, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, 196602, Российская Федерация
E-mail: da@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5264-1753>

Виталий Владимирович Молотков, менеджер по продажам ООО «БИОТРОФ», ул. Малиновская, д. 8, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, 196602, Российская Федерация
E-mail: molotkov@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6196-6226>

Вероника Христофоровна Меликиди, ведущий биотехнолог-разработчик ООО «БИОТРОФ», ул. Малиновская, д. 8, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, 196602, Российская Федерация
E-mail: veronika@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2883-3974>

Елена Павловна Горфункель, контролер по качеству ООО «БИОТРОФ», ул. Малиновская, д. 8, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, 196602, Российская Федерация
E-mail: elena@biotrof.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Daria Georgievna Tyurina, PhD of Economic Sciences, Deputy Director of Financial BIOTROF LLC, 8 Malinovskaya, str., St. Petersburg, Pushkin, 196602, Russian Federation
E-mail: tiurina@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9001-2432>

Georgiy Yurievich Laptev, Doctor of Biological Sciences, CEO of BIOTROF+ LLC, 19, Zagrebky Boulevard, St. Petersburg, 192284, Russian Federation
E-mail: laptev@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8795-6659>

Elena Aleksandrovna Yildirim, Doctor of Biological Sciences, Chief Biotechnologist of the Molecular Genetic Laboratory of BIOTROF+ LLC, 19, Zagrebky Boulevard, St. Petersburg, 192284, Russian Federation
E-mail: deniz@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5846-5105>

Larisa Aleksandrovna Ilyina, PhD of Biological Sciences, Head of the Molecular Genetic Laboratory of BIOTROF+ LLC, 19, Zagrebky Boulevard, St. Petersburg, 192284, Russian Federation
E-mail: ilina@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2789-4844>

Valentina Anatolievna Filippova, biotechnologist of the molecular genetic laboratory of BIOTROF+ LLC, 19, Zagrebky Boulevard, St. Petersburg, 192284, Russian Federation
E-mail: filippova@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8789-9837>

Evgeny Aleksandrovich Brazhnik, quality control specialist of BIOTROF LLC, 8 Malinovskaya, str., St. Petersburg, Pushkin, 196602, Russian Federation
E-mail: vetdoctor@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2178-9330>

Kseniya Andreevna Kalitkina, biotechnologist of the molecular genetic laboratory of BIOTROF LLC, 8 Malinovskaya, str., St. Petersburg, Pushkin, 196602, Russian Federation
E-mail: kseniya.k.a@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9541-683>

Ekaterina Sergeevna Ponomareva, biotechnologist of the molecular genetic laboratory of BIOTROF LLC, 8 Malinovskaya, str., St. Petersburg, Pushkin, 196602, Russian Federation
E-mail: kate@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4336-8273>

Andrey Valerevich Dubrovin, PhD of Veterinary Sciences, biotechnologist of the molecular genetic laboratory of BIOTROF LLC, 8 Malinovskaya, str., St. Petersburg, Pushkin, 196602, Russian Federation
E-mail: dubrowin.a.v@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8424-4114>

Natalya Ivanovna Novikova, Deputy Director of BIOTROF LLC, 8 Malinovskaya, str., St. Petersburg, Pushkin, 196602, Russian Federation
E-mail: novikova@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9647-4184>

Dmitriy Andreevich Akhmatchin, sales-manager of BIOTROF LLC, 8 Malinovskaya, str., St. Petersburg, Pushkin, 196602, Russian Federation
E-mail: da@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5264-1753>

Vitaliy Vladimirovich Molotkov, sales-manager of BIOTROF LLC, 8 Malinovskaya, str., St. Petersburg, Pushkin, 196602, Russian Federation
E-mail: molotkov@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6196-6226>

Veronika Khristoforovna Melikidi, leading biotechnologist-developer of BIOTROF LLC, 8 Malinovskaya, str., St. Petersburg, Pushkin, 196602, Russian Federation
E-mail: veronika@biotrof.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2883-3974>

Elena Pavlovna Gorfunkel, quality control specialist, LLC BIOTROF, 8 Malinovskaya, str., St. Petersburg, Pushkin, 196602, Russian Federation
E-mail: elena@biotrof.ru

УДК 636.033

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-35-40

В.Ю. Сидорова

*Институт механизации животноводства,
пос. Рязановское, Москва,
Российская Федерация*

✉ gdi20071@yandex.ru

Поступила в редакцию:
26.05.2022Одобрена после рецензирования:
28.08.2022Принята к публикации:
10.11.2022

Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-35-40

Victoria Yu. Sidorova

*Institute of Livestock Mechanization,
Ryazanovskoye settlement, Moscow,
Russian Federation*

✉ gdi20071@yandex.ru

Received by the editorial office:
26.05.2022Accepted in revised:
28.08.2022Accepted for publication:
10.11.2022

Проблемы экологичного содержания животных сельскохозяйственного назначения в городах

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В городской черте многих городов и пригородов содержатся животные сельскохозяйственного назначения, к которым относятся свиньи, перепела, овцы и даже коровы. Несмотря на экологическую сложность этой проблемы, она может быть успешно решена; в ином случае она станет вызовом современному обществу потребления. Основной проблемой экологии городской среды при содержании в городах животных сельскохозяйственного назначения являются биоотходы и вопросы их удаления и переработки.

Методы. Научный анализ литературных данных, ГОСТов, СНИПов, технических регламентов и собственных исследований и наблюдений в условиях действующих предприятий по содержанию животных в городской среде.

Результаты. По данным Росстата, в 2020 году в Москве было выращено 1,3 тыс. тонн скота и птицы всех видов, в том числе 0,5 тыс. тонн крупного рогатого скота; 0,013 тыс. тонн свиней; 0,8 тыс. тонн овец и коз; 0,015 тыс. тонн птицы. В 2021 году производство овец и коз здесь увеличилось на 20,3%. Для сравнения, в Севастополе было выращено «всего» 0,7 тыс. тонн скота и птицы всех видов, в том числе 0,313 тыс. тонн крупного рогатого скота; 0,251 тыс. тонн свиней; 0,1 тыс. тонн овец и коз; 0,1 тыс. тонн птицы всех видов. Дома и предприятия, построенные по «зеленым» стандартам экологии и новым технологиям, уменьшают тепловой (углеродный) след, образующийся при содержании животных в городской черте, с помощью покрытий и стройматериалов. Есть и другие технологии повышенной экологичности, такие как эргономичные системы вентиляции воздуха и отопления. Дают свои плоды практика рециклинга и компостирования, сжигания, захоронивания биоотходов, а также инвестиции, благодаря чему отрасль экологии городской среды развивается в 3,5 раза быстрее других отраслей сельского хозяйства.

Ключевые слова: экологическое содержание, городское животноводство, рециклинг, утилизация биоотходов

Для цитирования: Сидорова В.Ю. Проблемы экологичного содержания животных сельскохозяйственного назначения в городах. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 35–40. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-35-40>

© Сидорова В.Ю.

Problems of farm animals' ecological keeping in cities

ABSTRACT

Relevance. On the areas of many cities and suburbs farm animals, which include pigs, quails, sheep, and even cows, are kept. Despite environmental complexity of this problem, it can be successfully solved, otherwise it will become a challenge for modern consumer society. The main ecology problem of the urban environment at farm animals keeping in cities is their biowaste and questions of its disposal and processing.

Methods. The method of this study is scientific analysis of literary data, GOST standards, SNIPS, technical regulations and own research and observations in the conditions of existing enterprises for the maintenance of animals in the urban environment.

Results. According to Rosstat, in 2020 in Moscow 1,3 thousand tons of livestock and poultry of all kinds were raised, including 0,5 thousand tons of cattle; 0,013 thousand tons of pigs; 0,8 thousand tons of sheep and goats; 0,015 thousand tons of poultry. In 2021, sheep and goats production here increased by 20,3%. For comparison, in Sevastopol, “only” 0,7 thousand tons of livestock and poultry of all kinds were raised, including 0,313 thousand tons of cattle; 0,251 thousand tons of pigs; 0,1 thousand tons of sheep and goats; 0,1 thousand tons of poultry of all kinds. Houses and enterprises built according to “green” environmental standards and new technologies reduce the thermal (carbon) footprint generated by keeping animals in the cities with coatings and building materials' help. At present there are other technologies with high environmental friendliness, such as ergonomic air ventilation and heating's systems. The biowaste's recycling, composting, incineration, burying practice, as well as investments made in the cities urban environment ecology industry bear fruits, and this sector is now developing by 3,5 times faster than other agricultural sectors.

Key words: ecological keeping, urban livestock, recycling, biowaste utilization

For citation: Sidorova V.Yu. Problems of farm animals' ecological keeping in cities. *Agrarian science*. 2022; 364 (11): 35–40. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-35-40> (In Russian).

© Sidorova V.Yu.

Введение / Introduction

Дальнейшее развитие производства продуктов животноводства в России требует новых подходов к технике и технологиям по разведению и эксплуатации животных сельскохозяйственного назначения, в том числе их адаптации к среде обитания. В городской черте многих городов и пригородов содержатся такие животные: несмотря на экологическую сложность этой проблемы, она вполне может быть успешно решена; в ином случае она станет вызовом современному обществу потребления [1].

Городская среда представляет собой совокупность антропогенных объектов, компонентов природной среды, природно-антропогенных и природных объектов. За последние десятилетия обострились экологические проблемы городской среды. К ним относятся химическое, физическое и биологическое загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв и растительного покрова.

Животный мир является такой же составной частью городской среды, как вода, воздух, почва. Сельскохозяйственные животные входят в общебиологическую классификацию наряду со своими дикими предками. К сельскохозяйственным животным, в частности, относятся: коровы, верблюды, ламы, яки, козы, овцы, свиньи, лошади, ослы, мулы, соболи, лисы, хорьки, норки, нутрии, морские свинки, кролики, рыбы, улитки и др. Сельскохозяйственная птица – это курицы, индейки, перепела, павлины, страусы, цесарки, голуби, фазаны, гуси, утки; насекомые – пчелы, шмели, шелкопряды и т.д.

Основной проблемой экологии городской среды при содержании животных сельскохозяйственного назначения являются биоотходы и вопросы их удаления и переработки. Животные в городской черте, с одной стороны, производят экологически опасные биоотходы, а с другой – сами становятся объектами их воздействия. В городах их содержат на таких предприятиях, как ветклиники, контактные и иные зоопарки, конно-спортивные общества и частные конюшни, а также фермы, мясокомбинаты, бойни и т.д., занимающиеся выращиванием и реализацией коз, свиней, кур и даже коров в черте современных городов, в том числе таких крупных, как Москва [2].

Антропогенная деятельность человека оказывает не всегда позитивное влияние на окружающий горожан животный и растительный мир. Урбанизация привела к исчезновению ли значительному сокращению численности многих видов животных и птиц, населявших прежде территории городов. В настоящее время здесь проживают в основном синантропные виды, которых не беспокоит соседство большого количества автомобильных и железных дорог, изменивших привычный рельеф территории, и других результатов преобразования местности, что позволяет им уверенно себя чувствовать в «городских джунглях», размножаться и выкармливать потомство.

А ведь видовое биоразнообразие городских животных и птиц является залогом процветания и устойчивости биосферы в целом и крупных городов в частности. Антропогенное воздействие возрастает, и в связи с этим необходимо обратить особое внимание на особенности существования в городской черте различных видов животных и птиц, которые хорошо приспособились к новой среде обитания и научились пользоваться выгодами близкого соседства с человеком [3].

Фаунистический атлас города Москвы представлен различными видами животных, которые отличаются по происхождению, инстинктам, строению, а также

по времени появления на территории города. Состояние окружающей среды, обусловленное изменениями климата и антропогенной деятельностью, привели к значительному сокращению численности животных, населявших прежде территорию городских зеленых массивов.

Экологические исследования, проведенные в Москве и области в 2011–2021 годах, показали, что здесь за последние 50 лет исчезло более 20 видов представителей животного мира, среди которых есть млекопитающие. Вырубка лесов и прямое истребление значительно сократили численность видов, что сделало фаунистическую популяцию городов неустойчивой, находящейся на грани уничтожения. Место исчезнувших видов явно или опосредованно, занимают животные сельскохозяйственного назначения [4].

Хотя сделано немало для экологического благоустройства города, городская среда Москвы может перестать быть экологически безопасным местом существования не только для человека, но и для животных, птиц и растений. Когда-то рядом с городскими улицами разбивали цветники, а около каждого дома были клумбы с цветами, красиво подстриженные кустарники. Но эти клумбы и кустарники постепенно вытоптали, и теперь около подъездов на земле, политой бензином и машинным маслом, стоят автомобили, что также не способствует улучшению экологической ситуации.

Исследования Всемирной организации здравоохранения показали, что здоровье населения крупных городов, растений, а также животных на 5–10% и более зависит от экологических условий среды проживания. Значительная часть болезней связана с ухудшением экологической обстановки: загрязнением воздуха, воды и почвы, вызываемым вредными отходами и загрязняющими веществами [5].

Воздух крупных городов не всегда соответствует нормативам содержания полезных газов: он насыщен парами ртути и тяжелых металлов. Вода в городских прудах и реках загрязнена болезнетворными микроорганизмами [6]. Поэтому не только воду городской водопроводной сети, но и колодцев и родников в зоне городов и пригородов стало необходимо кипятить. И это не результат жизнедеятельности животных [7].

Конечно, кроме химических загрязнителей, вызывающих различные заболевания, в городской среде встречаются и биологические. Это такие болезнетворные микроорганизмы, как вирусы, гельминты, вредоносные простейшие. Они могут находиться в воздухе, воде, в теле живых существ, в том числе и в самом человеке. Особенно опасно, когда источником инфекции становится почва, в которой обитают возбудители столбняка, ботулизма, грибковых заболеваний. В организм животных они попадают при повреждении кожных покровов, с некачественным кормом, при нарушении правил зооигиены и санитарии. Особенно часто правила экологической безопасности нарушаются при неправильном обращении с опасными биоотходами.

Цель исследования – изучить особенности содержания животных сельскохозяйственного назначения в городской среде.

Материалы и методы / Materials and methods

Исследования проведены на территории г. Москвы и Московской области в 2009–2021 года. Объект исследования – полигоны по работе с твердыми и иными бытовыми отходами: «Тимохово», «Воскресенск», «Ногинск», «Солнечногорск» и «Наро-Фоминск», также полигоны «Ядрово», «Сергиев Посад», «Лесная», «Храбро-

во», «Воловичи», «Кашира». Также проведен глубокий документальный анализ ответствующих ГОСТ, СНИПов, Росстата. Федеральными законами «Об отходах производства и потребления» №89-ФЗ, «Об утверждении порядка обращения с твердыми коммунальными отходами» № 458-ФЗ и другими.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

По данным Росстата, в 2020 году в Москве было выращено 1,3 тыс. тонн скота и птицы всех видов, в том числе 0,5 тыс. тонн крупного рогатого скота; 0,013 тыс. тонн свиней; 0,8 тыс. тонн овец и коз; 0,015 тыс. тонн птицы. В 2021 году производство овец и коз увеличилось на 20,3%. Для сравнения, в Севастополе было выращено «всего» 0,7 тыс. тонн скота и птицы всех видов, в том числе 0,313 тыс. тонн крупного рогатого скота; 0,251 тыс. тонн свиней; 0,1 тыс. тонн овец и коз; 0,1 тыс. тонн птицы всех видов [8].

Ежегодно в «старой» Москве образуется около 25 миллионов тонн твердых бытовых и других отходов производства и потребления, а на землях Новой Москвы еще порядка 90 тысяч тонн отходов; биоотходов образуется только немногим меньше. Такие объемы представляют немалую проблему. За год на городские свалки вывозится более 2500 тыс. м³ мусора; некоторые отходы складываются на предприятиях, временных площадках, а другие попадают на неорганизованные свалки, расположенные в оврагах и поймах рек. Складированные на свалках в городской черте отходы часто горят, загрязняя воздух пылью, сажей, фенолами, окислами азота, сероводородом и другими вредными веществами.

Свалки твердых бытовых отходов (ТБО) и биоотходов в Москве и других крупных городах страны не всегда обустроены в соответствии с действующими законами, в частности Федеральными законами «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ, «Об утверждении порядка обращения с твердыми коммунальными отходами» № 458-ФЗ и другими. Самыми крупными мусорными полигонами Москвы после модернизации до 2030 года станут: «Тимохово» с объемом утилизации 1500 тысяч тонн отходов в год, «Воскресенск», «Ногинск», «Солнечногорск» и «Наро-Фоминск» – каждый по 700 тысяч тонн отходов в год. По 600 тысяч тонн мусора в год будут принимать «Ядрово», «Сергиев Посад», «Лесная». По 500 тысяч тонн в год – «Храброво», «Воловичи», «Кашира» [9,10].

Основная экологическая проблема содержания животных сельскохозяйственного назначения в крупных городах утилизация биоотходов в жилых и промышленных зонах их содержания и обустройство мест их жизнедеятельности (рис.1).

Изучение опыта управления утилизацией биоотходов (это отходы мясных цехов, боен, родильных отделений, ветстационаров – кровь, кости, навоз, трупы животных, абортированные и мертворожденные плоды и т.д.) показало, что некоторые из них относятся к 3-му, 2-му и даже 1-му классам экологической опасности, то есть требуют особых условий утилизации [11, 12, 13].

Установлено, что большинство практических работ по улучшению безопасности экологического качества окружающей среды в городах посвящено утилизации биоотходов посредством устройства полигонов для сжигания и захоронивания органики. Они приходят на смену «диким» свалкам, когда биомусор просто сбрасывали в овраги, карьеры и пустыри. Промышленные крематоры-утилизаторы, оборудованные в настоящее время в соответствии с санитарными, пожарными, экологическими и строительными правилами и нормами, имеют водонепроницаемое дно, необходимое для того, чтобы загрязненные жидкости не попадали в почву или в подземные воды. Комаров С.М. (2015) и др. авторы [14, 15] сообщали об установке биореактора по сжиганию биоотходов. Установка успешно применялась в соответствии с мерами экологической безопасности окружающей среды в местах большого скопления людей и животных и хорошо себя зарекомендовала. Для сбора, переработки, хранения и транспортировки биомассы предусмотрен специализированный транспортный парк, состоящий из бункеров и контейнеров.

В последние десятилетия получает развитие практика компостирования органического биомусора в удобрения: таким образом повышается номинальная стоимость органических биоотходов в 1,5–2,5 раза. В стране развивается практика рециклинга, позволяющая увеличить объем утилизации, направляемой на вторичную переработку – производством шкур.

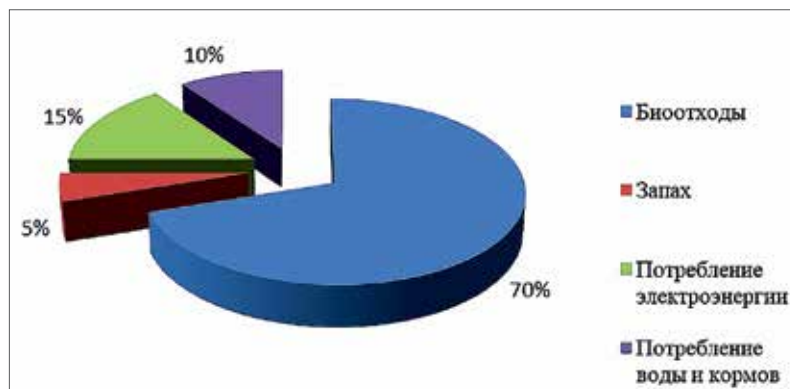
Новая форма городского жилого строительства – экостроительства, осуществляет Программу экологического развития комфортности жилья. В помещениях внедряются инновационные технологии снижения уровня радиоактивности, шума, выбросов углеродных газов и понижения/повышения температуры воздуха. Инновации способствуют укреплению здоровья человека и животных за счет изменения городского микроклимата [16].

Среднегодовая температура, которая увеличилась за последние 10 лет практически на один градус, создала стойкую тенденцию межсезонья: типичная зима в городской среде практически отсутствует. При этом участились природные явления, отрицательно влияющие на городскую инфраструктуру: уплотненные снежные массы, гололед, наводнения, зимние дожди и грозы и т.д., что привело к увеличению неблагоприятных дней в году и стало основным вызовом для современной городской местности.

Работы по экологическому благоустройству городов продолжают. Так, за последние десятилетия в Москве полностью модернизирован топливно-энергетический комплекс:

Рис. 1. Основные проблемы содержания животных сельскохозяйственного назначения в городской черте

Fig. 1. The main problems of farm animals keeping on the urban area



все ТЭЦ работают не на угле или мазуте, а только на газе. За это время выбросы тяжелых металлов снизились на 20% от уровня 2010 года. На улицы города вышли электробусы и электромобили, а к 2023 году планируется полностью отказаться от автобусов с двигателями внутреннего сгорания. Построенные в рамках Программы реновации новые дома и помещения энергоэффективны. В экологической программе развития Москвы подчеркивается, что таким образом городская инфраструктура к 2030 году будет адаптирована к проблемам изменения климата [17].

Дома и предприятия, построенные по «зеленым» стандартам экологии и новым технологиям, уменьшают тепловой (углеродный) след, образующийся при содержании животных, с помощью покрытий и стройматериалов. Есть и другие технологии повышенной экологичности, такие как эргономичные системы вентиляции воздуха и отопления. Сюда относится и применение технологии когенерации: раньше на тепло влияла одна мощность, а на электричество – другая, а сегодня это общая система, где стоит как тепловой, так и электрический генератор и происходит выработка тепловой и электрической энергии на одной площадке, но нужной мощности. Эта технология – серьезный прорыв в энергетике. Есть еще энергосберегающие технологии строительства, а также реконструкции и капитального ремонта старых зданий.

На базе Мосэкомониторинга в Москве создается единый аналитический центр экологической безопасности окружающей среды. Теперь при создании новых районов или кварталов города предусматриваются климатические риски: учитывается роза ветров, история метеонаблюдений, такие особенности, как шум, близость аэропорта, железной дороги, крупной автомагистрали, наличие объектов животноводства [18].

По результатам регулярных исследований 125 районов столицы и 21 поселения в Троицком и Новомосковском округах для составления экологического рейтинга было определено, что звание самых экологически благоприятных принадлежит районам Ивановское, Измайлово и Сокольники. А ведь в этих районах расположены крупные животноводческие объекты, в том числе конно-спортивный комплекс (рис. 2).

На заседании профильной комиссии Московской городской Думы после обсуждения финансирования экологии в рамках столичного бюджета было

решено, что общий объем расходов на экологические мероприятия в Москве, заложенный в проекте городского бюджета на 2020–2023 годы, составит около 230 млрд рублей; в предыдущий трехлетний период расходы на аналогичные цели предусматривались в объеме 138 млрд рублей.

Расходы экологической направленности будут осуществлены в рамках таких государственных программ, как «Развитие городской среды», «Развитие коммунально-инженерной инфраструктуры и энергосбережение» «Развитие здравоохранения города Москвы» и др.

Согласно заявлениям российских аналитиков, в период до 2030 года в Москве и других крупных городах РФ для решения вопросов утилизации ТБО, биоотходов и биомусора будут задействованы ИТ- и технологические компании, которые решают вопросы в сфере трансформации отходов методами цифровизации. Большой объем рынка технологий цифровой трансформации позволит решить одну из серьезных проблем экологии городской черты – утилизацию биоотходов при содержании животных, в том числе сельскохозяйственного назначения, в городской черте [19, 20]. При этом инвестирование в сферу обращения с ТБО и биоотходами в денежном выражении может увеличиться до 3,6 млрд долларов, а среднегодовые темпы роста этого рынка составят 2,5%.

В городском сегменте производства интеллектуальных систем для сортировки и переработки ТБО и биомусора в настоящее время задействованы компании «ZenRobotics» – производство робототехники для сканирования и сортировки отходов, главным образом строительных, «Sadako Technologies» – роботизированная система MAX-AI для сортировки ТБО и органики, интеллектуальные системы «Steinert Global», «AMP Robotics», «OEM Sherbrooke», «Recycle Track Systems», «Cleanrobotics» и др. [21].

Аналитики называют несколько основных перспективных тенденций рынка технологий цифровой трансформации в области обращения с биоотходами: развитие интернета вещей (IoT) для управления органическим мусором, концепция «Городская среда», бизнес-модель «Платформа как коммерческая услуга», облачные технологии, программное моделирование процессов, программное обеспечение, технологическое оборудование для утилизации городских отходов (рис. 3).

Темпы цифровизации в этом сегменте переработки остаются одними из самых высоких в экономике народного хозяйства России. Развитие российского рынка цифровых решений в мусороперерабатывающей отрасли в пределах крупных городов России и города Москвы в настоящее время идет по четырем основным направлениям:

- производство смарт-систем для сбора отходов («умные контейнеры»),
- оптимизация логистических цепочек и оснащение автопарка специализированным программным обеспечением и датчиками («умные мусоросборщики»),
- производство и внедрение интеллектуальных систем переработки и утилизации ТБО и биоотходов,
- разработка и применение облачных технологий и пользовательских интерфейсов.

Помимо «умных» контейнеров и мусоросборщиков, к таким технологиям также относятся роботизированные системы для сортировки отходов, специализированные мобильные приложения, системы учета и аналитики, программное обеспечение и др. [22, 23].

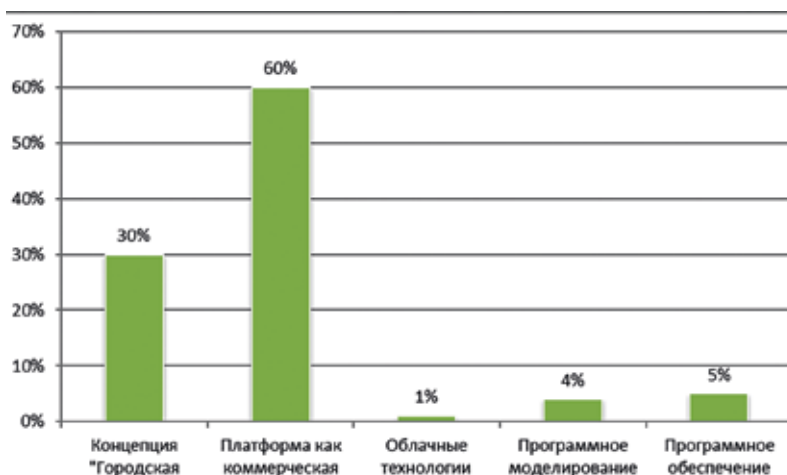
Рис. 2. Конные прогулки в парке Сокольники. (Фото автора)

Fig. 2. Horseback riding in Sokolniki-park. (Author's photo)



Рис. 3. Влияние смарт-технологий на экологическое содержание сельскохозяйственных животных в городской черте

Fig. 3. The impact of smart technologies on ecological keeping of farm animals in the urban area



В последнее время много внимания уделяется как малоэтажным и высокоплотным жилым структурам, так и отдельным семейным домам. Такая застройка энергоэкономична, высококомпактна, отличается специфическими эстетическими свойствами. Ее главное достоинство – замкнутый двор, защищающий от шума улиц и ветра, и собственный садик. И здесь, как правило, содержатся различные виды животных сельскохозяйственного назначения [24, 25].

Современная городская застройка городов и пригородов имеет все возможности, чтобы предоставить человеку масштабное пространство, дающее возможность

освободить при необходимости территории для дополнительного размещения объектов животноводства в соответствии с экологическими и зооигиеническими нормами и правилами, с учетом экологической безопасности и экономической целесообразности жизнедеятельности человека, обитания и существования рядом с ним животного и растительного мира.

Выводы / Conclusion

Изучение опыта США, Евросоюза и России показало, что проблемы существования животных сельскохозяйственного назначения в городской черте, их содержания и утилизации биоотходов решаются с учетом особенностей экономической модели организации мест их жизнедеятельности. При этом животные становятся как источником загрязняющих веществ (до 25 тыс. тонн ЗВ ежегодно), так и объектом их негативного воздействия. Инновации способствуют изменению городского микроклимата посредством введения технологий повышенной экологичности, таких как эргономичные системы вентиляции воздуха, отопления и т.д.

В период до 2030 года в Москве и других крупных городах РФ для решения вопросов утилизации биоотходов и биомусора будут задействованы ИТ-технологии и компании, которые решают вопросы в сфере трансформации отходов методами цифровизации. При этом инвестирование в сферу обращения с ТБО и биоотходами может увеличиться до 3,6 млрд долларов, среднегодовые темпы роста и развития этого рынка составят 2,5%.

Автор несет ответственность за свою научную работу и предоставленные данные в научной статье.

The author is responsible for his scientific work and the data presented in the scientific article.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Головань В.Т., Рецепты долголетия коров *Вестн. Новосибирского гос. аграр. ун-та*. 2017. 1; 139–147
2. Ogden Meghan. «The Anthropocene» viewed from Vernadsky's Noosphere. *LaRouche Action Center*, February 29, 2016. 12–18 p.
3. Мамин Р.Г. Инновационные механизмы управления отходами. М.: МГСУ, 2018; 530 с.
4. Мельникова Е.Е. Селекционный индекс племенной ценности коров популяции черно-пестрого скота Московской области. *Известия Тимирязевской с.-х. акад.* 2017. 1; С. 85–97.
5. Мочалова Л.А., Гриненко Д.А., Юрак В.В. Система обращения с твердыми коммунальными отходами: зарубежный и отечественный опыт. *Известия УГТУ*. 2017 Вып. 3(47). С. 97–101. DOI: 10.21440/2307-2091-2017-3-97-101
6. David Pitt, Paul R. Samson, Mikhail S. Gorbachev. *The Biosphere and Noosphere Reader: Global Environment, Society and Change*. Routledge, 2012. 223 p.
7. Хашегульгов Ш.Б. Влияние экологических факторов на адаптивные качества коров. *Вестн. Алтайского гос. аграр. ун-та*. 2017. 2 (148). 87–92.
8. Другов Ю.С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: моногр. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2019. 472 с.
9. Петренко Е.Н. Проблемы возникновения техногенных залежей и инновационный метод их решения. *Сб. тр. седьмого международного экологического конгресса (девятой международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT-2019»*, 25–28 сентября 2019 г., г. Самара – Тольятти. – с. 93–97.

REFERENCES

1. Golovan V.T. Recipes for longevity of cows. *Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University*. 2017. 1; 139–147. (In Russian)
2. Ogden Megan. "Anthropocene", visible from the Vernadsky Noosphere. *LaRouche Action Center*, February 29, 2016. 12–18 p.
3. Mamin R.G. Innovative waste management mechanisms: M.: MGUSU, 2018, 530 p. (In Russian)
4. Melnikova E.E. Breeding index of breeding value of cows of the population of black-and-white cattle of the Moscow region. *Scientific journal "Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)"*. 2017. 1; p. 85–97. (In Russian)
5. Mochalova L.A., Grinenko D.A., Yurak V.V. Solid municipal waste management system: foreign and domestic experience. *Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University*. 2017 Issue 3(47). pp. 97–101. DOI: 10.21440/2307-2091-2017-3-97-101. (In Russian)
6. David Pitt, Paul R. Samson, Mikhail S. Gorbachev. *Biosphere and Noosphere Reader: Global Environment, Society and Change*. Routledge, 2012. 223 p.
7. Hashegulgov Sh.B. The influence of environmental factors on the adaptive qualities of cows. *Bulletin Altai State Agrarian University*. 2017. 2 (148). P. 87–92. (In Russian)
8. Drugov Yu.S. Analysis of contaminated soil and hazardous waste: monogr. M.: Binom. Laboratory of knowledge, 2019. 472 p. (In Russian)
9. Petrenko E.N. Problems of occurrence of technogenic deposits and an innovative method of their solution. *Collection of tr. of the seventh International Ecological Congress (ninth scientific and technical International Conference) "Ecology and safety of life of industrial transport Elpit-2019 complexes"*, September 25–28, 2019, Samara, Tolyatti. p. 93–97. (In Russian)

10. Быков Д.Е., Чертес К.Л., Тупицына О.В., Шчербина Е.В., Савельев А.А. Обеспечение геоэкологической устойчивости массивов коммунальных отходов для их строительного-хозяйственного освоения. *Экология и промышленность России*. 2016. 20 (8); 4–11.
11. Пономарев М.В. Комментарий к Федеральному закону «Об отходах производства и потребления» М.: *Деловой двор*, 2019. 232 с.
12. Пыстин В.Н. Утилизация отходов и ликвидация объектов накопления вреда в условиях особо охраняемой природной территории *Экология и промышленность России*, 2022. 26.(5); 22–26
13. Чертес К.Л. и др. Геоинженерная защита территорий, нарушенных объектами накопленного экологического вреда. *Экология и промышленность России*. 2020. 24(4); 10–15.
14. Иванов Ю.А., Миронов В.В. Экологичное животноводство: проблемы и вызовы. *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2015. 87: 35–48.
15. Чертес К.Л. и др. Инновационные подходы в решении современных проблем рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. *Сб. докл. Междунаро. науч.-техн. конф., Алушта, 3–7 июня*, 2019 г. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. Ч. 2; с. 149–154.
16. Чертес К.Л. Трехмерное цифровое моделирование в технологиях санации загрязненной углеводородами геосреды, как базис управления техногенными системами. *Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XXI Международной конференции 3-6 сентября 2019, Самара*: Самара: ООО «Офорт». 2019. 1; 532–535.
17. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 января 2018 г. № 84-р «Об утверждении стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года».
18. Регламент по обращению с отходами в столичном регионе и муниципалитете Киркконумми. Экологическая служба региона Хельсинки (HSY) <https://julkaisu.hsy.fi/paakaupunkiseudun-ja-kirkkonummenjathuoltomaaraykset.html#chbXlwd4Jl> (фин.) (Дата обращения HSY, 22 мая 2020)
19. Рыбак В.А. Научно-методические основы и программные средства автоматизации оценки и анализа параметров перспективных эколого-безопасных технологий. Минск: РИВШ, 2017. 263 с.
20. Сидорова В.Ю. Практическое использование моделей с изменяемыми параметрами для планирования экологического содержания молочного скота *Евразийский союз ученых (ЕСУ)*, 2017. 6 (39), (1), 39–40.
21. Buffon J. *Epochen der Natur*, Bd. 2. St.-Petersburg, 2001. V. 1778, S. 173 Clive Hamilton, Jacques Grinevald. Was the Anthropocene anticipated? *The Anthropocene Review*, 2015. 1–14 pp.
22. Шилкина С.В. Мировые тенденции управления отходами и анализ ситуации в России. *Отходы и ресурсы*, 2020. 2; (7) 5–6.
23. Сидорова В.Ю. Цифровая модель экологического содержания мясного скота. *Материалы 6-й конференции «Матем. моделирование в экологии» ЭкоМатМод-2019*, г. Пущино, Россия, с. 187–189.
24. Wilson A. Biosphere, Noosphere, Infosphere: Epistemo-Aesthetics and The Age Of Big Data. *Journal Parallax*, Volume 23, 2017 – Issue 2: Nootechnics, Guest Edited by Anaïs Nony, 202–219 p.
25. Gasanov M.A., Kolotov K.A., Demidenko K.A., Podgornaya E.A., Kadnikova O.V. The Concept of Ecologically Oriented Progress and Natural Resource Preservation *Ecology and safety in the technosphere: current problems and solutions, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 50, 2017. 22–74 p.
26. Bykov D.E., Chertes K.L., Tupitsyna O.V., Shcherbina E.V., Savelyev A.A. Ensuring geoecological stability of municipal waste arrays for their construction and economic development. *Ecology and industry of Russia*. 2016 20 (8); 4–11. (In Russian)
27. Ponomarev M.V. Commentary on the Federal Law "On Production and Consumption waste" M.: *Delovoy dvor*, 2019: 232 p. (In Russian)
28. Pystin V.N. Waste disposal and elimination of objects of accumulation of harm in conditions of specially protected natural territory *Ecology and Industry of Russia*. 2022. 26. (5). 22–26 (In Russian)
29. Chertes K.L. Geoengineering protection of territories violated by objects of accumulated environmental damage. *Ecology and industry of Russia*. 2020. 24(4); 10–15. (In Russian)
30. Ivanov Yu.A., Mironov V.V. Ecological animal husbandry: problems and challenges. *Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products*, 2015. 87.pp. 35–48. (In Russian)
31. Chertes K.L. Innovative approaches in solving modern problems of rational use of natural resources and environmental protection. *Collection of dokl. International. sci.-tech. conf., Alushta, June 3–7*, 2019 Belgorod: Publishing House of BSTU, 2019. V. 2. p. 149–154. (In Russian)
32. Chertes K.L. Three-dimensional digital modeling in the technologies of sanitation of the geomeidia contaminated with hydrocarbons, as a basis for the management of technogenic systems. *Problems of management and modeling in complex systems: Proceedings of the XXI International Conference 3–6 September 2019, Samara*: in 2 volumes. Samara: LLC "Etching". 2019. 1; pp. 532–535. (In Russian)
33. Decree of the Government of the Russian Federation No. 84-r dated January 25, 2018 "On Approval of the Industrial Development Strategy for Processing, Recycling and Neutralization of Production and Consumption Waste for the period up to 2030"(In Russian)
34. Regulations on waste management in the metropolitan region and the municipality of Kirkkonummi. Helsinki Region Environmental Service (HSY) <https://julkaisu.hsy.fi/paakaupunkiseudun-ja-irkkonummenjathuoltomaaraykset.html#chbXlwd4Jl>(Date of request.) (Access sed HSY, May 22, 2020) (in Finnish)
35. Rybak V.A. Scientific and methodological foundations and software automation tools for evaluation and analysis of parameters of promising eco-safe technologies Minsk: Riga, 2017. 263 p. (In Russian)
36. Sidorova V.Yu. Practical use of models with variable parameters for planning the ecological maintenance of dairy cattle. *Eurasian Union of Scientists (EUU)*, 2017. 6 (39), (1), p. 39–40. (In Russian)
37. Buffon J. The Epoch of Nature, Volume2. St. Petersburg, 2001. Vol. 1778, p. 173 Clive Hamilton, Jacques Grinevald. Was the Anthropocene foreseen? *Review of the Anthropocene*, 2015. 1–14 pp.
38. Shilkina S.V. Global trends in waste management and analysis of the situation in Russia. *Waste and Resources*, 2020. 2. (7). pp.5–6. (In Russian)
39. Sidorova V.Yu. Digital model of ecological maintenance of beef cattle. *Materials of the 6th conference "Math. modeling in ecology" EcoMatMod-2019*, Pushchino, Russia, p. 187–189. (In Russian)
40. Wilson A. Biosphere, Noosphere, Infosphere: Epistemoesthetics and the Era of Big Data. *Parallax Magazine*, Volume 23, 2017 – Issue 2: Nootechnics, Guest edition of Anaïs Noni, 202–219 p.
41. Hasanov M.A., Kolotov K.A., Demidenko K.A., Podgornaya E.A., Kadnikova O.V. The concept of environmentally oriented progress and conservation of natural resources. *Ecology and safety in the technosphere: current problems and solutions, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 50, 2017. 22–74 p.

ОБ АВТОРЕ:

Виктория Юрьевна Сидорова, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лаборатории разработки инновационной техники и перспективных технологий производства говядины, Институт механизации животноводства, филиал ВИМ, пос. Рязановское, 31, 108823, Москва, Российская Федерация E-mail: gdi20071@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0001-9056-8326>

ABOUT THE AUTHOR:

Victoria Yurievna Sidorova, doctor of agricultural sciences, general research worker of the laboratory of beef production innovative equipment and promising technologies' development, institute of livestock mechanization, filial of the Agroengineering Center VIM, 31, vil. Ryazanovskoye, Moscow, 108823, Russian Federation E-mail: gdi20071@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0001-9056-8326>

УДК 636.22/28.034

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-41-44

А.М. Мурадян¹, ✉
О.И. Соловьева¹,
Л.М. Минасян²,
Ж.Т. Читчан³,
Н.Г. Рузанова⁴

¹ Российский государственный аграрный университет –
Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева,
Москва, Российская Федерация

² Научный центр оценки и анализа рисков
безопасности пищевых продуктов, Ереван,
Республика Армения

³ Национальный аграрный университет
Армении, Ереван, Республика Армения

⁴ Смоленская государственная
сельскохозяйственная академия,
Смоленск, Российская Федерация

✉ milk-center@yandex.ru

Поступила в редакцию:
08.08.2022

Одобрена после рецензирования:
10.10.2022

Принята к публикации:
10.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-41-44

Aram M. Muradyan¹, ✉,
Olga I. Solovyova¹,
Levon M. Minasyan²,
Zhirair T. Chitchyan³,
Nina G. Ruzanova⁴

¹ Russian State Agrarian University –
Moscow Agricultural Academy
named after K.A. Timiryazev,
Moscow, Russian Federation

² Scientific Center for Assessment
and Analysis of Food Safety Risks, Yerevan,
Republic of Armenia

³ Armenian National Agrarian University,
Yerevan, Republic of Armenia

⁴ Smolensk State Agricultural Academy,
Smolensk, Russian Federation

✉ milk-center@yandex.ru

Received by the editorial office:
08.08.2022

Accepted in revised:
10.10.2022

Accepted for publication:
10.11.2022

Динамика изменения молочной продуктивности коров бурой швицкой породы местного разведения в условиях Армении

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В Республике Армении ведущей отраслью животноводства является скотоводство. Эта отрасль производит более 95% молока и 60% мяса. С целью дальнейшего развития скотоводства в республике в рамках разных государственных и коммерческих программ начиная с 2007 г. из европейских стран были завезены нетели голштинской, бурой швицкой, симментальской и джерсейской породы. В связи с этим изучение продуктивных качеств не только завезенных, но и полученных от них животных местного разведения актуально.

Методы. Экспериментальные исследования проводили на поголовье в ведущем животноводческом хозяйстве ООО «Агрохолдинг «Армения»» вблизи города Спитак. Обработка результатов исследований проводилась с использованием методом вариационной статистики. В статье представлены результаты динамики возрастных изменений показателей молочной продуктивности дочерей местного разведения бурой швицкой породы завезенной из Германии, I, II и III лактации (2016–2021 гг.). Содержание коров в хозяйстве круглогодное стойловое беспривязно-боксовым способом. Кормление и доение коров двукратное. В ходе исследований определены удои коров, содержание жира и белка в молоке (ежемесячные контрольные дойки), живая масса коров (взвешиванием), коэффициент молочности по лактациям и коэффициенты повторяемости удоя.

Результаты. По результатам исследований выяснилось, что коровы бурой швицкой породы местного разведения, полученные от родителей из Германии, имели достаточно высокие показатели молочной продуктивности и живой массы в течение 3 лактаций. Удой коров с I по III лактацию составил соответственно 6845; 7630 и 8450 кг, содержание жира и белка в молоке – 4,08; 4,03; 4,0% и 3,2; 3,16; 3,12%, живая масса составила 550; 595 и 630 кг, а коэффициент молочности – 12,4; 12,8 и 13,4 кг.

Ключевые слова: бурая швицкая порода, корова, лактация, удои, массовая доля жира молока, массовая доля белка молока, живая масса

Для цитирования: Мурадян А.М., Соловьева О.И., Минасян Л.М., Читчан Ж.Т., Рузанова Н.Г. Динамика изменения молочной продуктивности коров бурой швицкой породы местного разведения в условиях Армении. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 41–44.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-41-44>

© Мурадян А.М., Соловьева О.И., Минасян Л.М., Читчан Ж.Т., Рузанова Н.Г.

Dynamics of changes in milk productivity of Brown Swiss cows of local breeding in the conditions of Armenia

ABSTRACT

Relevance. In the Republic of Armenia, the leading branch of animal husbandry is cattle breeding. More than 95% of the milk and 60% of the meat are obtained from cattle breeding. In order to further develop cattle breeding in the republic within the framework of various state and commercial programs, since 2007, Holstein, Brown Swiss, Simmental and Jersey heifers have been imported from European countries. In this regard, the study of adaptive and productive qualities of not only imported, but also received from them animals of the first generation is relevant.

Methods. Experimental studies were carried out on the number of dairy cows in the leading livestock farm of ООО «Agroholding «Armenia»» near the city of Spitak. The processing of the research results was carried out using the method of variation statistics. The article substantiates the age-related changes in the indicators of milk productivity of the daughters of the Brown Swiss breed of the first generation, obtained from mothers imported from Germany, at I; II and III lactation (2016–2021). The farm has a system of keeping cows year-round stall, with loose-box method of keeping. Cows are fed and milked twice a day. The study determined the milk yield, the fat and protein content in milk (monthly control milking), the live weight of cows (by weighing), the lactation coefficient and milk yield repeatability coefficients.

Results. According to the results of the research, Brown Swiss cows obtained from imported mother cows had sufficiently high indicators of milk productivity and live weight, which naturally increased with age. In cows, milk yield from I to III lactation was 6845; 7630 and 8450 kg, respectively, the fat and protein content in milk was 4.08; 4.03; 4.0% and 3.2; 3.16; 3.12%, live weight was 550; 595 and 630 kg, and the milk coefficient was 12.4; 12.8 and 13.4.

Key words: Brown Swiss breed, cow, lactation, milk yield, mass fraction of fat in milk, mass fraction of protein in milk, live weight

For citation: Muradyan A.M., Solovyova O.I., Minasyan L.M., Chitchyan Zh.T., Ruzanova N.G. Dynamics of changes in milk productivity of Brown Swiss cows of local breeding in the conditions of Armenia. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 41–44.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-41-44> (In Russian).

© Muradyan A.M., Solovyova O.I., Minasyan L.M., Chitchyan Zh.T., Ruzanova N.G.

Введение / Introduction

Увеличение производства молока относится к приоритетным задачам Государственных программ развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Республике Армения.

Бурая швицкая порода является самой высокопродуктивной из горных пород скота. В Республике Армения, несмотря на небольшие размеры территории, имеется большое разнообразие климатических зон.

Использование племенных ресурсов бурой швицкой породы с целью выведения кавказской бурой породы скота в республике и улучшения хозяйственно полезных признаков местного скота требует особого внимания, поскольку имеет важное теоретическое и большое практическое значение.

Бурая швицкая порода широко использовалась при создании новых родственных пород. В Российской Федерации с ее участием создана костромская, на Украине – лебединская, бурая карпатская, в Киргизии и Казахстане – алатауская, в республиках Кавказа и Закавказья – кавказская бурая порода.

Основой повышения надоя коров является интенсификация молочного скотоводства, которая зависит от качественного улучшения поголовья животных, реализации их продуктивного потенциала и повышения культуры производства [1, 2].

Развитие молочного скотоводства характеризуется интенсификацией селекционных процессов, направленных на повышение экономической эффективности производства молока за счет применения современных технологии, методов племенной оценки быков и коров [3]. Благодаря универсальности и высокие характеристики, бурая швицкая порода приобрела широкое распространение далеко за пределами ее родины – Швейцарии [4]. Наибольшее рас-

пространение она получила в Австрии, Франции, Италии, Испании, США, а в Германии создана порода альгауская, которая считается одним из отродий бурой швицкой породы. Продуктивные качества животных бурой швицкой породы достаточно высокие: живая масса коров горного типа составляет 550–600 кг, долинного – 650–680 кг, удой составляет 4000–5000 кг молока с процентным содержанием жира 3,8%, белка – 3,4%. Животные имеют хороший экстерьерный профиль с правильной постановкой конечностей, высота в холке составляет 128–131 см.

В целях дальнейшего развития скотоводства в Республике Армения начиная с 2007 года из европейских стран в республику были завезены нетели голштинской, бурой швицкой, симментальской и джерсейской пород.

О положительных результатах разведения завезенных животных швицкой породы в Армении и России сообщают многие исследователи [5–11].

В связи с этим целью наших исследований явилась оценка молочной продуктивности коров бурой швицкой породы местного разведения полученных от родителей из Германии, в течение трех лактаций.

В соответствии с поставленной целью проводили учет и оценку молочной продуктивности коров за I, II, III лактации (удой, кг; массовая доля жира, %; массовая доля белка, %); коэффициента молочности, кг; коэффициента повторяемости удоя, кг; массовой доли жира, %, массовой доли белка, %.

Материал и методы / Materials and methods

Исследования проводили в ведущем животноводческом хозяйстве ООО «Агрохолдинг «Армения»» вблизи города Спитака, Республика Армения. Объект исследования – коровы бурой швицкой породы разной селекции. Нами было отобрано 25 голов коров-перво-

Таблица 1. Показатели молочной продуктивности коров бурой швицкой породы местного разведения по I–III лактациям в хозяйстве ООО «Агрохолдинг Армения» (n = 25)

Table 1. Indicators of milk productivity of Brown Swiss cows of the local breeding for I–III lactation in the ООО «Agroholding «Armenia»» (n = 25)

Лактации	Биометрические параметры	Удой за 305 дней, кг	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Количество молочного жира, кг	Количество молочного белка, кг	Живая масса, кг	Коэффициент молочности
I	Lim	4295–9480	3,67–4,62	3,0–3,37	198–380	137–308	470–610	8,7–17,1
	M±m	6845±250	4,08±0,06	3,2±0,03	280±9,6	219±8,3	550±7,8	12,4±0,4
	Σ	1253	0,31	0,15	48,0	41,3	39,0	1,9
	Cv	18,3	7,5	4,7	17,2	18,8	7,1	15,3
II	Lim	6300–9190	3,65–4,52	3,02–3,35	236–383	193–300	500–645	10,0–15,0
	M±m	7630±176	4,03±0,06	3,16±0,03	308±7,3	241±5,8	595±6,8	12,8±0,6
	Σ	878	0,28	0,12	36,4	29,2	34,0	2,2
	Cv	11,5	7,0	3,8	11,8	12,1	5,7	16,8
III	Lim	6130–10305	3,65–4,4	3,0–3,32	243–401	195–322	580–700	10,0–15,7
	M±m	8450±184	4,0±0,05	3,12±0,02	338±8,3	264±6,2	630±5,2	13,4±0,5
	Σ	921	0,25	0,10	41,3	31,2	26,2	2,1
	Cv	11,0	6,3	3,2	12,2	11,8	4,2	15,5
Среднее	Lim	4295–10305	3,65–4,62	3,0–3,37	198–401	137–322	470–700	8,7–17,1
	M±m	7640±206	4,04±0,05	3,16±0,03	309±8,6	241±6,9	592±6,7	12,9±0,5
	Σ	1031	0,27	0,13	42,8	34,4	33,5	2,0
	Cv	13,5	6,8	4,1	13,8	14,3	5,7	15,8

телок и в течение трех лактаций (2016–2021 гг.) мы проводили оценку показателей молочной продуктивности.

В хозяйстве принята круглогодичная стойловая система содержания коров, способ беспривязно-боксовый. Кормление и доение коров двукратное.

Молочную продуктивность коров по лактациям оценивали по традиционным показателям – удоя, массовой доли жира, массовой доли белка, живой массы, коэффициентов молочности и повторяемости удоя (ГОСТ 31449-2013, ГОСТ Р 57878-2017). Учет молочной продуктивности проводили методом контрольного доения в течение двух смежных суток раз в 10 суток.

Обработка результатов исследования проводилась с использованием метода вариационной статистики. Использовали данные зоотехнического и племенного учета хозяйства, карточки племенных коров. Методы исследования – общие зоотехнические. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Microsoft Excel. Для определения средних (M) и стандартных ошибок (m) использовали метод описательной статистики. Для сравнения средних между группами использовали t -критерии Стьюдента [12,13].

Результаты / Results and discussion

В результате проведенных исследований установлено, что в условиях нагорья Армении, вблизи города Спитак, при комфортном содержании и хорошей кормовой базе коровы бурой швицкой породы местного разведения могут реализовать свой продуктивный потенциал.

Данные о молочной продуктивности подконтрольных коров по лактациям приведены в табл. 1.

Проанализировав табл. 1, можно сделать вывод о том, что коровы имели достаточно высокий удой, который с возрастом закономерно повышался. Так, средний удой за I–III лактации составил 7640 кг, причем удой за III лактацию составил 8450 кг, что выше удоя I лактации на 1605 кг, или 23,4% (разница высокодостоверна – $P > 0,999$), и выше удоя II лактации на 820 кг, или 10,8%, а удой за II выше удоя за I лактацию на 11,5%, разницы достоверны $P > 0,99$ и $P > 0,95$.

У коров содержание жира и белка в молоке с возрастом несколько снизилось, однако общее количество молочного жира и молочного белка с возрастом закономерно увеличилось. Так, количество молочного жира в III лактации составило 338 кг, что выше показателя I лактации на 20,7% (разница высокодостоверна – $P > 0,999$) и II лактации – на 9,7%, а у коров во II лактацию данный показатель выше, чем в I лактацию, на 10,0% (разницы достоверны – $P > 0,95$ и $P > 0,95$).

Количество молочного белка в III лактации составило 264 кг, что выше, чем в I и II лактациях соответственно на 20,5% (разница высокодостоверна $P > 0,999$) и 9,5%; в II лактации оно выше, чем в I, на 10,1%, достоверно при $P > 0,95$ и $P > 0,95$ соответственно.

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.

Таблица 2. Коэффициенты повторяемости показателей молочной продуктивности коров бурой швицкой породы местного разведения ($n = 25$)

Table 2. Coefficients of repeatability of indicators of milk productivity of Brown Swiss cows of the local breeding ($n = 25$)

Лактации	Коэффициенты повторяемости		
	удоя, кг	массовой доли жира, %	массовой доли белка, %
I–II	0,25	0,52	0,32
I–III	0,38	0,35	0,27
II–III	0,45	0,48	0,45

Также нами была изучена динамика изменений живой массы. Так, у коров III лактации масса составила 630 кг, что выше живой массы коров I лактации на 80 кг, или 14,5%, и коров II лактации масса – на 35 кг, или 5,9%, а у коров II лактации живая масса выше, чем у коров I лактации, на 45 кг, или 8,2% (табл. 1). Разница по живой массе между лактациями высокодостоверна ($P > 0,999$). По живой массе эти коровы во всех 3 лактациях также значительно превосходили минимальные требования швицкой породы – соответственно на 70 кг (14,6%), 75 кг (14,4%) и 80 кг (14,5%).

Одновременно из данных табл. 1 видно, что у исследуемых коров коэффициент молочности достаточно высокий, и за I, II и III лактации он составил соответственно 12,4; 12,8 и 13,4.

При сравнении вышеуказанных показателей продуктивности этих коров с минимальными требованиями, предъявляемыми к швицкой породе, установлено, что с I по III лактации коровы по удою превосходят минимальные требования соответственно на 144,5; 138,4 и 134,7%, а по жирности молока – соответственно на 0,38; 0,33 и 0,3%. Однако по содержанию белка в молоке они уступали минимальным требованиям породы на 0,1; 0,14 и 0,18%.

О высоком генетическом потенциале коров швицкой породы местного разведения свидетельствует и тот факт, что у многих коров в эксперименте удой превысил 9000 кг за лактацию.

Для ведения эффективной селекционной работы в молочном скотоводстве важно также определение популяционно-генетических параметров селекционируемых признаков.

Исходя из этого, у исследуемых коров были определены коэффициенты повторяемости показателей молочной продуктивности по смежным лактациям (табл. 2).

Приведенные в табл. 2 данные показывают, что коэффициент повторяемости удоя колеблется в пределах 0,25–0,45 кг, массовой доли жира – 0,35–0,52% и массовой доли белка – 0,27–0,45%.

Выводы / Conclusion

Проведена оценка молочной продуктивности коров бурой швицкой породы местного разведения полученных от родителей из Германии, в течение трех лактаций. Установлено, что реализация продуктивного потенциала коров в условиях нагорья Республики Армения возможна на уровне от 7000 до 9000 кг молока.

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

- Новиков В.М. и др.; Бурая швицкая порода крупного рогатого скота. Смоленск, 2017. 156 с.
- Леутина Д.В., Цысь В. И. Реализация генетического потенциала молочной продуктивности у коров бурой швицкой породы. Современное состояние животноводства: проблемы и пути их решения: тезисы участников медународ. Науч.-практ. конф. 21–23 марта 2018., Саратов. Федер. гос. бюджет. научн. учреждение «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока». Саратов. 2018. 57–58.
- Соловьева О.И., Амерханов Х.А., Кертиев Р.М. Повышение эффективности разведения молочного скота: монография. РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. 2021; 199 с.
- Русанова С.А., Гонтов М.Е., Кольцов Д.Н. Изменение генеалогической структуры бурой швицкой породы в процессе селекции. *Аграрный научный журнал*. 2020; 12, 68–71.
- Минасян Л.М., Симонян А.Х., Хечоян А.Р., Читчан Т.Ж. Молочная продуктивность коров швицкой породы, завезенных из Германии в условиях хозяйства ООО Агрохолдинг Армения. *Известия аграрной науки*. Тбилиси. 2015; 13(1): 64–66.
- Филиппченко. А.А. Генетическая и паратипическая обусловленность долголетнего использования коров сычевской и бурой швицкой пород в условиях Смоленской области: Автореф. дис. канд. с.-х. наук: Дубровицы, 2016. 23 с.
- Салахов Ф.Д. Сравнительная характеристика хозяйственно-полезных признаков и адаптационных качеств коров голштинской и бурой швицкой пород при промышленной технологии производства молока: Дис. канд. с.-х. наук: Уфа, 2017. 133 с.
- Скопцова Т.И., Попова С.А. Молочная продуктивность коров первотелок бурой швицкой породы в зависимости от их линейной принадлежности. *Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии*. Великие Луки, 2018; (3): 28–32.
- Кузьмина Н.В., Кольцов Д.Н. Влияние родителей на удой коров сычевской и бурой швицкой породы. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2020; 6: 63–69.
- Соловьёва О.И., Рузанова Н.Г., Храмов В.В., Левченкова В.П., Листратенкова В.И., Продуктивные и воспроизводительные качества коров бурой швицкой и сычевской пород в зависимости от типа подбора. *Молочное и мясное скотоводство*. 2016; (3):38–40.
- Kriesche Heinz. Braunvieh zeigt die Erfolge der Brown-Swiss-Anpaarung. *Fortschr. Landwirt.*, 1977; 55(24): 5–7.
- Меркурьева Е. К. Генетические основы селекции в скотоводстве. М.: Колос. 1977: 198–225.
- Кузнецов В.М. Оценка генетической дифференциации популяций молекулярным дисперсионным анализом (аналитический обзор). *Аграрная наука евро-северо-востока*. 2021;22(2):167–187.

ОБ АВТОРАХ:

Арам Мишаевич Мурадян, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Тимирязевская ул., д. 49, Москва, 127434, Российская Федерация
E-mail: 9090368@mail.ru

Ольга Игнатьевна Соловьева, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Тимирязевская ул., д. 49, Москва, 127434, Российская Федерация
E-mail: milk-center@yandex.ru

Левон Мамиконевич Минасян, доктор сельскохозяйственных наук, Научный центр оценки и анализа рисков безопасности пищевых продуктов, ул. Масиса, 107/2, Ереван, 0009, Республика Армения, E-mail: levon.minasyan.1950@mail.ru.

Жирайр Тигранович Читчан, кандидат сельскохозяйственных наук, Национальный аграрный университет Армении, ул. Терян 74, г. Ереван, 0009, Республика Армения
E-mail: zh-chitch@yahoo.com

Нина Герасимовна Рузанова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Большая Советская, 10, г. Смоленск, 214000, Российская Федерация
E-mail: gerasim-1956@mail.ru

REFERENCES

- Novikov V.M. et al. Brown Swiss breed of cattle. Smolensk, 2017. 156 p. (In Russian).
- Leutina D.V. Tsis V.I. Realization of the genetic potential of milk productivity in Brown Swiss cows. *The Current state of animal husbandry problems and ways to solve them theses of the participants of the international. Scientific- practical. Conf. march 21–23, 2018., Saratov. Federal State Budger. Scientific. Institution «Scientific Research Institute of Agriculture of the South-East» Saratov, 2018. 58–58 p. (In Russian).*
- Solovieva O.I., Amerkhanov Kh.A., Kertiev R.M. Improving the efficiency of dairy cattle research: monograph. RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev; 2021. 199 p. (In Russian).
- Rusanova S.A., Gontov M.E., Koltsov D.N. Changing genealogical structure of the brown Swiss breed in the process of breeding. *Agrarian Scientific Journal*. 2020; 12, 68–71. (In Russian).
- Minasyan L.M., Simonyan A.H., Khechoyan A.R., Chitchyan T.J. Dairy productivity of Swiss breed cows imported from Germany in the conditions of the farm of "Agro-holding LLC Armenia". *News of agrarian science*. Tbilisi. 2015. 13(1): 64–66. (In Russian).
- Filipchenko. A.A. Genetic and paratypical conditionality of long-term use of cows of Sychevskaya and brown Shvitskaya breeds in the conditions of the Smolensk region: Abstract of the dissertation of the Candidate of Agricultural Sciences: Dubrovitsy. 2016. 23. (In Russian).
- Salakhov F.D. Comparative characteristics of economically useful signs and adaptive qualities of cows of Holstein and brown Shvitsky breeds with a saturated technology of milk production: Dis, Candidate of Sciences, agricultural sciences: Ufa. 2017. 133. (In Russian).
- Skoptsova T.I., Popova S.A. Milk productivity of cows of the first heifers of the brown Shvitsky breed depending on from their linear affiliation. *News of the Velikiye Luki State Agricultural Academy*. Velikiye Luki. 2018; (3): 28–32. (In Russian).
- Kuzmina N.V., Koltsov D.N. The influence of parents on the milk yield of cows of the Sychevskaya and brown Swiss breeds. *Bulletin of the Russian Agricultural Science*. 2020; 6: 63–69. (In Russian).
- Solovyova O.I., Ruzanova N.G., Khramtsov V.V., Levchenkova V.P., Listratenkova V.I., Productive and reproductive qualities of cows of brown switzerland and rooster breeds depending on the type of selection. *Dairy and beef cattle breeding*. 2016; (3): 38–40. (In Russian).
- Kriesche Heinz. Braunvieh zeigt die Erfolge der Brown-Swiss-Anpaarung *Fortschr. Landwirt.*, 1977; 55(24): 5–7.
- Merkuryeva E. K. Genetic foundations of breeding in cattle breeding M. Kolos. 1977: 198–225. (In Russian).
- Kuznetsov V.M. Evaluation of genetic differentiation of populations by molecular dispersion analysis (analytical review). *Agrarian science of the Euro-North-East*. 2021;22(2):167–187. (in Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

Aram Mishaevich Muradyan, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor. Agrarian University – Moscow K.A. Timiryazev Agricultural Academy, 49. Timiryazevskaya str., Moscow, 127434, Russian Federation
E-mail: 9090368@mail.ru

Olga Ignatievna Solovyova, doctor of Agricultural Sciences & Professor, Agrarian University – Moscow K.A. Timiryazev Agricultural Academy, 49. Timiryazevskaya str., Moscow, 127434, Russian Federation
E-mail: milk-center@yandex.ru.

Levon Mamikonovich Minasyan, Doctor of Agricultural Sciences. Head department of animal husbandry. Scientific Center for Food Safety Risk Assessment and Analysis, 107/2, Masisa str., Yerevan, 0009, Republic of Armenia
E-mail: levon.minasyan-1950@mail.ru.

Zhirayr Tigranovich Chitchyan, Candidate of Agricultural Sciences, Armenian National Agrarian University, 74, Teryan str., Yerevan, 0009, Republic of Armenia
E-mail: zh-chitch@yahoo.com.

Nina Gerasimovna Ruzanova, Candidate of Agricultural Sciences. Associate Professor. Smolensk State Agrarian University, 10, Bolshaya Sovetskaya str., Smolensk, 214000, Russian Federation
E-mail: gerasim-1956@mail.ru

УДК 636.2.034+636.08

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-45-50

С.Ю. Зайцев, ✉
А.А. Савина,
Н.В. Боголюбова

Федеральный исследовательский центр
животноводства –
ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста,
Московская область,
Подольск, Российская Федерация

✉ s.y.zaitsev@mail.ru

Поступила в редакцию:
11.08.2022

Одобрена после рецензирования:
10.10.2022

Принята к публикации:
10.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-45-50

Sergei Y. Zaitsev, ✉
Anastasia A. Savina,
Nadezhda V. Bogolyubova

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

✉ s.y.zaitsev@mail.ru

Received by the editorial office:
11.08.2022

Accepted in revised:
10.10.2022

Accepted for publication:
10.11.2022

Изменение суммарного количества антиоксидантов в молоке коров разового удоя на пике лактации

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В молоке находится большое число биологически активных соединений (в том числе антиоксидантов), и оно заслуженно считается одним из главных продуктов питания как в исходном виде, так и после технологической переработки.

Материалы и методы. Измерения общего количества антиоксидантов (ОКАО) в пробах молока коров (из племенного хозяйства «Ладозжское») на пике лактации проводили амперометрическим методом, а параметры молока при утренней и вечерней дойке оценивали классическими методами.

Результаты. В результате исследования получены новые данные по ОКАО для 38 образцов молока коров черно-пестрой породы 5 групп в зависимости от периода лактации: 1) 151–165 дней; 2) 166–180 дней; 3) 181–210 дней; 4) 211–225 дней; 5) 226–240 дней соответственно. Получены умеренные и сильные корреляции между данными ОКАО и разовыми удоями (утреннее и вечернее доение), которые являются не только принципиально новыми, но и важными для оценки общей антиоксидантной активности в определенные периоды лактации. Поскольку уровень антиоксидантов существенно влияет на сроки хранения, пищевую ценность и многие другие параметры молока, то авторами предлагается использовать уровень ОКАО как дополнительный параметр в общей оценке качества молока. Полученные данные имеют важное значение при оценке физиолого-биохимического статуса, включая состояние системы антиоксидантной защиты организма коров.

Ключевые слова: молоко коров, удои, качество молока, антиоксидантная защита, биохимия молока, амперометрическое детектирование

Для цитирования: Зайцев С.Ю., Савина А.А., Боголюбова Н.В. Изменение суммарного количества антиоксидантов в молоке коров разового удоя на пике лактации. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 45–50. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-45-50>

© Зайцев С.Ю., Савина А.А., Боголюбова Н.В.

Changes in the total amount of antioxidants in cow milk with milking time at the peak of lactation

ABSTRACT

Relevance. Milk contains a large number of biologically active compounds (including antioxidants) and is deservedly considered one of the main food products both in its original form and after technological processing.

Materials and methods. In this work, the measurements of the total amount of antioxidants (TOA) in milk samples of cows (from the «Ladozhskoye» breeding farm) at the peak of lactation were carried out by the amperometric method, and milk parameters during morning and evening milking were assessed by classical methods.

Results. As a result of the study, new data of TOA were obtained for 38 milk samples of Black-and-White breed cows of 5 groups depending on the lactation period: 1) 151–165 days; 2) 166–180 days; 3) 181–210 days; 4) 211–225 days; 5) 226–240 days, respectively. Moderate and strong correlations were obtained between TOA data and single milk yields (morning and evening milking), which are not only fundamentally new, but also important for assessing the total antioxidant activity in certain periods of lactation. Since the level of antioxidants significantly affects the shelf life, nutritional value, and many other parameters of milk, the authors suggest using the TOA level as an additional parameter in the overall assessment of milk quality. The data obtained are of great importance in assessing the physiological-biochemical status, including the state of the system of antioxidant defense of the body of cows.

Key words: cow milk, milk yield, milk quality, antioxidant protection, milk biochemistry, amperometric detection

For citation: Zaitsev S.Yu., Savina A.A., Bogolyubova N.V. Changes in the total amount of antioxidants in cow milk with milking time at the peak of lactation. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 45–50. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-45-50> (In Russian).

© Zaitsev S.Yu., Savina A.A., Bogolyubova N.V.

Введение / Introduction

Молоко является одним из главных продуктов питания как человека, так и млекопитающих животных, поскольку в нем содержится множество важных биологически активных веществ (БАВ) [1–3]. Рост производства молока в мире составил от 579,5865 млн т. в 2000 г. до 883,2837 млн т в 2019 г. по данным ФАО [4]. Всего в России произведено за январь – май 2022 года товарного молока около 9,9 млн, а за январь – май 2021. – 9,6 млн т, что указывает на стабильный рост его производства в нашей стране [5].

Исключительная структурно-функциональная биохимическая организация молока способствует высокой пищевой ценности этого продукта [6]. Среди БАВ молока особого внимания заслуживают те вещества, которые обладают «антиоксидантной активностью» (антиоксиданты), то есть предотвращают окисление компонентов клеточной структуры и/или разрушают образующиеся активные радикалы [7]. Оценка общего количества антиоксидантов (ОКАО), как и активности отдельных антиоксидантов молока, должна сопровождаться детальными исследованиями его биохимического состава [8, 9]. Это важно как в фундаментальном, так и в прикладном аспектах.

Проблема детального изучения ОКАО в зависимости от других биохимических и зоотехнических показателей (возраст, сроки и периоды лактации коров, общее физиологическое состояние, сроки доения, кормление и т.п.), а также поиска корреляций между данными показателями является важной и актуальной [10, 11]. Отдельные работы в этих направлениях все более активно проводятся по всему миру [12, 13], однако в них внимание сосредоточено на отдельных антиоксидантах, иногда – в связи с биохимическими и зоотехническими показателями. Например, в работе [14] были установлены высокие степени корреляции активности каталазы (глутатионпероксидазы) с общим числом соматических клеток (с количеством нейтрофилов). Поскольку оба эти фермента (каталаза и глутатионпероксидаза) тесно связаны с процессами окисления – восстановления во всех клетках, то изменение их активности является одним из маркеров «окислительного стресса» в клетках и организме животных в целом [15]. Все перечис-

ленные параметры важны для оценки антиоксидантной составляющей молока и его дальнейшей переработки.

Целью работы было изучение содержания ОКАО в пробах молока коров на пике лактации, включая изменения значений ОКАО при утренней и вечерней дойке.

Материал и методы / Materials and methods

Опыты проводились на 38 коровах черно-пестрой породы племенного хозяйства «Ладожское», из которых были сформированы пять групп в зависимости от периода лактации: 1) 151–165 дней; 2) 166–180 дней; 3) 181–210 дней; 4) 211–225 дней; 5) 226–240 дней соответственно. Полученные образцы молока указанных коров исследованы в лабораториях Федерального исследовательского центра животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста.

Методы и подходы к анализу основных параметров молока коров и его компонентного состава (массовая доля жира (МДЖ), массовая доля белка (МДБ), лактоза, сухое вещество (СВ) и др.) соответствовали ГОСТ 32255-2013. В данной работе для анализа ОКАО был использован амперометрический метод. Измерения ОКАО выполнены на приборе «ЦветЯуза 01-АА» по методикам, описанным ранее [16–21].

Результаты измерения общей антиоксидантной активности и основных биохимических параметров молока коров статистически обрабатывали в программе «Microsoft Excel». Результаты представлены в виде среднего арифметического значения (М) и стандартной ошибки среднего (\pm SEM). Различия считали статистически значимыми при $P \leq 0,05$.

Результаты / Results and discussion

На первом этапе анализа были оценены основные показатели для 6 образцов молока коров черно-пестрой породы группы 1 в период лактации от 151 до 165 дней (табл. 1).

При измерении параметров молока группы 1 (табл. 1) были получены достаточно высокие средние значения ОКАО, причем при утреннем доении они были на 9% выше ($15,5 \pm 2,4$ мг/г), чем при вечернем доении ($14,2 \pm 1,6$ мг/г). Важно подчеркнуть, что величина средних удоев утром почти в 2 раза выше ($13,3 \pm 1,2$ л),

Таблица 1. Статистическое описание значений ОКАО в образцах коровьего молока в зависимости от времени доения (утром или вечером) и периода лактации (151–165 дней)

Table 1. Statistical description of the TOA values in cow's milk samples depending on the milking time (morning or evening) and lactation period (151–165 days)

Параметры	ОКАО, мг/л		Удой, л		Суточный удой*, л	Дни лактации
	утро	вечер	утро	вечер		
Среднее	14,15	15,51	13,33	6,50	26,5	157
Стандартная ошибка	1,60	2,40	1,20	0,56	1,93	2,2
Медиана	14,04	14,96	13,50	6,00	26,0	157
Стандартное отклонение	3,92	5,88	2,94	1,38	4,72	5,42
Дисперсия выборки	15,35	34,62	8,67	1,90	22,3	29,37
Экссесс	–0,81	–1,14	1,49	2,35	2,45	–0,67
Минимум	9,79	8,062	9	5	21	151
Максимум	20,124	23,642	18	9	35	165
Уровень надежности (95,0%)	4,11	6,17	3,09	1,45	4,96	5,69

Примечание: * – в табл. 1 не отражен дневной удой, но он используется для определения суточного

чем вечером ($6,5 \pm 0,6$ л). Таким образом, динамика указанных выше значений ОКАО и удоев (при утреннем и вечернем доении) является разнонаправленной, что наблюдается впервые. Общий удой молока в группе 1 составил около 27 л/сут. (среднее значение), что находится в пределах нормальных значений для среднего периода лактации.

Наиболее интересными являются обнаруженные корреляции между значениями ОКАО молока и разовыми удоями. Значения коэффициентов корреляции Пирсона (r) рассчитывали по известному уравнению [12]:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}},$$

где x_i и y_i — текущие значения из выборки 1 или из выборки 2; \bar{x} и \bar{y} — средние значения выборок 1 (по массиву данных 1) и 2 (по массиву данных 2).

Авторами предложено считать слабыми корреляциями значения до 0,19; средними — от 0,20 до 0,49; сильными — от 0,50 до 0,74; очень сильными — от 0,75 до 1,00 (теоретический максимум).

Обнаружены слабые отрицательные значения коэффициентов корреляции $-0,03$ ($-0,19$) между значениями ОКАО и утренним (вечерним) удоем соответственно. Полученные небольшие значения не стоит обсуждать, хотя какая-то линейная взаимосвязь между ОКАО и разовым удоем (особенно — вечерним) как независимыми переменными присутствует (поскольку $r \neq 0$).

На втором этапе анализа были оценены основные показатели для 8 образцов молока коров черно-пестрой породы группы 2 в период лактации от 166 до 180 дней (табл. 2).

Путем измерения параметров молока для группы 2 (табл. 2) были получены еще большие различия (в 35,5%) в средних значениях ОКАО при утреннем и вечернем доении ($12,1 \pm 1,8$ и $16,4 \pm 2,5$ мг/л соответственно). Различия между объемом молока при разовом удое отличаются почти на 45% (средние удои $12,9 \pm 1,2$ и $7,1 \pm 0,4$ л при утреннем и вечернем доении) при сохра-

нении разнонаправленной динамика указанных выше значений с ОКАО. Впервые обнаружены средние отрицательные значения коэффициентов корреляции $-0,45$ ($-0,10$) между значениями ОКАО и утренним (вечерним) удоем соответственно. Общий удой молока в группе 2 составил около 26,6 л/сут., что не отличается от значения группы 1.

На третьем этапе анализа были оценены основные показатели для 12 образцов молока коров черно-пестрой породы группы 3 в период лактации от 181 до 210 дней (табл. 3).

Для группы 3 (табл. 3) были получены близкие средние значения ОКАО $12,2 \pm 0,9$ и $12,9 \pm 0,8$ мг/л, хотя величины средних удоев при утреннем и вечернем доении ($15,2 \pm 0,9$ и $7,4 \pm 0,4$ л) существенно отличаются (на ~51%). Видимо из-за таких близких средних значений ОКАО обнаружена очень слабая положительная корреляция 0,04 (0,14) между этими значениями и утренним удоем (вечерним удоем). Общий удой молока в группе 3 составил около 27 л/сут., что практически соответствует значениям групп 1 и 2.

На четвертом этапе анализа были оценены основные показатели для 6 образцов молока коров черно-пестрой породы группы 4 в период лактации от 211 до 225 дней (табл. 4).

Для группы 4 (табл. 4) были получены существенно отличающиеся средние значения ОКАО (на 14,7%) при утреннем и вечернем доении ($15,6 \pm 2,5$ и $17,9 \pm 1,3$ мг/л) с тенденцией, которая прослеживалась и для групп 1 и 2. Интересно, что величина средних удоев утром почти на 58% выше ($13,8 \pm 2,5$ л), чем вечером ($5,8 \pm 1,0$ л). Таким образом, динамика указанных выше значений ОКАО и удоев (при утреннем и вечернем доении) является разнонаправленной, что прослеживалось и для групп 1 и 2. Общий удой молока в группе 1 составил около 27 л/сут. (среднее значение), что находится в пределах нормальных значений для среднего периода лактации.

Важно, что для этой группы (№ 4) обнаружены средние и сильные отрицательные значения коэффициентов корреляции $-0,49$ ($-0,70$) между значениями ОКАО и утренним (вечерним) удоем соответственно. Общий удой молока в группе 4 составил около 25 л/сут., что несколько ниже, чем во всех изученных группах.

Таблица 2. Статистическое описание значений ОКАО в образцах коровьего молока в зависимости от времени доения (утром или вечером) и периода лактации (166–180 дней)

Table 2. Statistical description of the TOA values in cow's milk samples depending on the milking time (morning or evening) and lactation period (166–180 days)

Параметры	ОКАО, мг/л		Удой, л		Суточный удой*, л	Дни лактации
	утро	вечер	утро	вечер		
Среднее	12,13	16,41	12,88	7,13	26,6	172
Стандартная ошибка	1,79	2,47	1,17	0,44	1,87	1,77
Медиана	12,24	15,71	12,5	7,0	26,5	170
Стандартное отклонение	5,08	6,98	3,31	1,25	5,29	5,0
Дисперсия выборки	25,88	48,78	10,98	1,56	27,98	25,07
Экссесс	-1,10	0,81	0,97	0,15	1,05	-0,41
Минимум	5,23	8,33	8	5	18	167
Максимум	19,91	29,77	19	9	36	180
Уровень надежности (95,0%)	4,25	5,84	2,77	1,04	4,43	4,19

Примечание: * — в табл. 2 не отражен дневной удой, но он используется для определения суточного

Таблица 3. Статистическое описание значений ОКАО в образцах коровьего молока в зависимости от времени доения (утром или вечером) и периода лактации (181–210 дней)

Table 3. Statistical description of the TOA values in cow's milk samples depending on the time of milking (morning or evening) and lactation period (181–210 days)

Параметры	ОКАО, мг/л		Удой, л		Суточный удой*, л	Дни лактации
	утро	вечер	утро	вечер		
Среднее	12,15	12,85	15,17	7,35	27,42	195
Стандартная ошибка	0,91	0,77	0,94	0,40	2,28	3,02
Медиана	11,72	13,63	15,0	8,0	30,0	196
Стандартное отклонение	3,46	2,66	3,27	1,37	7,93	10,46
Дисперсия выборки	11,99	7,06	10,7	1,88	62,81	109,4
Экссесс	–1,52	–1,11	–3,04	–0,51	2,87	2,66
Минимум	7,58	7,37	7	5	8	169
Максимум	17,45	8,84	20	9	36	207
Уровень надежности (95,0%)	2,20	1,69	2,08	0,87	5,04	6,64

Примечание: * – в табл. 3 не отражен дневной удой, но он используется для определения суточного

Таблица 4. Статистическое описание значений ОКАО в образцах коровьего молока в зависимости от времени доения (утром или вечером) и периода лактации (211–225 дней)

Table 4. Statistical description of the TOA values in cow's milk samples depending on the time of milking (morning or evening) and lactation period (211–225 days)

Параметры	ОКАО, мг/л		Удой, л		Суточный удой*, л	Дни лактации
	утро	вечер	утро	вечер		
Среднее	15,64	17,93	13,80	5,80	25,0	217
Стандартная ошибка	2,50	2,62	2,52	1,02	4,28	1,30
Медиана	14,95	16,27	15,0	6,0	27,0	218
Стандартное отклонение	5,59	5,86	5,63	2,28	9,57	2,92
Дисперсия выборки	31,29	34,35	31,7	5,2	91,5	8,5
Экссесс	2,63	–1,57	0,06	–2,51	–1,16	–1,59
Минимум	9,38	10,34	6	3	12	213
Максимум	24,72	24,68	21	8	36	220
Уровень надежности (95,0%)	6,95	7,27	6,99	2,83	11,88	3,62

Примечание: * – в табл. 4 не отражен дневной удой, но он используется для определения суточного

Таблица 5. Статистическое описание значений ОКАО в образцах коровьего молока в зависимости от времени доения (утром или вечером) и периода лактации (226–240 дней)

Table 5. Statistical description of the TOA values in cow's milk samples depending on the milking time (morning or evening) and lactation period (226–240 days)

Параметры	ОКАО, мг/л		Удой, л		Суточный удой*, л	Дни лактации
	утро	вечер	утро	вечер		
Среднее	12,09	14,86	11,64	6,14	23,36	232
Стандартная ошибка	0,95	1,03	1,54	0,59	2,39	0,72
Медиана	12,16	15,76	13	6	25	232
Стандартное отклонение	2,52	2,74	4,07	1,57	6,32	1,90
Дисперсия выборки	6,34	7,49	16,56	2,48	39,89	3,62
Экссесс	–1,76	–1,44	–2,04	3,01	2,02	1,79
Минимум	8,83	11,21	6	3	11	230
Максимум	15,03	18	16	8	29	236
Уровень надежности (95,0%)	2,33	2,53	3,76	1,46	5,84	1,76

Примечание: * – в табл. 5 не отражен дневной удой, но он используется для определения суточного

На пятом этапе анализа были оценены основные показатели для 6 образцов молока коров черно-пестрой породы группы 5 в период лактации от 226 до 240 дней (табл. 5).

Для группы 5 (табл. 5) были получены следующие средние значения ОКАО $12,1 \pm 1,0$ и $14,9 \pm 1,0$ мг/л, с уже обсуждавшийся существенной разницей, близкой к таковой для групп 1, 2 и 4. Интересно, что величина средних удоев утром ровно в 2 раза выше, чем вечером (12,0 и 6,0 л при утреннем и вечернем доении соответственно). Для группы 5 обнаружены сильные отрицательные значения коэффициентов корреляции $-0,73$ ($-0,70$) между значениями ОКАО и утренним (вечерним) удоем соответственно. Это является наилучшим результатом среди всех изученных групп. Общий удой молока в группе 5 составил около 23 л/сут., что ниже, чем во всех изученных группах.

Обнаруженные для групп 1, 2, 4 и 5 значения коэффициентов корреляции являются отрицательными, то есть при увеличении разового удоя значения ОКАО уменьшаются, т.е. антиоксидантная защита молока ослабевает. Обнаруженные слабые положительные корреляции 0,04 (0,14) между значениями ОКАО и утренним удоем (вечернем удоем) для группы 3 не имеет смысла обсуждать из-за невысоких значений.

Полученные выше данные для молока коров в период 151–240 дней лактации (особенно – корреляции между

значениями ОКАО и разовыми удоями) являются новыми и дополняют проведенные нами ранее исследования молока коров в период 10–150 дней лактации [21]. В доступной нам литературе есть немногочисленные данные и только одно прямое исследование по корреляции ОКАО и общим удоем (по всему стаду) с коэффициентом $-0,22$ [22]. Это значение совпадает или даже существенно ниже, чем те, которые были обнаружены нами (по группам 1, 2, 4 и 5) между значениями ОКАО и средними удоями молока (особенно при вечернем доении). В целом умеренные отрицательные значения корреляции между ОКАО и средними удоями молока, видимо, соответствует реальным корреляциям при их усреднении, тем более, что с увеличением удоя реально ожидать уменьшения значений ОКАО.

Выводы / Conclusion

Установлены величины ОКАО в 38 образцах молока коров черно-пестрой породы пяти групп (в зависимости от периода лактации от 151 до 240 дней); определены отрицательные корреляции разной величины между данными ОКАО и разовыми удоями (утреннее и вечернее доение) для групп 1 ($-0,03$ и $-0,19$), 2 ($-0,45$ и $-0,10$), 4 ($-0,49$ и $-0,70$), 5 ($-0,73$ и $-0,70$), то есть с увеличением удоя уменьшаются значения ОКАО, что установлено впервые. Другого рода корреляции для группы 3 незначительны и требуют дополнительных проверок.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Минобрнауки РФ в рамках выполнения государственного задания на 2022 г. (рег. номер ЕГИСУ темы НИР 2021-2023 121052600314-1).

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.

FUNDING

The work was financially supported by the Ministry of Education and Science of Russian Federation for fundamental scientific research as part of the state assignment for 2022 (registration No. 121052600314-1 of the EGISU research topic 2021-2023).

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

- Roy D.Ye.A., Moughan P.J., Singh H. Composition, Structure, and Digestive Dynamics of Milk From Different Species – A Review. *Frontiers in Nutrition*. 2020;(7): 577759. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.577759>.
- Зайцев СЮ. Биологическая химия: от биологически активных веществ до органов и тканей животных. М.: ЗАО «Капитал Принт». 2017. 507 с.
- Горбатова К.К., Гунькова П.И. Биохимия молока и молочных продуктов. 4-е изд., перераб. и доп. СПб.: Гиорд. 2010. 330 с.
- World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2021, Table 22 «Production of milk», 2021. 177 с. Available from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> [Accessed 9th August 2022].
- НОВОСТИ АПК, МОЛОКО. Что происходит на рынке сырого молока? 05.08.2022 Обзор 215. Режим доступа <https://agrovesti.net/news/indst/chto-proiskhodit-na-rynke-syrogogo-moloka.html> [Дата обращения 9.08.2022].
- Zaitsev SYu, Fedorova EYu, Maximov VI. Comprehensive Analysis of the Major ATPase Activities in the Cow Milk and Their Correlations. *BioNanoScience*. 2019; 9(2):386–394. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12668-019-00677-1>
- Шидловская ВП, Юрова ЕА. Антиоксиданты молока и их роль в оценке его качества. *Молочная промышленность*. 2010; (2): 24–27.
- Stobiecka M, Król J, Brodziak A. Antioxidant Activity of Milk and Dairy Products. *Animals*. 2022; 12(3):245. <https://doi.org/10.3390/ani12030245>
- Khan I.T., Nadeem M., Imran M., Ullah R., Ajmal M., Jaspal M.H. Antioxidant properties of Milk and dairy products: a comprehensive review of the current knowledge. *Lipids Health Dis.*, 2019; 18(1):1–14 (<https://doi.org/10.1186/s12944-019-0969-8>).

REFERENCES

- Roy D.Ye.A., Moughan P.J., Singh H. Composition, Structure, and Digestive Dynamics of Milk From Different Species – A Review. *Frontiers in Nutrition*. 2020;(7): 577759. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.577759>.
- Zaitsev SYu. Biological chemistry: from biologically active substances to organs and tissues of animals. M.: ZAO «Capital Print». 2017. 517 p. (In Russian)
- Gorbatova KK, Gunkova PI. Biochemistry of milk and dairy products. 4th ed., revised. and additional Spb.:Giord. 2010. 330 p. (In Russian)
- World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2021, Table 22 «Production of milk», 2021. 177 p. Available from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> [Accessed 9th August 2022].
- MILK NEWS. What's going on in the raw milk market? 08.05.2022 Review 215. Available from <https://agrovesti.net/news/indst/chto-proiskhodit-na-rynke-syrogogo-moloka.html> [Accessed 9th August 2022]
- Zaitsev SYu, Fedorova EYu, Maximov VI. Comprehensive Analysis of the Major ATPase Activities in the Cow Milk and Their Correlations. *BioNanoScience*. 2019; 9(2):386–394. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12668-019-00677-1>
- Shidlovskaya VP, Yurova EA. Antioxidants of milk and their role in assessing its quality. *Dairy industry*. 2010; (2):24–27. (In Russian)
- Stobiecka M, Król J, Brodziak A. Antioxidant Activity of Milk and Dairy Products. *Animals*. 2022; 12(3):245. <https://doi.org/10.3390/ani12030245> (In Russian)
- Khan I.T., Nadeem M., Imran M., Ullah R., Ajmal M., Jaspal M.H. Antioxidant properties of Milk and dairy products: a comprehensive review of the current knowledge. *Lipids Health Dis.*, 2019; 18(1):1–14 (<https://doi.org/10.1186/s12944-019-0969-8>).

10. Яшин Я.И., Рыжнев В.Ю., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и влияние их на здоровье и старение человека. М.: Издательство ТрансЛит. 2009. 212 с.
11. Савина АА, Воронина ОА, Боголюбова НВ, и др. Амперометрическое детектирование антиоксидантной активности модельных и биологических жидкостей. *Вестник Московского университета. Серия 2: Химия*. 2020; 58(2):97–103. Режим доступа: <https://doi.org/10.3103/S0027131420060061>
12. Фомичев ЮП, Никанова ЛА, Дорожкин ВИ, Торшков АА, Романенко АА, Еськов ЕК, Семенова АА, Гогоцкий ВА, Дунаев АВ, Ярошевич ГС, Лашин СА, Стольная НИ. Дигидрохверцетин и арабиногалактан – природные биорегуляторы в жизнедеятельности человека и животных, применение в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. монография. М.: Научная библиотека. 2017. 702 с.
13. Tsen S, Siew J, Lau EF, Afiah Bte Roslee, Hui Chan, Wai Loke. Cow's milk as a dietary source of equol and phenolic antioxidants: differential distribution in the milk aqueous and lipid fractions. *Dairy Science & Technology, EDP sciences/Springer*. 2014; 94(6):625–632. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13594-014-0183-4>
14. Hamed H, Feki AE, Gargouri A. Total and differential bulk cow milk somatic cell counts and their relation with antioxidant factors. *C. R. Biologies*. 2008; 331(2):144–151.
15. Добрян Е.И. Антиоксидантная система молока. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2020; 82(2): 101–106. Режим доступа: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-2-101-106>
16. Zaitsev SYu, Voronina OA, Savina AA, Ignatieva LP, Bogolyubova NV. Correlations between the Total Antioxidant Activity and Biochemical Parameters of Cow Milk Depending on the Number of Somatic Cells. *International Journal of Food Science*. 2022; 2022:5323621. Available from: <https://doi.org/10.1155/2022/5323621>.
17. Burgess K. Key requirements for milk quality and safety: a processor's perspective. In: Griffiths MW. (ed.) *Improving the Safety and Quality of Milk*. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd.; 2010. (1):64–84. doi:10.1533/9781845699420.1.64
18. Chen J, Lindmark-Månsson H, Gorton L, Åkesson B. Antioxidant capacity of bovine milk as assayed by spectrophotometric and amperometric methods. *International Dairy Journal*. 2003;13: 927–935.
19. Яшин А.Я., Яшин Я. И. Аналитические возможности жидкостного хроматографа «ЦветЯуз» с электрохимическими детекторами. *Российский химический журнал. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева)*. 2002; XLVI.(4):109–115.
20. Zaitsev SYu, Belous AA, Voronina OA, Savina AA, Rykov RA, Bogolyubova NV. Correlations Between Antioxidant and Biochemical Parameters of Blood Serum of Duroc Breed Pigs. *Animals*. 2021; 11(8): 2400. <https://doi.org/10.3390/ani11082400>
21. Зайцев СЮ, Савина АА, Воронина ОА, Боголюбова НВ. Зависимость суммарных антиоксидантов в молоке коров от времени доения в начале и середине лактации. *Ветеринария, Зоотехния и Биотехнология*. 2022;1: 60–68. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio>.
22. Niero G, Penasa M, Costa A, Currò S, Visentin G, Cassandro M, De Marchi M. Total antioxidant activity of bovine milk: Phenotypic variation and predictive ability of mid-infrared spectroscopy. *International Dairy Journal*. 2019; 89:105–110. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.08.014>
10. Yashin Ya.I., Ryzhnev V.Yu., Yashin A.Ya., Chernousova N.I. Natural antioxidants. Content in food and their impact on human health and aging. Moscow: TransLit Publishing House. 2009. 212 p. (In Russian)
11. Savina A.A., Voronina O.A., Bogolyubova N.V., and al. Amperometric detection of antioxidant activity of model and biological fluids. *Moscow University Chemistry Bulletin*. 2020; 75(6):340–346. Available from: <https://doi.org/10.3103/S0027131420060061> (In Russian)
12. Fomichev YuP., Nikanova LA., Dorozhkin VI., Torshkov AA., Romanenko AA., Eskov EK., Semenova AA., Gonotsky VA., Dunayev AV., Yaroshevich GS., Lashin SA., Stolnaya NI. Dihydroquercetin and arabinogalactan – natural bioregulators in human and animal life, application in agriculture and food industry: monograph. Moscow: Scientific library. 2017. 702 p. (In Russian)
13. Tsen S, Siew J, Lau EF, Afiah Bte Roslee, Hui Chan, Wai Loke. Cow's milk as a dietary source of equol and phenolic antioxidants: differential distribution in the milk aqueous and lipid fractions. *Dairy Science & Technology*. 2014; 94(6):625–632. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13594-014-0183-4>
14. Hamed H, Feki AE, Gargouri A. Total and differential bulk cow milk somatic cell counts and their relation with antioxidant factors. *C. R. Biologies*. 2008; 331(2):144–151.
15. Dobriyan EI. Antioxidant system of milk. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2020; 82(2):101–106. Available from: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-2-101-106> (In Russian)
16. Zaitsev SYu, Voronina OA, Savina AA, Ignatieva LP, Bogolyubova NV. Correlations between the Total Antioxidant Activity and Biochemical Parameters of Cow Milk Depending on the Number of Somatic Cells. *International Journal of Food Science*. 2022; 2022:5323621. Available from: <https://doi.org/10.1155/2022/5323621>.
17. Burgess K. Key requirements for milk quality and safety: a processor's perspective. In: Griffiths MW. (ed.) *Improving the Safety and Quality of Milk*. Volume 1. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd.; 2010. (1):64–84. doi:10.1533/9781845699420.1.64
18. Chen J, Lindmark-Månsson H, Gorton L, Åkesson B. Antioxidant capacity of bovine milk as assayed by spectrophotometric and amperometric methods. *International Dairy Journal*. 2003;13: 927–935
19. Yashin AYa, Yashin Yal. Analytical capabilities of the TsvetYauza liquid chromatograph with electrochemical detectors. *Russian Chemical Journal (Zh. Ros. Chem. Society named after D.I. Mendeleev)*. 2002; XLVI(4):109–115. (In Russian)
20. Zaitsev SYu, Belous AA, Voronina OA, Savina AA, Rykov RA, Bogolyubova NV. Correlations Between Antioxidant and Biochemical Parameters of Blood Serum of Duroc Breed Pigs. *Animals*. 2021;11(8): 2400. <https://doi.org/10.3390/ani11082400>
21. Zaitsev SYu, Savina AA, Voronina OA, Bogolyubova NV. Dependence of total antioxidants in cows' milk on the time of milking at the beginning and middle of lactation. *Veterinary Medicine, Zootechnics and Biotechnology*. 2022; 1:60–68. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio> (In Russian)
22. Niero G, Penasa M, Costa A, Currò S, Visentin G, Cassandro M, De Marchi M. Total antioxidant activity of bovine milk: Phenotypic variation and predictive ability of mid-infrared spectroscopy. *International Dairy Journal*. 2019; 89:105–110. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.08.014>

ОБ АВТОРАХ:

Сергей Юрьевич Зайцев, доктор биологических наук, доктор химических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация
E-mail: s.y.zaitsev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1533-8680>

Анастасия Анатольевна Савина, младший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация E-mail: kirablackfire@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0257-1643>

Надежда Владимировна Боголюбова, доктор биологических наук, заведующий отделом физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация E-mail: 652202@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

ABOUT THE AUTHORS:

Sergey Yurievich Zaitsev, Doctor of Biological Sciences, Doctor of Chemical Sciences, Professor Leading Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation
E-mail: s.y.zaitsev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1533-8680>

Anastasia Anatolyevna Savina, Junior Researcher, Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation
E-mail: kirablackfire@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0257-1643>

Nadezhda Vladimirovna Bogolyubova, Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation
E-mail: 652202@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

УДК 636.03:637.05.04/07

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-51-56

З.Л. Фёдорова, ✉
А.Б. Вахрамеев,
А.В. Макарова

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального исследовательского центра животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация

✉ ab_poultry@mail.ru

Поступила в редакцию:
15.09.2022

Одобрена после рецензирования:
10.10.2022

Принята к публикации:
15.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-51-56

Zoya L. Fedorova, ✉
Anatoly B. Vakhrameev,
Alexandra V. Makarova

All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals – a branch of the Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation

✉ ab_poultry@mail.ru

Received by the editorial office:
15.09.2022

Accepted in revised:
10.10.2022

Accepted for publication:
15.11.2022

Перспектива использования пород кур комбинированного типа продуктивности в органическом птицеводстве

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Спрос на мясную продукцию органического производства постоянно увеличивается. Органическое сельское хозяйство – ведущий мировой тренд. Рынок органической продукции на 2020 год оценен в 130 млрд долларов с ежегодным ростом в 13–15%. В период пандемии продажи органических продуктов в развитых странах выросли на 30–40%.

Методы. Объектом исследования были куры пушкинской породы и кросса Росс 308 (бройлер). Птицу выращивали до 85-дневного возраста в одинаковых условиях, плотность посадки составляла 10 гол./м². В возрасте убоя при промышленном производстве (48 дней – бройлер) и органическом производстве (85 дней) по методике ВНИТИП (2001) проведена анатомическая разделка 9 голов. Анализ качественных показателей мяса методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (M02-902-142-07) проведен в сертифицированной лаборатории ФГБУ «Ленинградская МВЛ». Сухое вещество определяли экспресс-методом по методике Рыгалоной Е.А., а водосвязывающую способность мяса-пресс методом по Грау – Хамму в модификации Воловинской – Хельман.

Результаты. Удлинение до 85 дней периода откорма бройлеров для соответствия требованиям органического птицеводства недостаточно улучшает качество их мяса. Низкая сохранность поголовья (58,16%) снижает рентабельность органического производства бройлеров. Увеличение содержания общего белка с 20,44% до 24,41% и аминокислот (триптофана и пролина), а также снижение содержания жира с 5,1% до 1,35% в грудной мышце цыплят-бройлеров с 45-го до 85-го дня улучшает диетические качества бройлерного мяса. Однако снижение с 51,46% до 48,54% водосвязывающей способности мяса снижает его вкусовые и технологические качества. У кур пушкинской породы этот показатель составляет 51,35%. Таким образом, на примере пушкинской породы кур показано, что породы комбинированного направления продуктивности более пригодны к длительному выращиванию в органическом птицеводстве для получения мясной продукции.

Ключевые слова: органическое птицеводство, куры, бройлеры, мясо, белок, жир, пролин

Для цитирования: Федорова З.Л., Вахрамеев А.Б., Макарова А.В. Перспектива использования пород кур комбинированного типа продуктивности в органическом птицеводстве. *Аграрная наука*. 2022; 365 (112): 51–56.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-51-56>

© Федорова З.Л., Вахрамеев А.Б., Макарова А.В.

The prospect of using chicken breeds of the combined type of productivity in organic poultry farming

ABSTRACT

Relevance. The demand for organic meat products is constantly increasing. Organic agriculture is the leading global trend. The organic market for 2020 is estimated at \$ 130 billion with an annual growth of 13–15%. During the pandemic, sales of organic products in developed countries increased by 30–40%.

Methods. The object of the study were chickens of the Pushkin breed and the Ross 308 cross (broiler). The birds were grown up to 85 days of age under the same conditions, the stocking density was 10 birds/m². At the age of slaughter in industrial production (48 days – broiler) and organic production (85 days) according to the methodology of the All-Russian Research and Technological Institute of Poultry (2001), anatomical cutting of 9 heads was carried out. Analysis of quality indicators of meat by high performance liquid chromatography (M02-902-142-07) was carried out in the certified laboratory «Leningradskaya MVL». Dry matter was determined by the express method according to the Rygalova E.A. and the water binding capacity of meat was determined by the Grau – Hamm method in the Volovinskaya – Kelman modification.

Results. Extending the fattening period of broilers to 85 days to meet the requirements of organic poultry farming does not sufficiently improve the quality of their meat. Low livestock safety (58.16%) reduces the profitability of organic broiler production. An increase in the total protein content from 20.44% to 24.41% and amino acids (tryptophan and proline), as well as a decrease in fat content from 5.1% to 1.35% in the pec-toral muscle of broiler chickens from 45th to 85th day improves the dietary qualities of broiler meat. However, a decrease from 51.46% to 48.54% of the water-binding capacity of meat reduces its taste and techno-logical qualities. In chicken of the Pushkin breed this figure is 51.35%. Thus, using the example of the Pushkin breed of chickens, it is shown that breeds of the combined direction of productivity are more suitable for long-term cultivation in organic poultry farming for obtaining meat products.

Key words: organic poultry, chickens, broilers, meat, protein, fat, proline

For citation: 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; 365 (12): 51–56. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-51-56> (In Russian).

© Fedorova Z.L., Vakhrameev A.B., Makarova A.V.

Введение / Introduction

Птицеводство – одна из самых динамично развивающихся отраслей животноводства, снабжающая человека доступными высокобелковыми продуктами питания. Производство мяса птиц занимает наибольшую долю в общем производстве мяса как в России, так и во всём мире. По данным Федеральной службы государственной статистики, в 2021 году производство основных видов мяса (говядина, свинина, мясо птицы, баранина и козлятина) во всех категориях хозяйств России составил 11,52 млн тонн в живом весе (рис. 1). Производство мяса бройлеров в России в 2021 году составило более 5 млн тонн в живом весе [1].

Мясо кур является ценнейшим продуктом, содержащим белки, липиды, витамины и минералы, необходимые для поддержания нормального здоровья человека.

В настоящее время промышленное птицеводство в России по своему развитию достигло уровня передовых зарубежных стран. В мире, с изменением уровня жизни, улучшением благосостояния населения, растёт потребление мяса, но растут и требования, предъявляемые к его качеству [2, 3]. Спрос на мясную продукцию органического производства постоянно увеличивается. Органическое сельское хозяйство – ведущий мировой тренд. Рынок всей органической продукции на 2020 год оценивается уже в 130 млрд долларов с ежегодным ростом в 13–15%. В период пандемии продажи органических продуктов в развитых странах выросли на 30–40% [4], а в России потенциал органического сельского хозяйства реализован только на 1%.

В России разработан ГОСТ 33980-2016 «Производство органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации», который регламентирует специальные правила учета, размещения, содержания, кормления и разведения птицы. Согласно этому документу, птица при выращивании должна иметь доступ к выгулу и кормиться только органическими кормами без применения гормонов, стимуляторов роста, а использование ветеринарных препаратов, в том числе антибиотиков, допускается только для лечения [5]. Убой кур для получения мяса в органическом производстве может производиться не ранее 81-дневного возраста (12 недель), в промышленном бройлерном производстве – в 6–7-недельном возрасте. Также регламентирован выбор пород, которые желательно использовать для органического птицеводства. Предпочтение должно отдаваться местным породам и видам. Именно

такие породы сохраняются на уникальной базе биоресурсной коллекции кур «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» ВНИИГРЖ в г. Пушкин. Одна из сохраняемых пород – пушкинская, относящаяся к яично-мясному направлению продуктивности; она характеризуется спокойным нравом, высокой резистентностью, хорошими мясными и яичными качествами.

Цель исследований: сравнение пушкинской породы кур с промышленным кроссом Росс 308 (бройлером) в аспекте использования в органическом птицеводстве.

Задачи:

- изучить динамику роста и сохранность молодняка двух популяций в условиях неограниченного доступа к кормам, минимальной вакцинации и без профилактического применения лекарственных препаратов, в первую очередь антибиотиков;
- определить динамику изменения химического состава грудной мышцы у опытных групп птицы;
- сравнить химический состав мяса грудной мышцы в разные возрастные периоды.

Материалы и методы / Materials and methods

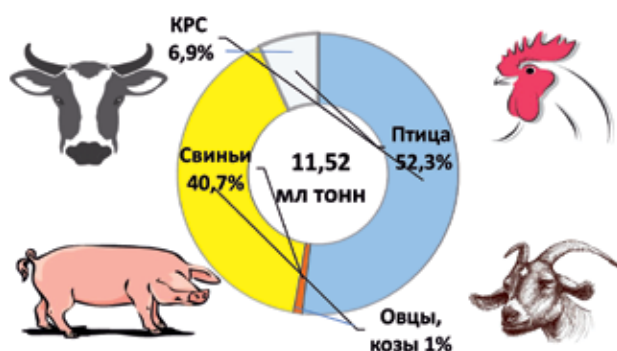
Исследования проводились во Всероссийском научно-исследовательском институте генетики и разведения сельскохозяйственных животных (ВНИИГРЖ) на базе биоресурсной коллекции кур «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур». Изучение осуществлялось на молодняке кур пушкинской породы (комбинированное направление продуктивности) и промышленного кросса Росс 308 (бройлер). Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российского ГОСТ 33215-2014 и Директивы 2010/63/EU Европейского Парламента и Совета Европейского союза от 22 сентября 2010 г. по охране животных, используемых в научных целях. Были предприняты все усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшить число используемых образцов. Было взято по 100 суточных цыплят, которых выращивали до 85-дневного возраста в одинаковых условиях, плотность посадки составляла 10 гол./м². Вся птица кормилась полнорационными специализированными комбикормами в соответствии с возрастными периодами. Бройлеры получали комбикорма, предназначенные для мясной птицы, цыплята комбинированного направления продуктивности – для яичной птицы в соответствии с возрастом, без ограничения. Вакцинация проводилась, согласно схеме, принятой в хозяйстве. В возрасте убоя при промышленном производстве (48 дней) и органическом производстве (85 дней) была оценена живая масса, сохранность птицы и проведена анатомическая разделка 9 голов согласно методике ВНИТИП (2001) [6]. Анализ качественных показателей мяса грудной мышцы цыплят проведен в лаборатории ФГБУ «Ленинградская МВЛ». Определено содержание в натуральном веществе массовой доли белка (ГОСТ 25011-2017), жира (ГОСТ 23042-2015), аминокислот (пролин, триптофан) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (M02-902-142-07). В лаборатории института определяли сухое вещество экспресс-методом и водосвязывающую способность мяса (ВСС) пресс-методом по Грау – Хамму в модификации Воловинской – Кельман [7].

Результаты / Results and discussion

По результатам наших исследований к 48-дневному возрасту у бройлеров в эксперименте сохранность

Рис. 1. Произведено на убой скота и птицы в живом весе в РФ, 2021 г. [1]. (Рисунок автора по данным источника)

Fig. 1. Produced for slaughter of livestock and poultry in live weight in the Russian Federation, 2021 [1]. (Author's drawing according to the source)



поголовья составила 67,35%, у Пушкинской породы – 92,6%, с 49-го до 85-го дня выращивания – 85,9 и 96,3%, а в целом на конец выращивания – 58,16% и 87,4% соответственно. Высокий падеж бройлеров мы связываем с низкой резистентностью к микробному фону птичника в отсутствии дачи антибиотиков в профилактических целях.

На сегодняшний день в России практически все поголовье кур, используемое для производства мяса, – это скороспелые мясные кроссы, отличающиеся высокими темпами роста. Многолетний генетический отбор по скорости роста серьезно изменил качественные характеристики цыплят-бройлеров. Масса тела у бройлеров увеличивается в 50 раз всего за шесть недель. Такие темпы роста приводят к изменению гуморальных механизмов управления ростом, нарушению гормонального фона, обусловленного нарушением нейроэндокринной регуляции в первую очередь тиреоидных гормонов, избыточной секрецией соматотропного гормона гипофиза (СТГ), неправильного развития соединительных тканей (дисплазии), что в итоге проявляется в негативном влиянии на здоровье и сохранность птицы. Известно, что основные причины падежа бройлеров – это паталогические изменения костей скелета, сердца и легких [8, 9, 10]. А состояние здоровья – важнейший фактор, способствующий формированию полноценного качества мяса в организме птицы.

Пищевая ценность мяса определяется химическим составом: содержанием и аминокислотным составом белков, жиров, углеводов, экстрактивных веществ, минералов и витаминов. В тушке птицы традиционно наиболее ценится белое мясо (грудная мышца – *pectoralis major*) как источник белка, поэтому мы проанализировали химический состав именно этой части тела в разные возрастные периоды.

В результате исследования нами установлено, что содержание белка в грудной мышце у бройлера в 48-дневном возрасте на 3,97% ниже, чем в 85-дневном возрасте. В 85-дневном возрасте мясо бройлеров по содержанию белка в грудной мышце статистически незначимо (на 1%) превосходило мясо пушкинской породы (табл. 1).

Содержание жира в мясе птицы органического производства разными авторами оценивается противоречиво. Донскова Л.А. в своей статье подвергает сомнению мнение Горбатова А.В. о том, что мясо «ORGANIC» по сравнению с мясом, выращенным традиционным способом, содержит в 5–10 раз меньше жира [11, 12]. В связи с этим нами было изучено изменение содер-

жания жира в мышцах в зависимости от породы и сроков выращивания. В наших исследованиях содержание жира в грудной мышце у бройлеров в молодом возрасте в 3,77 раза превышает уровень содержания жира в более старшем возрасте ($P \leq 0,01$). У пушкинской породы в возрасте 85 дней содержание жира в грудной мышце было в 2,1 раза ниже, чем у бройлеров в этом же возрасте ($P \leq 0,05$) (табл. 1), что соответствует современному тренду на увеличение потребления постного мяса для здорового образа жизни. Мясо с пониженным содержанием жира врачи рекомендуют включать в рацион людям, страдающим различными заболеваниями, а также детям [13].

Биологическая ценность мяса в значительной степени определяется содержанием полноценных белков со сбалансированным аминокислотным составом, в котором триптофан может рассматриваться в качестве основного биологического маркера [14]. Триптофан участвует в образовании альбуминов и глобулинов, гормонов роста [15].

В наших исследованиях содержание триптофана в мясе бройлеров с возрастом увеличилось с 0,21 до 0,25% (табл. 1), это говорит об улучшении его качества. В 85-дневном возрасте содержание триптофана в мясе обеих популяций было практически одинаково, что позволяет сделать вывод об идентичности качества мяса бройлеров и пушкинских кур по этому показателю.

Количество неполноценных (соединительнотканых) белков оценивается по содержанию оксипролина, который является производным пролина. Пролин и оксипролин являются заменимыми протеиногенными аминокислотами и входят в состав белков. Пролин синтезируется из глутаминовой кислоты. Именно этой кислоте приписывают вкусовые свойства вареного мяса. Оксипролин встречается только в коллагене, пролин – содержится также в эластине. Коллаген и эластин – это соединительнотканые белки, которые образуют каркас, выступая в роли опоры. Они содержатся в костях, связках, сухожилиях, мышцах, кровеносных сосудах, во всех органах, в коже. Пролин играет важную роль в структуре и синтезе белков, метаболизме, а также заживлении ран, антиоксидантных и иммунных реакциях [16]. Кроме построения структуры, пролин участвует в поддержании клеточного редокс-потенциала, регуляции экспрессии генов, синтеза ДНК, образовании орнитина и полиаминов; как сигнальная молекула участвует в киллинге патогенов, взаимодействии клеток и пролиферации лимфоцитов [17]. Несмотря на то, что

пролин вырабатывается человеческим организмом, это происходит только в молодом возрасте, когда идет активный рост тканей; в преклонном возрасте, когда снижается его синтез, наблюдается нехватка этой аминокислоты, которую можно восполнить, употребляя мясо, богатое пролином.

В наших исследованиях в мясе бройлеров в 48-дневном возрасте отмечалось минимальное содержание пролина, а к 85-дневному оно достоверно ($P < 0,05$) увеличилось на 0,9% (табл. 1). Различия между группами в 85-дневном возрасте были незначительными (0,05%) и статистически

Таблица 1. Состав грудной мышцы (*pectoralis major*) цыплят кросса Росс 308 и пушкинской породы в сравнительном аспекте

Table 1. The composition of the *pectoralis major* of chickens of the Ross 308 cross and the Pushkin breed in a comparative aspect

Показатели	Бройлеры кросса Росс 308		Пушкинская порода
Возраст, дней	48	85	85
Живая масса, г	3505±112	3945±201	1657±51
Белок, %	20,44±0,39	24,41±1,09	23,41±0,45
Жир, %	5,1±0,21	1,35±0,35 ^a	0,63±0,09 ^b
Триптофан, %	0,21±0,003	0,25±0,02	0,24±0,003
Пролин, %	0,66±0,01 ^c	0,75±0,02 ^d	0,80±0,003 ^f

Примечание: ^{ab a} – $P < 0,01$; ^{cd, df} – $P < 0,05$

недостовверными. Мы предполагаем, что низкое содержание пролина в мясе бройлеров в фазе активного роста негативно отражается на их сердечно-сосудистой и опорно-двигательной системах.

При оценке качества мяса большое внимание уделяется изучению его технологических свойств, и в первую очередь – водосвязывающей способности (ВСС). Она указывает на степень связи белка мяса с иммобилизованной и свободной водой [15, 18]. Чем больше содержится свободной влаги в мясе, тем ниже ВСС мяса. Этот показатель обуславливает такие характеристики мяса, как сочность, консистенция, пластичность, напряжение среза, качество фарша [18]. Прочносвязанная влага – это в основном адсорбционная, микрокапиллярная и осмотическая вода. Она прочно связана с белком, ее невозможно отделить прессованием. Слабосвязанная полезная влага создает благоприятную консистенцию и способствует лучшему усвоению мяса. Избыточная слабосвязанная влага может отделяться в процессе технологической обработки, её можно легко отжать из мяса. Такое мясо называют водянистым.

В наших исследованиях статистически достоверных различий по водосвязывающей способности мяса не выявлено. Однако у мяса бройлеров как в 48-дневном, так и в 85-дневном возрасте она была ниже, чем у пушкинской породы кур, на 0,74 и 2,81% соответственно (табл. 2).

С возрастом ВСС недостоверно, но значительно уменьшилась в бройлерном мясе на 2,94%, пройдя пороговое значение в 50%, что значительно ухудшает его вкусовые и кулинарные качества. В мясе кур пушкинской породы водосвязывающая способность с возрастом снизилась незначительно (на 0,85%), оставаясь на высоком уровне свыше 50%.

Содержание сухого вещества (СВ), а значит и питательность, в мясе и бройлеров и пушкинской породы с возрастом увеличилось на 4,9% и 2,5% соответственно. В возрасте 48 дней мясо бройлеров по содержанию СВ равноценно показателям телятины (22–23%) и только к 85-дневному возрасту этот показатель улучшается до 28,73%, превосходя на 1,45% (статистически недостоверно) показатель мяса пушкинской породы. В целом достоверных отличий между изучаемыми группами в этом исследовании нами не выявлено.

По соотношению СВ и ВСС наименее привлекательно мясо бройлеров в возрасте 85 дней, поскольку высокое

Таблица 2. Массовая доля сухого вещества и водосвязывающая способность грудной мышцы (pectoralis major) цыплят кросса Росс 308 и пушкинской породы
Table 2. The mass fraction of dry matter and the water-binding capacity of pectoralis major of chickens of the Ross 308 cross and the Pushkin breed

Показатели	Бройлеры кросса Росс 308		Пушкинская порода	
Возраст, дней	48	85	85	85
Сухое вещество, %	23,86±0,14 ^a	28,73±0,81 ^b	24,75±0,4 ^c	27,28±0,26 ^d
Водосвязывающая способность, % к мясу	51,46±3,67	48,54±2,39	52,2±1,44	51,35±1,71

Примечание: ab; cd – $P < 0,01$

содержание сухих веществ при низкой водосвязывающей способности позволяет считать, что это мясо водянистое, вследствие чего имеет невысокую кулинарную ценность.

Мясо пушкинских кур при значительном (с 24,75% до 27,28%) возрастании содержания СВ с 48-дневного до 85-дневного возраста незначительно снизило показатель ВСС (с 52,2% до 51,35%). Это позволяет считать мясо кур пушкинской породы превосходящим по ценности мясо бройлеров в возрасте 85 дней.

Выводы / Conclusion

По результатам проведенного исследования можно сделать выводы, что удлинение периода откорма бройлеров, необходимое для соответствия требованиям органического птицеводства, до 85 дней недостаточно улучшает качественные характеристики мяса. Неоспоримым достоинством бройлеров является только их более высокая живая масса к возрасту убоя. Однако низкая сохранность поголовья (58,16%) в эксперименте значительно снижает рентабельность органического производства бройлерной продукции. Увеличение содержания общего белка с 20,44% до 24,41% и аминокислот (триптофана и пролина), а также снижение содержания жира с 5,1% до 1,35% в грудной мышце цыплят-бройлеров с возраста промышленного убоя до возраста органического убоя можно оценить как улучшение диетических качеств бройлерного мяса. При этом снижение с 51,46% до 48,54% водосвязывающей способности мяса (повышение водянистости мяса) снижает его вкусовые и технологические качества. При незначительной разнице в составе мяса у кросса Росс 308 и пушкинской породы в 85-дневном возрасте последняя имеет высокую сохранность поголовья, низкое количество жира в мясе, хорошие технологические и вкусовые качества.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Материалы подготовлены в рамках государственного задания 0445-2021-0012: «Изучение биологических механизмов формирования продуктивных и адаптационных признаков домашних кур (*Gallus gallus domesticus*) с использованием физиолого-биохимических, цитологических, генетических и вирусологических методов исследований с целью создания новых селекционных форм 121052600357-8».

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

FUNDING

The materials were prepared within the framework of the state task 0445-2021-0012: "Study of biological mechanisms of formation of productive and adaptive traits of domestic chickens (*Gallus gallus domesticus*) using physiological, biochemical, cytological, genetic and virological research methods in order to create new breeding forms 121052600357-8".

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Росстат. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> [Дата обращения 18.07.2022].
2. Андреев, В.В. Содержание жира в съедобных частях тушек цыплят-бройлеров, получавших в составе рациона марцинбел. *Молодой ученый*. 2013;3 (50): 533-534. URL: <https://moluch.ru/archive/50/6310/> [Дата обращения 15.07.2022].
3. Воденников О.Г. К вопросу о качестве мяса и его влиянии на продовольственную безопасность и качество жизни населения. *Вестник прикамского социального института* 2(83), 2019, 36–40
4. Коноваленко Л.Ю., Мишуров Н.П., Гриднев П.И., Коршунов А., Любовецкая А.А. Органическое животноводство: опыт и перспективы развития: аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 88 с.
5. Федорова З.Л. Перспективы органического птицеводства в Ленинградской области. *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2018;3:158–163.
6. Лукашенко В.С., Лысенко М.А., Столляр Т.А., Кавтарашвили А.Ш., Лукашенко О.А., Дычаковская В.В., Калашников А.И. Методические рекомендации по проведению анатомической разделки тушек и органолептической оценки качества мяса и яиц сельскохозяйственной птицы, и морфологии яиц. Сергиев Посад. 2001. 27 с.
7. Фисинин В.И. и др. Оценка качества кормов, органов, тканей, яиц и мяса птицы. *Сергиев посад*. 2002. 114с.
8. Tickle P.G., Paxton H., Rankin J.W., Hutchinson J.R., Codd J.R. Anatomical and biomechanical traits of broiler chickens across ontogeny. Part I. Anatomy of the musculoskeletal respiratory apparatus and changes in organ size. *PeerJ*. 2014;2:432. DOI:10.7717/peerj.432 URL: <https://clck.ru/sNcqA>
9. Макарова А.В. Вахрамеев А.Б. Федорова З.Л. Формирование интервальных признаков в онтогенезе у кур генофондных популяций. *Птица и птицепродукты*. 2022;2: 20–23.
10. Голубев Д.С. Костномозговой миелопоэз у цыплят-бройлеров, иммунизированных перорально против бешенки Ньюкасла с применением иммуностимулятора калия оротата. *Ветеринарная медицина в XXI веке: роль биотехнологий и цифровых технологий. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых. Витебск*, 2021. 21–23
11. Донскова Л.А., Зуева О.Н., Беляев Н.М. Мясо птицы как продукт органического производства: состояние, проблемы и управленческие решения. *Фундаментальные исследования*. 2018;1: 64–70. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42050> [Дата обращения: 15.07.2022].
12. Горбатов А.В., Горбатова О.А. Развитие рынка органической продукции как нового драйвера производства и экспорта продукции АПК. *Птица и птицепродукты*. 2019;2: 18–21.
13. Heena Jalal, Mir Salahuddin, S. Wani, Hassan Sofi Mohammad Ashraf Pal, Feroz Rather Development of Low Fat Meat Products. *International Journal of Food Safety Nutrition and Public Health*. 2013;4(3): 98–107. URL: https://www.researchgate.net/publication/271208161_Development_of_Low_Fat_Meat_Products [Дата обращения: 22.07.2022].
14. Вострикова Н.Л., Лисицын А.Б., Чернуха И.М., Иванкин А.Н. Изучение полноценности белков в разных типах мышц говядины. *Все о мясе*. 2013; 2: С.34–38. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-polnotsennosti-belkov-v-raznyh-tipah-myschts-govyadiny>
15. Лысков Ю.А. Аминокислоты в питании человека. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2012; 2, 88–105. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aminokisloty-v-pitanii-cheloveka/viewer> [Дата обращения: 22.07.2022]
16. Унжаков А.Р., Чернобровкина Н.П., Робонен Е.В. Роль L-аргинина в метаболизме животных (обзор). *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2, 2021, 38–51 DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2021.2.38-51
17. Данченко Е.О. Содержание глицина, аланина и пролина в некоторых биологических объектах. *Вестник Віцебскага Дзяржаўнага ўніверсітэта*. 2012;2(68): 29–32. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_17670950_90194375.pdf [Дата обращения: 24.07.2022]
18. Жаринов, А.И. Сравнительная оценка состава и свойств белковых препаратов, используемых в технологии мясных продуктов. Часть 1. Все о мясе. 2021; 2, 22–24. DOI: 10.21323/2071-2499-2021-2-22-24

REFERENCES

1. Rosstat. Federal State Statistics Service. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> [Accessed July 18, 2022] (In Russian)
2. Andreev, V.V. The fat content in the edible parts of the carcasses of broiler chickens that received marcinbel as part of the diet. *Molodoj uchenyj*. 2013;3 (50): 533-534. URL: <https://moluch.ru/archive/50/6310/> [Accessed July 15, 2022] (In Russian)
3. Vodennikov O.G. To question the quality of meat and its impact on food security and quality of life. *Bulletin of the Prikamsky Social Institute*. 2(83), 2019, 36–40 (In Russian)
4. Konovalenko L.YU., Mishurov N.P., Gridnev P.I., Korshunov S.A., Lyubovetskaya A.A. Organic animal husbandry: experience and prospects of development: analyte. review. M.: FGBNU «Rosinformagrotekh». 2021. 88 p. (In Russian)
5. Fedorova Z.L. Prospects of organic poultry farming in the Leningrad region. *Issues of legal regulation in veterinary medicine*. 2018;3:158–163 (In Russian)
6. Lukashenko V.S., Lysenko M.A., Stolyar T.A., Kavtarashvili A. SH., Lukashenko O.A., Dychakovskaya V.V., Kalashnikov A.I. Methodological recommendations for anatomical cutting of carcasses and organoleptic assessment of the quality of meat and eggs of poultry, and egg morphology. *Sergiev Posad*. 2001. 27 p. (In Russian)
7. Fisinin V.I. a. th. Assessment of the quality of feed, organs, tissues, eggs and poultry meat. *Sergiev posad*. 2002. 114p. (In Russian)
8. Tickle P.G., Paxton H., Rankin J.W., Hutchinson J.R., Codd J.R. Anatomical and biomechanical traits of broiler chickens across ontogeny. Part I. Anatomy of the musculoskeletal respiratory apparatus and changes in organ size. *PeerJ*. 2014;2:432. DOI:10.7717/peerj.432 URL: <https://clck.ru/sNcqA>
9. Makarova A.V. Vakhrameev A.B. Fedorova Z.L. Formation of interior features in ontogenesis in chickens of gene pool populations. *Poultry and poultry products*. 2022;2: 20–23 (In Russian)
10. Golubev D.S. Bone marrow myelopoiesis in broiler chickens immunized orally against Newcastle disease using the potassium orotate immunostimulator. *Veterinary medicine in the XXI century: the role of biotechnologies and digital technologies. Materials of the International Scientific and Practical Conference of students, undergraduates and young scientists. Vitebsk*. 2021. 21–23. (In Russian)
11. Donskova L.A., Zueva O.N., Belyaev N.M. Poultry meat as a product of organic production: status, problems and management solutions. *Basic research*. 2018; 1: 64–70. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42050> [Accessed July 21, 2022] (In Russian)
12. Gorbатов A.V., Gorbatoва O.A. Development of the organic products market as a new driver for the production and export of APK. *Poultry and poultry products*. 2019;2: 18–21 (In Russian)
13. Heena Jalal, Mir Salahuddin, S. Wani, Hassan Sofi Mohammad Ashraf Pal, Feroz Rather Development of Low Fat Meat Products. *International Journal of Food Safety Nutrition and Public Health*. 2013;4(3): 98–107. URL: https://www.researchgate.net/publication/271208161_Development_of_Low_Fat_Meat_Products [Accessed July 22, 2022].
14. Vostrikova N.L., Lisicyn A.B., Chernuha I.M., Ivankin A.N. The study of the usefulness of proteins in different types of beef muscles. *All about meat*. 2013;2: 34–38. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-polnotsennosti-belkov-v-raznyh-tipah-myschts-govyadiny> [Accessed July 22, 2022] (In Russian)
15. Lysikov YU.A. Amino acids in human nutrition. *Experimental and clinical gastroenterology*. 2012;2: 88–105. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aminokisloty-v-pitanii-cheloveka/viewer> [Accessed July 22, 2022] (In Russian)
16. Unzhakov A.R., Chernobrovkina N.P., Robonen E.V. The role of L-arginine in animal metabolism (review). *Problems of biology of productive animals*. 2, 2021, 38–51 DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2021.2.38-51
17. Danchenko E.O. Content of glycine, alanine and proline in some biological objects. *Bulletin VDU*. 2012;2(68): 29–32. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_17670950_90194375.pdf [Accessed July 24, 2022] (In Russian)
18. Zharinov, A.I. Comparative evaluation of the composition and properties of protein preparations used in the technology of meat products. Part 1. Vsyо о myase. 2021; 2, 22–24. DOI: 10.21323/2071-2499-2021-2-22-24 (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Зоя Леонидовна Федорова,
кандидат сельскохозяйственных наук,
Всероссийский научно-исследовательский институт
генетики и разведения сельскохозяйственных животных –
Федеральный исследовательский центр животноводства –
ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, Московское
шоссе, д. 55 А, Санкт-Петербург, Пушкин, 196626,
Российская Федерация
E-mail: zoya-fspb@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7927-2401>

Анатолий Борисович Вахрамеев,
старший научный сотрудник отдела генетики,
разведения и сохранения генетических ресурсов
сельскохозяйственных птиц.
Всероссийский научно-исследовательский институт
генетики и разведения сельскохозяйственных животных –
Федеральный исследовательский центр животноводства –
ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, Московское
шоссе, д. 55 А, Санкт-Петербург, Пушкин, 196626,
Российская Федерация
E-mail: ab_poultry@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5166-979X>

Александра Владимировна Макарова,
кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник
отдела генетики, разведения и сохранения генетических
ресурсов сельскохозяйственных птиц,
Всероссийский научно-исследовательский институт
генетики и разведения сельскохозяйственных животных –
Федеральный исследовательский центр животноводства –
ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, Московское
шоссе, д. 55 А, Санкт-Петербург, Пушкин, 196626,
Российская Федерация
E-mail: admiralimak@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3281-4581>

ABOUT THE AUTHORS:

Zoya Leonidovna Fedorova,
Ph.D. Agricultural,
All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding
of Farm Animals – Federal Research Center for Animal
Husbandry – VIZH L.K. Ernsta Academician,
55 A, Moscow highway, St. Petersburg, Pushkin, 196626,
Russian Federation
E-mail: zoya-fspb@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7927-2401>

Anatoly Borisovich Vakhrameev,
Senior research Scientist
of the Department of Poultry Genetics, Breeding
and Gene Pool Preservation.
All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding
of Farm Animals – Federal Research Center for Animal
Husbandry – VIZH L.K. Ernsta Academician,
55 A, Moscow highway, St. Petersburg, Pushkin, 196626,
Russian Federation
E-mail: ab_poultry@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5166-979X>

Alexandra Vladimirovna Makarova,
Ph.D. (Agricultural).
Research Scientist of the Department of Poultry Genetics,
Breeding and Gene pool Preservation
All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding
of Farm Animals – Federal Research Center for Animal
Husbandry – VIZH L.K. Ernsta Academician,
55 A, Moscow highway, St. Petersburg, Pushkin, 196626,
Russian Federation
E-mail: admiralimak@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3281-4581>



ХІ МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРАРНАЯ ВЫСТАВКА

АГРО ЭКСПО КРЫМ

15-17 ФЕВРАЛЯ 2023

 Сельхоз техника и оборудование

 Птицеводство

 Молочная промышленность

 Цифровизация

 Системы полива

 Пчеловодство

 Оборудование пищевой промышленности

 Инвестиции

 Растениеводство

 Сыроварение

 Готовая с/х продукция

 СМИ

 Животноводство

 Виноградарство и виноделие

 Научная деятельность

 Господдержка



ЭКСПОКРЫМ

Республика Крым,
г. Симферополь,
пгт Аэрофлотский,
площадь Аэропорта, 14.






УДК 636.934

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-57-60

О.В. Горелик^{1, 2} ✉,
С.Ю. Харлап¹,
А.А. Струин³,
А.А. Белооков⁴,
О.В. Белоокова⁴,
Е.В. Чухутин⁴

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

² Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Российская Федерация

³ ПК «УРАЛБИОСИНТЕЗ», Екатеринбург, Российская Федерация

⁴ Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Российская Федерация

✉ olgao205en@yandex.ru

Поступила в редакцию:
24.06.2022

Одобрена после рецензирования:
01.10.2022

Принята к публикации:
10.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-57-60

Olga V. Gorelik^{1, 2} ✉,
Svetlana Yu. Harlap¹,
Anatoly A. Struin³,
Alexey A. Belookov⁴,
Oksana V. Belookova⁴,
Evgeny V. Chuhutin⁴

¹ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation

² Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russian Federation

³ Production center «Uralbiosintez», Yekaterinburg, Russian Federation

⁴ South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

✉ olgao205en@yandex.ru

Received by the editorial office:
24.06.2022

Accepted in revised:
01.10.2022

Accepted for publication:
10.11.2022

Особенности весового роста цыплят-бройлеров при использовании биотехнологической добавки «Арес»

РЕЗЮМЕ

Основные затраты при производстве продукции животноводства, в том числе в птицеводства, приходится на корма, поэтому повышение их переваримости, применение комбикормов из дешевого отечественного сырья без снижения питательной ценности при полном обеспечении птицы необходимыми для нормальной жизнедеятельности веществами актуально. Возможно это за счет применения новых кормовых добавок, включающих биологически активные вещества. В результате исследований установлено, что все цыплята-бройлеры показали высокие результаты при их выращивании. Наибольшей живой массы достигли цыплята из II опытной группы, которые получали препарат «Арес» в количестве 0,6 г/кг комбикорма. Более низкие показатели оказались у цыплят из I и III опытных групп, однако они по живой массе в возрасте 36 дней превосходили нормативные показатели по кроссу и результаты, полученные в контрольной группе. Прослеживается повышение среднесуточных приростов в первой и третьей группах в течение всего периода выращивания, и видно некоторое их снижение во второй группе в период с 24-го до 31-го дня с резким повышением в последний период с 31-го до 36-го дня.

Ключевые слова: птицеводство, цыплята, комбикорм, живая масса, пищевая ценность, «Арес»

Для цитирования: 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; 365 (12): 57–60. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-57-60>

© Горелик О.В., Харлап С.Ю., Струин А.А., Белооков А.А., Белоокова О.В., Чухутин Е.В.

Features of broilers live weight gain in case of using the biotechnological additive “Ares”

ABSTRACT

The main costs of livestock production, including poultry farming, are related with the feed. Therefore it is very relevant to increase digestibility of feed, apply compound feeds from cheap raw materials produced domestically without reducing of nutritional value, and fully provide the poultry with substances necessary for their normal life. It is possible to achieve with the application of new feed additives, including biologically active substances. As a result of the research it was found that all broiler chickens showed high parameters of body condition during the boilers growing. The chickens from the II experimental group, which received the additive “Ares” in amount of 0.6 g/kg of feed, showed the highest live weight gain. Lower values were observed among the chickens of I and III experimental groups. However, in terms of live weight gain at the age of 36 days, these chickens exceeded the normal value parameters of the cross and the results obtained in the control group. The increase in the average daily weight gains in the first and third groups was observed throughout the entire period of fattening, and a slight decrease was observed in the second group in the period from 24th to 31th day with a sharp surge of weight gain in the last period from 31th to 36th day.

Key words: poultry farming, chickens, feed, live weight, nutritional value, “Ares”

For citation: 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; 365 (12): 57–60. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-57-60>

© Gorelik O.V., Harlap S.Yu., Struin A.A., Belookov A.A., Belookova O.V., Chuhutin E.V.

Введение / Introduction

The food security in any country poses big challenges for farmers to increase production volumes and improve the quality of agricultural products, including the products of animal origin [1, 2].

Poultry is a stable and dynamically developing branch of animal husbandry. The importance of poultry farming for the national economy is determined by the fact that this industry is the sphere of the earliest maturing livestock farming, which makes it possible to get a large amount of valuable food products – eggs and meat – in short terms. Meat of broiler chickens is easy to digest; moreover it features a high content of all vitally necessary substances. Therefore, the chicken meat food products are classified as dietary [3, 4].

The main costs in livestock food production, including poultry farming, are related to feed. So, increasing feed digestibility, application of mixed feed made of cheap domestic raw materials without reducing nutritional value, complete provision of chickens with substances necessary for normal life is one of ways to reduce the costs. It's achievable with the application of new feed additives, including biologically active substances and enzymes that increase the digestibility of feed nutrients. In general these feed additives include prebiotics and probiotics [5–10].

Moreover, in recent years the industry has encountered the urgent issue of reducing the biological load on poultry by reducing and eventually stopping the usage of antibiotics, including feed antibiotics. This also poses the problem of substitution of antibiotics with new substances with the same properties as antibiotics, but without their negative impact on the quality of the obtained food product [11–14]. Biotechnological preparations have similar properties.

The study of effect of the biotechnological additive “Ares” on growth and body development of broiler chickens is relevant and has practical value nowadays.

Материалы и методы / Materials and methods

The «Uralbiosintez» company (Yekaterinburg, Russia) substantiated and developed the combined biotechnological additive «Ares» based on metabolites and specially selected registered own strains, characterized by a high level of production of biologically active substances. As part of the biotechnological additive «Ares»: protein-polysaccharide complex, proteins, free amino acids, vitamins, interferon, proteolytic and amylolytic compounds and other components.

The cross Koob 500 of broiler chickens were taken as the objects of research. The scientific and production experiment was held in the conditions of the poultry house of the educational and experimental farm of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ural State Agrarian University”.

The poultry was divided into 4 groups, 250 chickens in each group.

The livestock was divided according to the principle of analogues, taking into account the origin of the poultry, age, health status and live weight. The poultry of the control group (group 4) received a general mixed farm ration (GR) in the form of ready-mixed feed in amount recommended by the manufacturer.

Chickens of the I experimental group were given the additive “Ares”, added into the feed in addition to the general ration (GR + 0.3 g of the additive per 1 kg of feed), the chickens of II experimental

group got the additive “Ares”, added to the feed (GR + 0.6 g of the additive per 1 kg of feed), the III experimental group was given the additive “Ares”, added into the water in amount of 0.3 g of the additive per 1 liter per day. The experiment lasted for 36 days. The experimental poultry was raised on the floor mode. The water supply and feed were provided to the poultry manually, and the microclimate parameters were automatically controlled.

The productivity of broiler chickens was studied in terms of live weight gain parameters – the dynamics of live weight gain (as absolute value), average daily and relative gains in live weight by periods.

The values were compared with the technical requirements of the cross poultry standard. Live weight gain was determined by weighing of 10 random chickens in each group.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Feed additive “Ares” is a complex of endometabolites and exometabolites of bacterial cells and purified food zeolite.

The farming of broiler chickens confers great importance to their weight gain. Compared to other breeds, broilers of the Koob 500 cross are larger in their body sizes. They feature rapid growth rate, and they are able to achieve marketable weight from 2 to 2, 7 kg closer to one and a half month of their life, provided with proper feeding and due care.

As a result of the study it was found that during growing of the poultry all broiler chickens showed good results (table 1).

It was found that the highest live weight gain was observed among the chickens from the II experimental group, which received the feed additive “Ares” in amount of 0.6 g/kg of mixed feed. Lower values were found among the chickens from I and III experimental groups; however, in terms of live weight gain at the age of 36 days, they exceeded the normal values for the poultry cross and results obtained in the control group.

In terms of growth periods, the chickens' growth was uneven, and the weight gain values differed significantly among them within the groups. So, in the first 7 days, they showed almost no differences in their process of growth.

Despite the fact that only chickens from I experimental group reached the reference value for growth standard, the difference with the standard (21.3 g) amounted to 7.6 and 30.9 g, or 3.6–14.4%, in the experimental groups and 6.4 g (3.0%) in the control group. The experimental groups II and III showed lower values in comparison with the chickens from the control group by 12.9 and 23.5 g, or by 6.2–11.3% respectively.

Further the chickens of the II experimental group and the chickens of the control group showed higher live weight gain, while the chickens of I and III experimental groups gained less. At the end of growth period the poultry of all experimental groups outnumbered the chickens of the control group by 39.4–294.9 g.

Table 1. Dynamics of live weight of broiler chickens, g

Age	Normal value of weight for the poultry cross	I experimental group	II experimental group	III experimental group	Control group
1 day	42–56	49.3	50.1	48.9	49.4
8 days	214	216.2	192.7	183.1	207.6
17 days	646	600.7	668.0	601.3	662.4
24 days	1136	1122.8	1225.6	1071.2	1158.2
31 days	1724	1706.0	1768.4	1645.2	1808.7
36 days	2172	2256.0	2487.7	2232.2	2192.8

The pattern (rhythmicity) of chickens' growth in groups is more visible in changes of absolute weight gain increments among the groups (figure 1).

The growth and live weight gain of the broiler chickens was uneven during the experimental period, which to some extent confirms the existence of the certain weight gain regularity, also called pattern of growth.

The chickens in the I and II experimental groups showed the constant daily increase of absolute weight value from the day 1 till the day 31 (the weight gain was observed in the I and in the III experimental groups until the end of the fattening); in the II experimental group there was a slight decrease in the absolute live weight gain at the age of 24 days till the age of 31 days; after that age the weight gain increased. In the control group in the finishing period from 31st to 36th day the values of absolute growth decreased.

The growth rate of broiler chickens can be estimated by their average daily weight gain. With age the average daily weight gain in live weight fluctuated, increasing and decreasing, according to the changes in absolute weight gain over the periods.

The exception is the control group, where average daily weight gain decreased in the finishing period of their growth from 31st to 36th day.

These changes are clearly shown in the figure (figure 2).

The figure shows an increase in the average daily gains in I and III groups throughout the entire growing period. It also shows a slight decrease in II group within the period from 24th to 31st day with a sharp increase of weight gain in the finishing period from day 31 to day 36. The chickens of the groups I and II showed a gradual increase in the weight gain rate. In contrast to the experimental groups, the control group showed a decrease in average weight daily gains within the period from day 31 to day 36.

Выводы / Conclusion

Based on the foregoing, it is possible to conclude on the following – all chickens showed development and growth in accordance with the general regularities of growth and development, with a gradual decrease in relative weight gains along with their maturing; the highest live weight was found among the chickens from II group, which received the feed additive "Ares" in amount of 0.6 g/kg of feed.

Lower values were found among the chickens of I and II groups, however in terms of live weight at the age of 36 days they exceeded the normal value of weight for the poultry cross as well as the results of the control group.

The application of the feed additive "Ares" allows the following: increasing the intensity of chickens live weight gain and increasing their final live weight while reducing the time of their raising; maintaining a high growth rate for a longer period in the chickens that received the feed additive.

The use of the biologically active feed additive "Ares" allows getting good results when raising broiler chickens amid rejection of feed antibiotics and refusal to use low quality feed that do not fully provide the necessary nutrients to the poultry.

Fig. 1. Dynamics of absolute increase in live weight gain

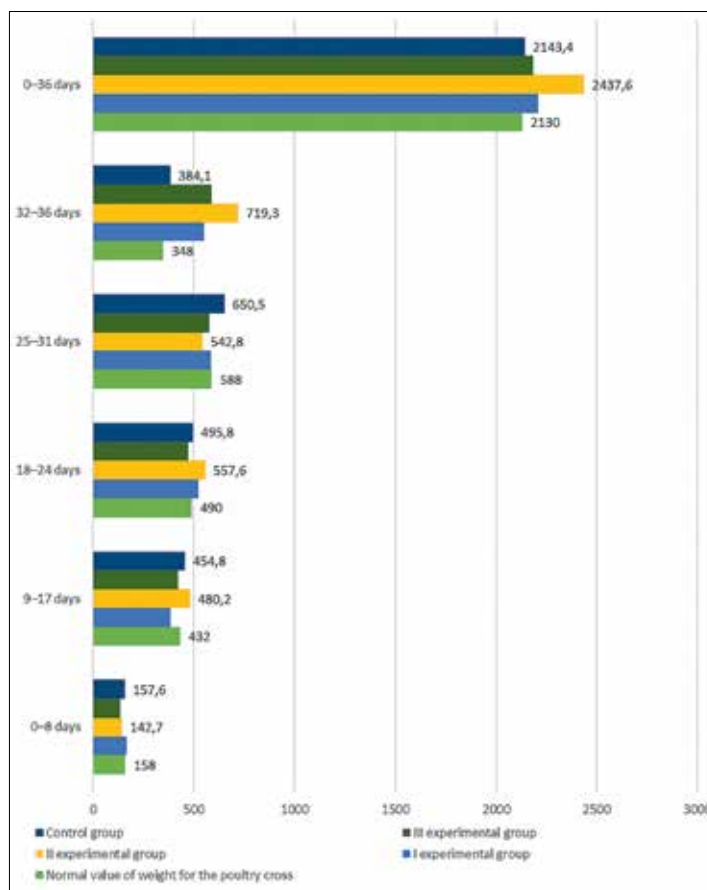
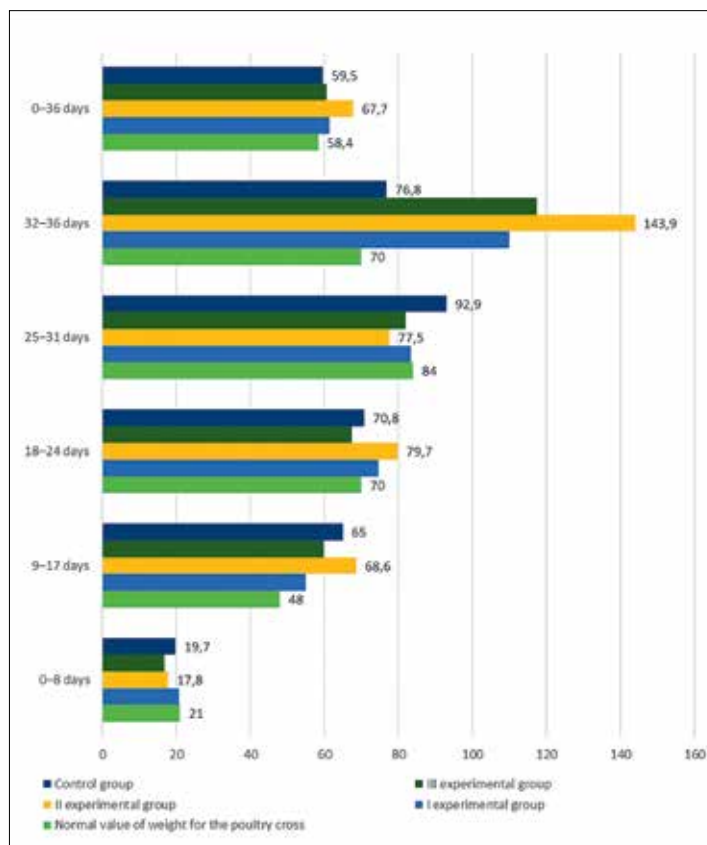


Fig. 2. Dynamics of average daily live weight gains, g



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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Vdovina N.N., Lysakova N.A. The use of "Enzymosporin" in the diet of broiler chickens. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019; 195(8): 22–28. DOI:10.32417/article_5d47f7d3552a47.44296904. (In Russian)
2. Repina E.O., Shatskikh E.V. Dynamics of live weight and average daily gain of broiler chickens treated with feed from different manufacturers. In the book: *Innovative technologies in agricultural production. Materials of the Interregional Scientific and Practical Conference*. 2020. 259–260. (In Russian)
3. Shatskikh E.V., Molokanova O.V. Feed additive of proteolytic action as part of feed for broiler chickens. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019; 187(8): 50–54. (In Russian)
4. Mizhevskina A.S., Lykasova I.A., Saifulmulyukov E.R., Mizhevskiy I.A. Changes in the chemical composition of meat of broiler chickens when using a feed additive. *Innovative technologies of food production. Materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 180th anniversary of the FSBEI HE "Don State Agrarian University"*. 2020. 97–102. (In Russian)
5. Kolesnik E., Derkho M., Strizhikov V., Strizhikova S., Sereda T., Gizatulina F., Rebezov M. Functional morphology of birds' blood leukocytes. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 2020; 8(2): 374–380. DOI:10.18006/2020.8(SPL-2-AABAS).S374.S380
6. Khabirov A. et al. Influence of vitafor and lactobifadol probiotics on excremental microbiocenoses of turkey poults. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*. 2020; 14(3): 1041–1046.
7. Sharipova A. et al. The effects of a probiotic dietary supplementation on the livability and weight gain of broilers. *Annual Research and Review in Biology*. 2017; 19(6). DOI:10.9734/ARRB/2017/37344

ОБ АВТОРАХ:

Ольга Васильевна Горелик,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Уральский государственный аграрный университет,
ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075,
Российская Федерация
Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский
центр Уральского отделения Российской академии наук,
ул. Белинского, 112а, Екатеринбург, 620142,
Российская Федерация
E-mail: olgao205en@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

Светлана Юрьевна Харлап,
кандидат биологических наук, доцент,
Уральский государственный аграрный университет,
ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075,
Российская Федерация
E-mail: proffuniver@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

Анатолий Алексеевич Струин,
генеральный директор,
ООО ПК «УРАЛБИОСИНТЕЗ», ул. Шейнкмана, д. 110,
Екатеринбург, 620144, Российская Федерация
E-mail: olgao205en@yandex.ru

Алексей Анатольевич Белооков,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Российская Федерация
E-mail: belookov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1083-5832>

Оксана Владимировна Белоокова,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. Гагарина, 13, Троицк, 457103, Российская Федерация
E-mail: belookov@yandex.ru

Евгений Владимирович Чухутин,
Аспирант, Южно-Уральский государственный аграрный
университет, ул. Гагарина, 13, Троицк, 457103,
Российская Федерация
E-mail: chukhutin_vet@mail.ru

REFERENCES

8. Sharipova A. et al. The effects of a probiotic dietary supplementation on the amino acid and mineral composition of broilers meat. *Annual Research and Review in Biology*. 2017; 21(6) DOI:10.9734/ARRB/2017/38429
9. Khabirov A. et al. Effect of normosil probiotic supplementation on the growth performance and blood parameters of broiler chickens. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*. 2020; 54(4): 1046–1055. DOI:10.5530/ijper.54.4.199
10. Khabirov A. et al. Effect of feeding diet containing probiotics on growth rate and hematological changes in the blood of turkeys. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020; 12(1): 1454–1458. DOI:10.31838/ijpr/2020.12.01.241
11. Rebezov Y. et al. The immunological reactivity of turkeys of different genotypes on the action of environmental factors. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020; 10(2): 256–259. publons.com/p/34849184/ DOI:10.15421/2020_92
12. Gorelik O.V. et al. Influence of transport stress on the adaptation potential of chicken. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020; 10(2): 260–263. DOI:10.15421/2020_93 publons.com/p/34849187/
13. Gorelik O.V. et al. Dynamics of hematological indicators of chickens under stress-inducing influence. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020; 10(2): 264–267. DOI:10.15421/2020_94 publons.com/p/34849190/
14. 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)

ABOUT THE AUTHORS:

Olga Vasilyevna Gorelik,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht, str., Yekaterinburg, 620075,
Russian Federation
Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, 112a Belinsky str.,
Yekaterinburg, 620142, Russian Federation
E-mail: olgao205en@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

Svetlana Yurievna Kharlap,
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht, str., Yekaterinburg, 620075,
Russian Federation
E-mail: proffuniver@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

Anatoly Alekseevich Struin,
general director,
LLC Production center "Uralbiosintez", 110 Sheinkman str.,
Ekaterinburg, 620144, Russian Federation
E-mail: olgao205en@yandex.ru

Alexey Anatolyevich Belookov,
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
South Ural State Agrarian University,
13 Gagarin str., Troitsk, 457103, Russian Federation
E-mail: belookov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1083-5832>

Oksana Vladimirovna Belookova,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
South Ural State Agrarian University,
13 Gagarin str., Troitsk, 457103, Russian Federation
E-mail: belookov@yandex.ru

Evgeny Vladimirovich Chukhutin,
Graduate student, South Ural State Agrarian University,
13 Gagarin str., Troitsk, 457103, Russian Federation
E-mail: chukhutin_vet@mail.ru



ГРУППА
КОМПАНИЙ
ВИК

ГЛОБ **ТОП-21** производителей
ветеринарной фармацевтики
в мире

ПРОДАКТИВ АЦИД SE

Высокоэффективная смесь органических кислот
для контроля уровня патогенной микрофлоры в кормах

Муравьиная
кислота

61 %

Молочная
кислота

8 %

Пропионовая
кислота

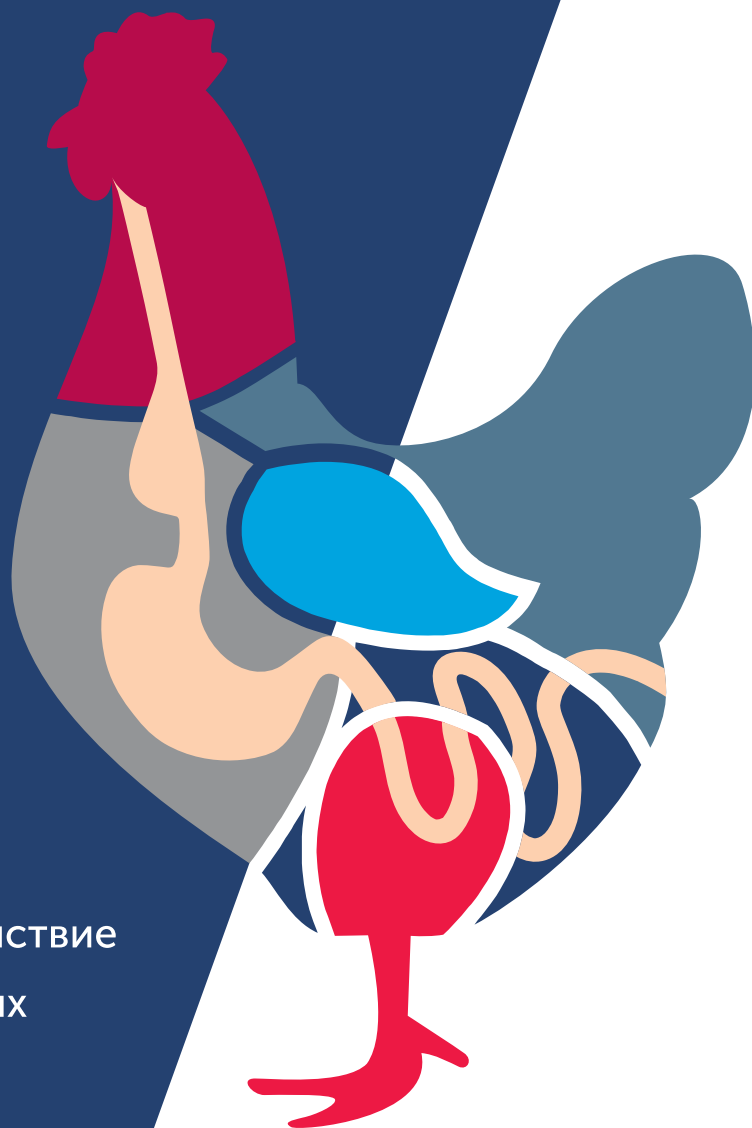
5 %

Лимонная
кислота

3 %

Уксусная
кислота

2 %



- Высокое бактерицидное действие
- Содержание активных чистых кислот не менее 79 %
- Ингибирование патогенной микрофлоры в ЖКТ птицы
- Низкие нормы ввода

ГЛОБ www.vicgroup.ru
☎ **+7 (495) 777-67-67**

КАК РЕГИОНЫ СИБИРИ ОСВАИВАЮТ СОВРЕМЕННЫЕ ПРИЕМЫ КОРМОПРОИЗВОДСТВА

Семь городов Сибири: от Иркутска до Омска, уральский Курган и финиш в Краснокамске. Эксперты Центра содействия развитию молочного и мясного животноводства в сентябре совершили автопробег «Дорога к большому молоку», проехав 5969 километров, чтобы поделиться опытом применения «Сенажа в линию» с фермерами из регионов Сибири и продемонстрировать им эффективные технологии заготовки объемистых кормов. Кто и почему в Сибири интересуется кормами в упаковке, как относятся к ним отраслевые чиновники и что не так с региональным субсидированием покупки сельхозоборудования – своими наблюдениями по итогам автопробега поделилась Анна Шумилова, агротехнолог, аудитор по заготовке кормов.

В каждом из городов на пути автопробега мы планировали проводить научно-практические семинары по заготовке кормов в упаковке, встречи с региональными министерствами сельского хозяйства и специалистами агроузов, выезды в хозяйства, консультации для всех желающих сельхозтоваропроизводителей. Где-то удалось больше, где-то меньше, и это нормально – для первого касания с территорией.

На наши семинары в шести городах пришли больше 300 человек: главы и специалисты хозяйств с поголовьем от 10 до 10 000 голов КРС, студенты агроузов. Несмотря на то, что участвовать можно было удаленно, например в Иркутске к нам приезжали и совсем издалека, из Тайшетского района, за 680 километров, чтобы вместе рассчитать затраты на нужную технику и сроки окупаемости перехода на корма в пленке, «примерить» технологию на свое хозяйство.

ЗАПОЛНЯЕМ ПРОБЕЛ НА КАРТЕ «СЕНАЖ В ЛИНИЮ»

«Пермскую технологию заготовки сенажа в линию» уже больше 25 лет успешно осваивают в европейской части России и на Дальнем Востоке, а регионы Сибири остались без нашего внимания. Они традиционно сильны в выращивании зерновых культур и недобор энергии в объемистых кормах с легкостью компенсируется обилием фуража. Но одним зерном коровы сыты не будут, а климат в Сибири, как везде сейчас, меняется на глазах. Например, в Иркутской области все лето 2022 года лили дожди, и те, кто рассчитывал закрыть потребность в объемистых кормах обычным сеном, теперь втридорога закупают его в соседних регионах.

Сибирь пока придерживается традиционных технологий заготовки кормов, отношение к новым часто предвзятое. Можно сказать, что в Сибири пока плохо знают про корма в упаковке. Даже специалисты департаментов АПК пока не различают «линию» и «рукав», в то время как между этими технологиями существенная разница как в процессе, так и в результате. Еще был случай: управляющий хозяйством в 28 000 голов КРС на семинаре вообще впервые услышал о заготовке объемистых кормов в упаковке.

Но в среднем те, кто доехал до наших семинаров, все же имеют первичное представление о том, чем сенаж в упаковке отличается от традиционного сена и силоса, приблизительно понимают, как он влияет на продуктивность животных и качество сырого молока.

Был на семинарах в сибирских городах и новый тип слушателей, который мы уже давно заметили в других регионах. Это молодые сельские предприниматели,



которые руководствуются научным подходом в каждом аспекте жизни агрохозяйства: от подготовки почвы до кормления животных. Им интересно, как ведение органического земледелия повлияет на питательность трав и в дальнейшем скажется на продуктивности животных и здоровье людей. При таких запросах мы помогаем построить «Сенаж в линию» в производственную цепочку хозяйств, практикующих подходы точного земледелия. Рассказываем, как с учетом генетики трав и ресурсов почвы при пошаговом планировании и правильном использовании техники можно получить корма с запрограммированной энергетической ценностью.

ТРЕБУЕТСЯ УЧЕНАЯ ЭКСПЕРТИЗА И СУБСИДИИ НА КОНСУЛЬТАЦИИ

Большинство фермеров и чиновников от сельского хозяйства уже примирились с мыслью, что внедрение любых современных агротехнологий требует кураторства, сопровождения. Усилить его можно двумя способами.

Первый – это активизация научного сообщества. Очень мало специалистов агроузов готовы взять ответственность за свои рекомендации. Агротехнологии, которые добиваются получения высококлассных кормов на опытных полях в идеальных условиях, часто на них и остаются, не рискуют выходить в действующие хозяйства, чтобы масштабировать применение прогрессивной кормозаготовки в реальных условиях.

В Алтайском крае мы встретили положительный пример: специалисты Алтайского аграрного государственного университета не только владеют теоретической информацией о современных технологиях в животноводстве и растениеводстве, но и имеют практический опыт и готовы им делиться.



Второй способ усиления экспертной роли при использовании наукоемких технологий – субсидирование консультаций для аграриев. Выбор подходящей техники из того, что есть на рынке сейчас, расчет плановых показателей и перспектив возврата инвестиций с учетом использования новой технологии, запуск и отладка процессов – сложности у аграриев могут возникнуть на каждом из этих этапов.

Центр содействия развитию молочного и мясного животноводства предоставляет эти услуги всем хозяйствам, приобретающим технику для «Сенажа в линию», бесплатно, но в распоряжении аграриев сейчас достаточное количество и других наукоемких технологий, и аграриям нужна помощь с внедрением новинок. И, насколько нам известно, отдельные регионы уже идут к значительному субсидированию консультационных услуг.

НЕ ВСЕ СУБСИДИИ НА ПОКУПКУ ТЕХНИКИ ОДИНАКОВО ПОЛЕЗНЫ

Фермеры пока не используют в полном объеме все возможные региональные субсидии на приобретение новой техники. Во-первых, не все про них знают. Во-вторых, порой условия субсидирования оторваны от реальной картины агробизнеса в регионе. Например,

предлагается программа предприятиям с поголовьем от 500 голов КРС, в то время как основная масса предприятий в регионе содержит 250–300 голов.

Есть вопросы и к длительности программ. Выдали грант на год на строительство фермы. Здание фермы построили – деньги освоили, программа исполнена. Как эта ферма будет дальше работать, когда она начнет приносить прибыль владельцу и налоги региону – непонятно.

В сельском хозяйстве рубль оборачивается не менее 9 лет. То есть обычные приемы стимулирования бизнес-активности в сельском хозяйстве не работают, но их применяют и применяют. Это системная проблема российского АПК.

ВРЕМЯ ДЛЯ «СЕНАЖА В ЛИНИЮ»

Санкции сделали недоступными многие виды витаминно-минеральных добавок, которыми российские аграрии обычно балансировали рационы КРС. Но это не проблема, если использовать для кормления сенаж в упаковке – в нем сохраняется почти все, что заложено в травяные культуры природой. Содержание витаминов и минеральных веществ в «Сенаже в линию» в 3–9 раз больше, чем в других видах объемистых кормов.

Агрострейч-пленку для «Сенажа в линию» раньше тоже закупали в Европе, поставки усложнились весной. Но запаса на складах хватило, чтобы обеспечить текущий кормозаготовительный сезон. Сейчас агрострейч преимущественно закупается в Беларуси и уже производится в России, да и европейские поставщики постепенно находят для поставок обходные пути, так что дальше с упаковкой проблем не будет.

Что бы ни происходило в мире, людям нужны молоко и мясо, а переход на первоклассные объемистые корма – для животноводов самый очевидный путь увеличения продуктивности животных без увеличения себестоимости.

Центр содействия развитию мясного и молочного животноводства – научно-экспертное объединение. Эксперты Центра уже помогли 200 хозяйствам от Калининграда до Сахалина повысить качество заготовленных кормов, организовали технологическое сопровождение всех процессов.

Главный партнер центра и автотребования «Дорога к большому молоку» – «Краснокамский РМЗ», завод-производитель линейки машин для обслуживания «Пермской технологии заготовки сенажа в линию», это вариант «Сенажа в упаковке». В «Пермской технологии» на этапе упаковки используют скоростной упаковщик «SPEEDWAY 120» – он оборачивает рулоны агрострейчем в 6–8 слоев и укладывает «в линию».

КРАСНОКАМСКИЙ РМЗ

Пермский край, Краснокамск
617060, ул. Трубная, 4
Тел.: +7 (342) 255 40 51
www.senazh.online
E-mail: agro@krmz.info

СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР KRMZ INNOVATION

Тел.: +7 (342) 248 28 40 (звонки по России бесплатные)
E-mail: 911@krmz.info

ЦЕНТР СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ МОЛОЧНОГО И МЯСНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА

Телефон: 8 967 905 30 15
www.livetexno.ru
E-mail: livetexno@gmail.com



ЧТОБЫ ВАШИ ДЕНЬГИ НЕ УШЛИ В НАВОЗ: КАК ПРАВИЛЬНО ВЫБРАТЬ ПРЕМИКСЫ

В условиях оптимизации расходов на корма для КРС в животноводческих хозяйствах наиболее удобным и эффективным вариантом обеспечения экономичного здорового рациона может стать собственное приготовление комбикормов с добавлением витаминно-минеральных премиксов.

Витаминно-минеральную часть комбикорма легко восполняют премиксы – сбалансированные кормовые добавки, специально разработанные для экономии затрат на приобретение заводских комбикормов. Комбикорм с премиксом полностью покрывает потребность крупного рогатого скота в жизненно важных микроэлементах, способствует оздоровлению поголовья, лучшему усвоению кормов, повышению продуктивности животных и рентабельности производства.

Минеральное питание имеет огромное значение для правильного роста и развития молодняка КРС. Дефицит рациона телят хотя бы по одному витамину, макро-, микроэлементу вызывает нарушения в развитии органов и тканей, имеющих высокую скорость роста, снижает жизнеспособность и иммунный статус молодняка. Отставание в начальный период развития восполнить в дальнейшем уже невозможно. Поэтому грамотная технология кормления телят – основа продуктивности взрослых животных.

Минеральной составляющей рациона коров, быков, нетелей необходимо уделять особое внимание. По оценкам специалистов-агрохимиков, из-за обеднения почв большинства регионов России традиционные растительные корма дефицитны по содержанию кобальта, йода, марганца, селена, кальция, фосфора, то есть критических минералов, лимитирующих молочную и мясную продуктивность КРС. При хроническом недостатке биоактивных веществ организм животного не способен обеспечить уровень обменных процессов, обусловленный породным генетическим потенциалом.

Важно помнить: для получения отличного результата премиксы должны быть качественными, от проверенного производителя. Экономия на качестве – мина замедленного действия. «Выгодное предложение» от посредников, как правило, означает фальсификат, который может поставить под удар всю работу хозяйства. Нехватка или переизбыток одного-двух критических компонентов снижают эффективность всего комплекса на 90%, негативно отражаются на здоровье животных, количестве и качестве получаемой продукции. Вывод: не ищите «выгодных предложений», ищите надежного производителя!

Основными критериями выбора должны быть:

- наличие собственного производства, сертифицированного по системе менеджмента качества ISO 9001:2011;
- собственная испытательная лаборатория и научно-технологическая база;
- гарантия качественного сырья от проверенных поставщиков, обеспечивающая безопасность продукта.

Всем этим требованиям отвечает широко известный отечественный производитель – компания «Агровит», выпускающая идеально сбалансированные витаминно-минеральные добавки собственной разработки в серии «Умные премиксы».

«УМНЫЕ ПРЕМИКСЫ» от компании «Агровит»:

- изготовлены без ГМО, антибиотиков, консервантов, стимуляторов роста;
- имеют гарантию производителя на заявленный состав компонентов;
- дают возможность готовить сбалансированный комбикорм на основе любой кормовой базы;
- повышают молочную и мясную продуктивность КРС на 10–25%;
- профилактируют проблемы минеральной недостаточности, снижают заболеваемость и падеж на 20–40%;
- сокращают расходы на ветеринарное обслуживание;
- повышают питательную ценность рациона при удешевлении единицы продукции;
- выводят кормовые токсины из организма животных;
- улучшают вкусовые качества продукции, обогащают ее витаминами и минералами.

В составе «Умных премиксов» – только качественные минеральные компоненты, витамины от ведущих мировых производителей, мультиферментные компоненты. Качество премиксов гарантировано использованием высокотехнологичного оборудования и многоступенчатым контролем входящего сырья и выпускаемой продукции.

В ассортименте фирменных премиксов для КРС – премикс «ГАВРЮША» для телят 1–6 месяцев, «БУРЕНКА» для молочных коров, быков, телок, нетелей, а также специальные рецептуры, позволяющие сделать акцент на критических отрезках жизненного цикла животных (выращивание молодняка, сухостой, отелы, новотельный период, лактация и т.д.). Предприятие выпускает также высококонцентрированные премиксы для коз, овец, свиней, птицы, кроликов. Опыт показывает, что грамотные вложения в кормовой рацион многократно окупаются сохранением здоровья и повышением продуктивности животных – ваши деньги не уйдут в навоз.

Телефон бесплатной линии: 8-800-200-38-88
agrovit87.ru; prok.ru



УДК 636.3:576

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-65-70

Л.А. Волкова, ✉
Н.А. Волкова

Федеральный исследовательский центр
животноводства –
ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста,
Подольск, Дубровицы,
Российская Федерация

✉ ludavolkova@inbox.ru

Поступила в редакцию:
16.09.2022

Одобрена после рецензирования:
05.10.2022

Принята к публикации:
10.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-65-70

Ludmila A. Volkova, ✉
Natalia A. Volkova

Federal Research Center for Animal Husbandry
named after Academy Member L.K. Ernst,
Podolsk, Dubrovitsy, Russian Federation

✉ ludavolkova@inbox.ru

Received by the editorial office:
16.09.2022

Accepted in revised:
05.10.2022

Accepted for publication:
10.11.2022

Получение и характеристика культуры сперматогенных клеток самцов межвидовых гибридов домашних овец и архара

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Создание криобанков биологического материала является одним из ключевых методов сохранения и поддержания биоразнообразия генетических ресурсов животных. Широко используемым для сохранения в условиях криобанков биоматериалом являются зрелые половые клетки самцов – сперматозоиды. В качестве перспективной альтернативы рассматривается использование для данных целей стволовых клеток семенников – сперматогоний, что делает возможным отбор биоматериала от неполовозрелых животных с ценным генотипом. В статье представлены данные по получению культуры сперматогоний самцов межвидовых гибридов домашних овец с архаром.

Методы. Объектом исследований являлись сперматогенные клетки межвидовых гибридов овец романовской породы и архара. Материалом для получения культуры сперматогенных клеток служили семенники гибридных самцов. Были оптимизированы условия выделения и поддержания в культуре *in vitro* сперматогоний с использованием гистологических, цитологических и культуральных методов.

Результаты. Установлено, что на результативность получения культуры сперматогенных клеток, максимально обогащенной сперматогониями, влияет возраст самцов, от которых отбирают биоматериал, предварительная очистка сперматогоний от других типов сперматогенных и соматических клеток семенника, ростовая среда и тип фидерного слоя, используемые для культивирования сперматогоний. Показано, что оптимальным возрастом самцов для отбора биоматериала является возрастной период от рождения до 4 месяцев. В этот период клетки эпителиосперматогенного слоя семенных канальцев семенников гибридных самцов представлены в основном одним типом сперматогенных клеток – сперматогониями (92–100%). Установлено, что максимальная очистка сперматогоний от других типов клеток достигается посредством их разделения по адгезии. Высокая интенсивность роста и формирования колоний сперматогоний наблюдается при их культивировании на фидерном слое, сформированном первичной культурой собственных клеток Сертоли, а также клетками Сертоли барана. В данных условиях прикрепление сперматогоний к клеткам фидерного слоя отмечается на 1–2-й день культивирования, формирование колоний – на 6-й день культивирования.

Ключевые слова: Ovis, межвидовые гибриды, романовская порода, архар, сперматогонии, сперматогенные клетки, культура клеток

Для цитирования: Волкова Л.А., Волкова Н.А. Получение и характеристика культуры сперматогенных клеток самцов межвидовых гибридов домашних овец и архара. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 65–70. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-65-70>

© Волкова Л.А., Волкова Н.А.

Obtaining and characterization of the spermatogenic cell culture of males from interspecific hybrids of domestic sheep and argali

ABSTRACT

Relevance. The creation of biological material cryobanks is one of the key methods for the conservation and maintenance of the biodiversity of animal genetic resources. The biomaterial widely used for preservation in cryobank conditions are mature germ cells of males – spermatozoa. As a promising alternative for these purposes is considered the use of testis stem cells – spermatogonia which makes it possible to select biomaterial from immature animals with a valuable genotype. The article presents data on obtaining a culture of spermatogonia of males of interspecific hybrids of domestic sheep with argali.

Methods. The object of research was spermatogenic cells of sheep's interspecific hybrids from the Romanov breed with argali. The testes of hybrid males served as a material for obtaining a spermatogenic cells culture. The conditions for isolating and maintaining spermatogonia in culture *in vitro* were optimized using histological, cytological, immunohistochemical and cultural methods.

Results. It has been established that the effectiveness of obtaining a spermatogenic cells culture, maximally enriched with spermatogonia, are affected by the age of the males from which the biomaterial is taken, the preliminary purification of spermatogonia from other types of spermatogenic and somatic testicular cells, the growth medium and the type of feeder layer used for the cultivation of spermatogonia. It is shown that the optimal age of males for the selection of biomaterial is the age period from birth to 4 months. During this period, the cells of the epitheliospermatogenic layer in the seminiferous tubules of the testes from hybrid males are mainly represented by one type of spermatogenic cells – spermatogonia (92–100%). The maximum purification of spermatogonia from other types of cells is achieved by separating them according to adhesion. High intensity of growth and formation of spermatogonia colonies is observed when they are cultivated on the feeder layer formed by the primary culture of own Sertoli cells, as well as Sertoli cells from another rams. Under these conditions, the attachment of spermatogonia to the cells of the feeder layer is noted on the 1st – 2nd day of cultivation, the formation of colonies – on the 6th day of cultivation.

Key words: Ovis, interspecific hybrids, Romanov breed, argali, spermatogonia, spermatogenic cells, cell culture

For citation: Volkova L.A., Volkova N.A. Obtaining and characterization of the spermatogenic cell culture of males from interspecific hybrids of domestic sheep and argali. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 65–70. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-65-70> (In Russian).

© Volkova L.A., Volkova N.A.

Введение / Introduction

Сохранение биоразнообразия генофонда сельскохозяйственных животных является одной из приоритетных задач [1]. Эффективным решением данной проблемы служит консервация генетических ресурсов животных, которая может быть осуществлена двумя путями: посредством разведения и поддержания генофондных стад или создания криобанков биологического материала [2–4]. Последний подход находит все большее применение ввиду более низких материальных затрат, так как при равном финансовом обеспечении позволяет сохранять большее количество генетического материала по сравнению с разведением и содержанием животных в условиях питомников, зоопарков, племенных предприятий и т.д. Кроме того, создание криобанков биологического материала делает возможным его сохранение в течение длительного времени без привязки к ареалу обитания конкретных видов.

Основным биоматериалом, используемым для сохранения в условиях криобанков, являются половые клетки самцов. В настоящее время для большинства видов сельскохозяйственных животных разработаны и оптимизированы с учетом видовых особенностей методические подходы по получению и криоконсервации семени самцов, что находит широкое практическое применение в животноводстве. Вместе с тем при разведении и получении животных с ценным генотипом не всегда возможно получение семени от самцов. В ряде случаев возникает необходимость отбора биоматериала от неполовозрелых животных. В качестве альтернативы могут быть использованы половые клетки самцов на более ранних стадиях их развития – сперматогонии, сперматоциты, сперматиды. Наибольший интерес представляет использование сперматогоний, которые относят к стволовым клеткам семенников. Популяция данного типа сперматогенных клеток немногочисленна. Они располагаются на базальной мембране семенных канальцев и обладают способностью к самообновлению и дифференцировке, обеспечивая непрерывность протекания процесса сперматогенеза с образованием зрелых половых клеток самцов – спермиев. Данные свойства сперматогоний делают их удобным биологическим материалом для криоконсервации в условиях криобанков в рамках сохранения генетических ресурсов и ценных генотипов животных.

Технология получения химерных особей с использованием сперматогоний самцов предусматривает получение культуры донорских клеток и их трансплантацию в семенники самцов-реципиентов [5]. Используемые в данном случае самцы-реципиенты рассматриваются в качестве своеобразных «биореакторов», в семенниках которых происходит выработка эндогенных спермиев, несущих донорскую генетическую информацию. Ключевым моментом, обуславливающим эффективность данной технологии, является получение культуры сперматогенных клеток. На сегодняшний день выделены и охарактеризованы сперматогонии лабораторных животных – мышей [6] и хомячков [7], некоторых видов сельскохозяйственных животных – свиней [8, 9], крупного рогатого скота [10], коз [11], сельскохозяйственной птицы – кур [12, 13], а также рыб [14].

Целью данной работы являлось получение и характеристика сперматогенных клеток самцов межвидовых гибридов овец романовской породы и архара.

Материалы и методы / Materials and methods

Объектом исследований являлись сперматогенные клетки самцов межвидовых гибридов овец романовской

породы и архара. Материалом для выделения культуры сперматогенных клеток служили семенники, полученные при кастрации или убое самцов в возрасте 2, 3, 4 и 5 месяцев.

На первом этапе были проведены гистологические исследования семенников гибридных самцов. Был изучен состав сперматогенных клеток (сперматогонии, сперматоциты, сперматиды) эпителиосперматогенного слоя семенных канальцев семенников с целью определения возраста самцов, оптимального для отбора биоматериала. Образцы ткани семенника фиксировали в растворе Буэна, дегидратировали в спиртах возрастающей концентрации и заливали в парафин. Готовили гистологические срезы толщиной 5–6 мкм и окрашивали гематоксилин-эозином. Идентификацию типов сперматогенных клеток проводили по их морфологии. От каждого самца было проанализировано не менее 100 семенных канальцев. Анализ гистологических препаратов проводили с использованием микроскопа «Ni-U» («Nikon», Япония), оснащенного пакетом программ «NIS-Elements» («Nikon», Япония) для обработки и анализа изображений.

На втором этапе была получена и охарактеризована культура сперматогенных клеток семенников гибридных самцов. Дезагрегацию ткани семенника проводили посредством ее последовательной механической и ферментативной обработок. Семенники обрабатывали 70%-ным этиловым спиртом, декапсулировали и промывали в физиологическом растворе с высоким содержанием антибиотика – антимикотика («Invitrogen», США). Ткань семенника измельчали с помощью ножниц и инкубировали последовательно в растворах 0,1%-ной коллагеназы («Invitrogen», США) и 0,25%-ного трипсина («Invitrogen», США) при 37 °C. Морфологическую оценку свежeweделенной популяции сперматогенных клеток проводили визуально под фазово-контрастным микроскопом («Nikon», Япония).

Культивирование сперматогенных клеток осуществляли на фидерных слоях и чашках Петри, обработанных 0,2%-ным раствором желатина. В качестве фидерного слоя использовали первичные фибробласты и первичные клетки Сертоли барана, первичные фибробласты и первичные клетки Сертоли гибридных самцов. Для приготовления фидерных слоев клетки после достижения 80% монослоя обрабатывали раствором митомицина C («Sigma», США). Концентрацию данного препарата и продолжительность обработки фидерных клеток подбирали эмпирически.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы «Microsoft Excel». Для определения средних (M) и стандартных ошибок (m) использовали метод описательной статистики. Для сравнения средних между группами использовали t -критерий Стьюдента. Полученные данные представлены с доверительным коэффициентом 0,95.

Результаты / Results and discussion

Гистологическая структура паренхиматозной ткани семенников самцов межвидовых гибридов овец романовской породы и архара была представлена системой извитых семенных канальцев. На поперечном срезе семенные канальцы характеризовались наличием собственной оболочки и эпителиосперматогенного слоя. Эпителиосперматогенный слой был образован поддерживающими клетками Сертоли и многочисленной популяцией сперматогенных клеток разных типов (сперматогонии, сперматоциты). Состав клеток эпители-

осперматогенного слоя семенных канальцев изменялся в зависимости от возраста самцов. В возрасте 2 и 3 месяцев в эпителиосперматогенном слое идентифицировались только 2 типа клеток – клетки Сертоли и сперматогонии. Сперматогонии располагались на базальной мембране семенного канальца, клетки Сертоли – как на базальной мембране, так и в толще эпителиосперматогенного слоя вблизи базальной мембраны (рис. 1А–В).

В возрасте 4 месяцев наряду с клетками Сертоли и сперматогониями в семенных канальцах выявлялись

единичные сперматоциты, которые располагались над сперматогониями (рис. 1С). К 5-месячному возрасту доля сперматоцитов в общем числе сперматогенных клеток значительно увеличивалась. В данном возрасте сперматогонии располагались плотным слоем на базальной мембране. Над сперматогониями выявлялись 1–2 слоя сперматоцитов. Внутри семенных канальцев формировался просвет (рис. 1Д).

Таким образом, проведенные гистологические исследования показали, что у самцов межвидовых ги-

бридов домашних овец и архара в возрасте 2–3 месяцев сперматогенные клетки семенных канальцев семенников были представлены сперматогониями (100%). В более позднем возрасте доля сперматогоний от общего числа сперматогенных клеток снижалась. В возрасте 4 месяцев данный показатель составил 92%, в возрасте 5 месяцев – 54% (рис. 2). Исходя из этого, в дальнейших исследованиях для получения культуры сперматогенных клеток, максимально обогащенной сперматогониями, использовали семенники гибридных самцов в возрасте 2 и 3 месяцев.

При дезагрегации ткани семенника посредством ее механической обработки визуализировались небольшие кусочки ткани размером 1–2 мм. Дальнейшая их ферментативная обработка способствовала получению клеточной суспензии, представленной преимущественно обособленными клетками. Встречалось также небольшое количество конгломератов клеток.

Полученная клеточная суспензия была представлена сперматогенными клетками (сперматогониями) и многочисленной популяцией соматических клеток, в частности фибробластами, клетками Сертоли и интерстициальными клетками. Для очистки сперматогоний от других типов клеток проводили их разделение по способности к адгезии. С этой целью полученную после механической и ферментативной обработки ткани семенника суспензию клеток высевали в культуральные флаконы и инкубировали в CO₂-инкубаторе при 37 °C в течение 4 часов. По окончании культивирования супернатант с непрекрепившимися клетками переносили в новый культуральный флакон и продолжали инкубировать в течение 22–24 часов, после чего вновь переносили супернатант с непрекрепившимися клетками на чашки Петри, обработанные желатином. Через 36–48 часов сперматогонии

Рис. 1. Гистологическая структура семенных канальцев семенников межвидовых гибридов овец романовской породы и архара: А – в возрасте 2 месяцев, В – в возрасте 3 месяцев, С – в возрасте 4 месяцев, Д – в возрасте 5 месяцев. 1 – клетки Сертоли, 2 – сперматогонии, 3 – сперматоциты, 4 – эпителиосперматогенный слой семенного канальца, 5 – просвет семенного канальца. Окраска гематоксилин-эозин. Увеличение x400

Fig. 1. Histological structure of the seminiferous tubules of the testes in interspecific hybrids from sheep of the Romanov breed with argali: А – at the age of 2 months, В – at the age of 3 months, С – at the age of 4 months, D – at the age of 5 months. 1 – Sertoli cells, 2 – spermatogonia, 3 – spermatocytes, 4 – epitheliospermatogenic layer of the of the seminiferous tubule, 5 – lumen of the seminiferous tubule. Hematoxylin-eosin stain. Magnification x400

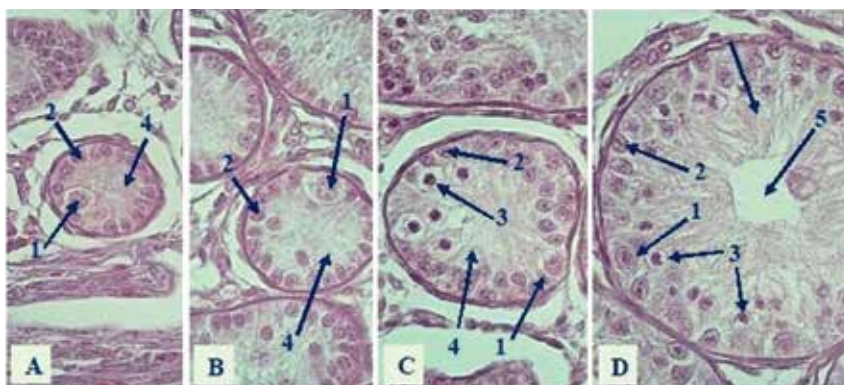


Рис. 2. Состав сперматогенных клеток эпителиосперматогенного слоя семенных канальцев семенников межвидовых гибридов овец романовской породы и архара. По оси X – значение признака в процентном выражении, %; по оси Y – возраст самцов, мес.

Fig. 2. The composition of spermatogenic cells of the epitheliospermatogenic layer in the seminiferous tubules of the testes in interspecific hybrids from sheep of the Romanov breed with argali. Along the X axis – the value of the feature in percentage terms, %; along the Y axis – the age of males, months



прикреплялись к поверхности чашек Петри. Сперматогонии имели шарообразную форму. Их размер варьировал от 17 до 26 мкм. На 10-е сутки культивирования формировались колонии сперматогоний, постепенно увеличившиеся в размерах к 12-м суткам культивирования (рис. 3А).

Следует отметить, что используемые на начальном этапе культивирования сперматогенных клеток культуральные флаконы после удаления супернатанта заливали ростовой средой для наращивания прикрепившихся соматических клеток. Состав данной популяции клеток варьировал в зависимости от продолжительности культивирования первоначально полученной клеточной суспензии ткани семенника. Клеточная популяция, образованная в результате наращивания соматических клеток, прикрепившихся к поверхности культуральных флаконов, в первые 4 часа культивирования была представлена в основном фибробластами. Данные клетки имели веретенообразную форму. Наращивание клеток, прикрепившихся к поверхности культуральных флаконов, в последующие 22–24 часа культивирования позволило получить популяцию клеток Сертоли, характеризующихся эпителиоподобной формой. Полученные первичные культуры фибробластов и клеток Сертоли были использованы в качестве фидерных клеток для культивирования сперматогоний.

Было изучено влияние типа фидерного слоя на скорость образования колоний сперматогоний (рис. 3В). Наряду с первичными клетками фибробластов и клеток Сертоли межвидовых гибридов в качестве фидерных слоев использовали первичную культуру фибробластов и клеток Сертоли барана.

Использование разных типов клеток в качестве фидерных слоев предусматривает их предварительную обработку. При этом важно оптимизировать концентрацию митомицина С для эффективной блокировки роста клеток фидерного слоя. Была проведена серия экспериментов по обработке первичных культур фибробластов и клеток Сертоли. С этой целью клетки высевали в культуральные флаконы, по достижении 80% монослоя их обрабатывали

Рис. 3. Культура сперматогенных клеток семенника межвидовых гибридов овец романовской породы и архара: А – колония клеток на поверхности чашки Петри, обработанной желатином (без фидерного слоя); В – колонии клеток на фидерном слое первичных клеток Сертоли гибридных самцов. Колонии сперматогоний показаны стрелкой. Фазово-контрастная микроскопия. Увеличение $\times 400$

Fig. 3. Culture of spermatogenic cells in the testes in interspecific hybrids from sheep of the Romanov breed with argali: A – a colony of cells on the surface of a Petri dish treated with gelatin (without a feeder layer); B – cell colonies on the feeder layer of primary Sertoli cells of hybrid males. An arrow shows the spermatogonia colonies. Phase contrast microscopy. Magnification $\times 400$

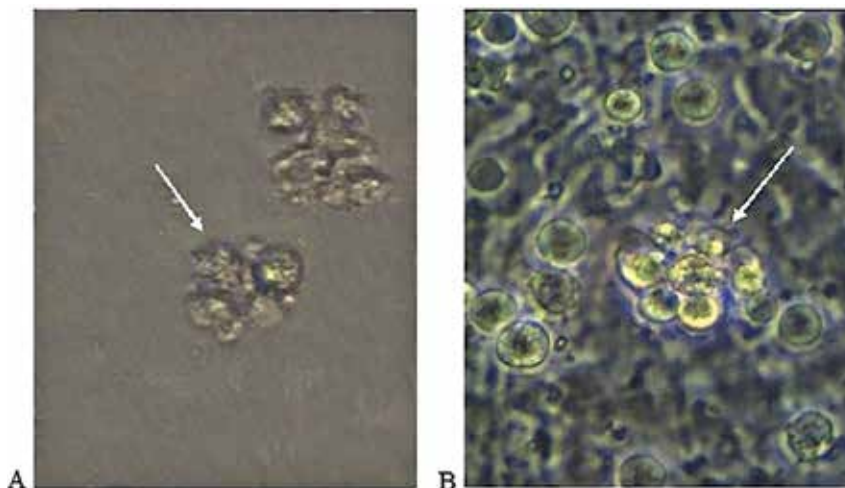
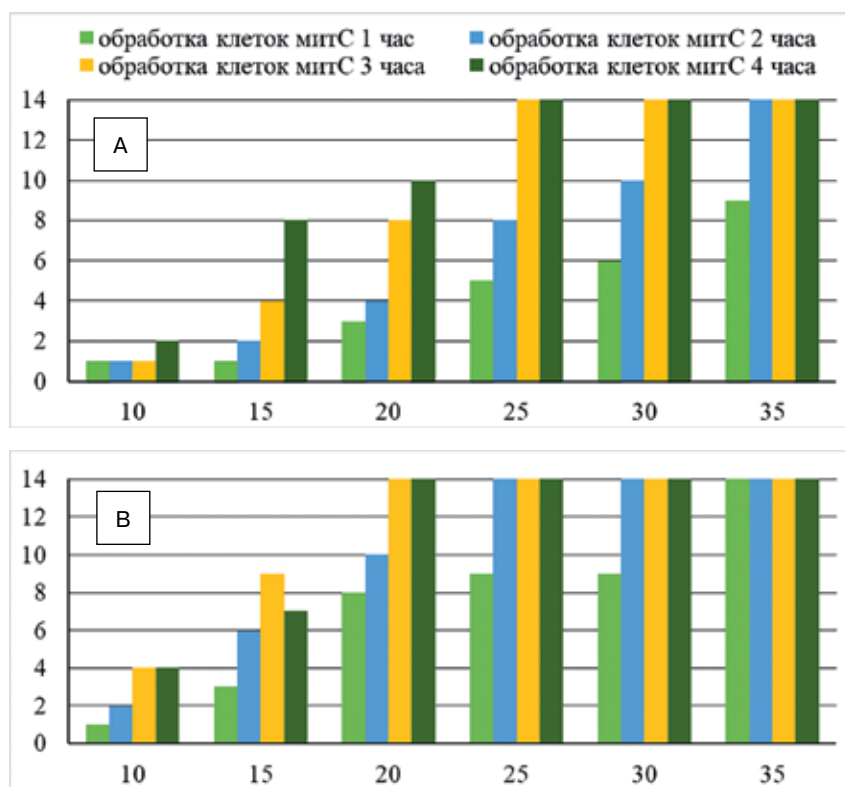


Рис. 4. Эффективность использования митомицина С для блокировки роста первичной культуры соматических клеток семенника самцов межвидовых гибридов овец романовской породы и архара: А – первичная культура клеток Сертоли; В – первичная культура фибробластов семенника. По оси X – доза митомицина С, мкг/мл; по оси Y – продолжительность формирования полного монослоя фидерных клеток после их обработки митомицином С, день культивирования

Fig. 4. The effectiveness of using mitomycin C to block the growth of the primary culture of somatic cells from the males testes of interspecific hybrids from sheep of the Romanov breed with argali: A – primary culture of Sertoli cells; B – primary culture of testicular fibroblasts. Along the X axis – the dose of mitomycin C, $\mu\text{g}/\text{ml}$; along the Y axis – the duration of the formation a complete monolayer of feeder cells after their treatment with mitomycin C, the day of cultivation



митомиином С в различных концентрациях. Результативность обработки клеток митомиином С оценивали по интенсивности их роста и достижения монослоя в течение 14 дней культивирования (рис. 4). Было установлено, что оптимальными условиями для блокировки роста первичных клеток Сертоли барана является их обработка митомиином С в концентрации 20 мкг/мл в течение 2 часов. Для эффективной блокировки роста первичных фибробластов ткани семенника барана необходимо использование митомиина С в концентрации 25 мкг/мл в течение 3 часов.

Использование в качестве фидерного слоя первичных фибробластов и клеток Сертоли способствовало сокращению периода формирования колоний сперматогоний по сравнению с их культивированием на чашках Петри, обработанных желатином (табл. 1). Оптимальные результаты были получены при культивировании сперматогоний на первичных клетках Сертоли: формирование колоний клеток наблюдалось преимущественно на 6-е сутки культивирования. При этом не было установлено видовых различий при использовании культур клеток Сертоли барана и клеток Сертоли межвидовых гибридов домашних овец и архара. С учетом полученных результатов в качестве оптимального фидерного слоя для культивирования сперматогоний следует рассматривать первичные клетки Сертоли.

Выводы / Conclusion

Оптимизированы условия выделения и поддержания культуры сперматогоний межвидовых гибридов овец романовской породы и архара в рамках создания криобанков биологического материала. Установлено, что эффективность выделения сперматогенных клеток, максимально обогащенных сперматогониями, зависит от возраста самцов – доноров биоматериала. На основании гистологических исследований семен-

Таблица 1. Влияние типа фидерного слоя на эффективность культивирования сперматогоний самцов межвидовых гибридов овец романовской породы и архара

Table 1. Influence of the feeder layer types on the efficiency of cultivating spermatogonia from males of interspecific hybrids from sheep of the Romanov breed with argali

Тип фидерных клеток	Прикрепление сперматогоний к клеткам фидерного слоя, день культивирования	Образование колоний сперматогоний, день культивирования	Среднее количество сперматогоний в 1 колонии*, n
Без фидерного слоя	2	10,0±0,7	6,0±0,8
Первичные фибробласты барана	2	9,0±0,5	7,0±0,8
Первичные клетки Сертоли барана	1	6,0±0,5	9,0±1,7
Первичные фибробласты самцов межвидовых гибридов	1	8,0±0,7	7,0±1,1
Первичные клетки Сертоли самцов межвидовых гибридов	1	6,0±0,4*	8,0±1,2

Примечание: * – по отношению к культивированию клеток без фидерного слоя, $P < 0,05$

ников разновозрастных гибридных самцов показано, что для выделения культуры сперматогоний оптимальным является использование семенников, полученных от самцов в возрасте не старше 4 месяцев. В данный возрастной период у гибридных самцов сперматогенные клетки семенников представлены в основном одним типом клеток – сперматогониями. В более позднем возрасте в семенных канальцах наряду со сперматогониями идентифицируются другие типы сперматогенных клеток.

Показана эффективность очистки сперматогоний от других типов клеток посредством их разделения по адгезии. Установлено, что высокая интенсивность роста и формирования колоний сперматогоний наблюдается при их культивировании на фидерном слое, сформированном первичной культурой собственных клеток Сертоли, а также клетками Сертоли барана. В данных условиях прикрепление сперматогоний к клеткам фидерного слоя отмечается на 1–2-й день культивирования, формирование колоний – на 6-й день культивирования.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (тема № 121052600350-9).

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.

FUNDING

This work was supported financially by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (subject no. 121052600350-9).

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

- Boettcher P.J., Akin O. Current arrangements for national and regional conservation of animal genetic resources. *Animal Genetic Resources*. 2010; (47): 73–83. doi: 10.1017/S2078633610000949
- Сингина Г.Н., Волкова Н.А., Багиров В.А., Зиновьева Н.А. Криобанки соматических клеток как перспективный способ сохранения генетических ресурсов животных (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2014; 6: 3–4. doi: 10.15389/agrobiology.2014.6.3rus

REFERENCES

- Boettcher P.J., Akin O. Current arrangements for national and regional conservation of animal genetic resources. *Animal Genetic Resources*. 2010; (47): 73–83. doi: 10.1017/S2078633610000949
- Singina G.N., Volkova N.A., Bagirov V.A., Zinovieva N.A. Cryobanking of somatic cells in conservation of animal genetic resources: prospects and successes (review). *Agricultural Biology*. 2014; 6: 3–14. doi: 10.15389/agrobiology.2014.6.3eng

3. Silversides F.G., Purdy P.H., Blackburn H.D. Comparative costs of programmes to conserve chicken genetic variation based on maintaining living populations or storing cryopreserved material. *Br Poult Sci.* 2012. 53(5). P.599-607 375. doi: 10.1080/00071668.2012.727383
4. Mara L., Casu S., Carta A., Dattena M. Cryobanking of farm animal gametes and embryos as a means of conserving livestock genetics. *Anim Reprod Sci.* 2013; 138(1-2): 25-38. doi: 10.1016/j.anireprosci.2013.02.006
5. Zheng Y., Zhang Y., Qu R., He Y., Tian X., Zeng W. Spermatogonial stem cells from domestic animals: Progress and prospects. *Reproduction.* 2014; 147(3): 65-74. doi: 10.1530/REP-13-0466
6. Kanatsu-Shinohara M., Ogonuki N., Inoue K., Miki H., Ogura A., Toyokuni S., Shinohara T. Long-term proliferation in culture and germline transmission of mouse male germline stem cells. *Biol. Reprod.* 2003; 69(2): 612-616. doi: 10.1095/biolreprod.103.017012
7. Kanatsu-Shinohara M., Muneto T., Lee J., Takenaka M., Chuma S., Nakatsuji S., Shinohara T. Long-term proliferation in culture and germline transmission of mouse male germline stem cells. *Biol. Reprod.* 2008; 78(4): 611-617. doi: 10.1095/biolreprod.107.065615
8. Wang X., Chen T., Zhang Ya., Li B., Xu Q., Song C. Isolation and culture of pig spermatogonial stem cells and their in vitro differentiation into neuron-like cells and adipocytes. *Int. J. Mol. Sci.* 2015; 16(11): 26333-26346. doi: 10.3390/ijms161125958
9. Park M.H., Park J.E., Kim M.S., Lee K.Y., Park H.J., Yun J.I., Choi J.H., Lee E., Lee S.T. Development of a high-yield technique to isolate spermatogonial stem cells from porcine testes. *J. Assist. Reprod. Genet.* 2014; 31(8): 983-991. doi: 10.1007/s10815-014-0271-7
10. Oatley J.M. Spermatogonial stem cell biology in the bull: development of isolation, culture, and transplantation methodologies and their potential impacts on cattle production. *Soc. Reprod. Fertil. Suppl.* 2010; 67: 133-143.
11. Pramod R.K., Mitra A. In vitro culture and characterization of spermatogonial stem cells on sertoli cell feeder layer in goat (*Capra hircus*). *J. Assist. Reprod. Genet.* 2014; 31(8): 993-1001. doi: 10.1007/s10815-014-0277-1
12. Sisakhtnezhad S., Bahrami A.R., Matin M.M., Dehghani H., Momeni-Moghaddam M., Boozarpour S., Farshchian M., Dastpak M. The molecular signature and spermatogenesis potential of newborn chicken spermatogonial stem cells in vitro. *In Vitro Cell Dev. Biol. Anim.* 2015; 51: 415-425. doi: 10.1007/s11626-014-9843-1
13. Li B., Wang X.Y., Tian Z., Xiao X.J., Xu Q., Wei C.X., Sun H.C., Chen G.H. Directional differentiation of chicken spermatogonial stem cells in vitro. *Cytotherapy.* 2010; 12(3): 326-331. doi: 10.3109/14653240903518155
14. Lacerda S.M., Costa G.M., de Franca L.R. Biology and identity of fish spermatogonial stem cell. *Gen. Comp. Endocrinol.* 2014; 207: 56-65. doi: 10.1016/j.ygcen.2014.06.018
3. Silversides F.G., Purdy P.H., Blackburn H.D. Comparative costs of programmes to conserve chicken genetic variation based on maintaining living populations or storing cryopreserved material. *Br Poult Sci.* 2012. 53(5). 599-607 375. doi: 10.1080/00071668.2012.727383
4. Mara L., Casu S., Carta A., Dattena M. Cryobanking of farm animal gametes and embryos as a means of conserving livestock genetics. *Anim Reprod Sci.* 2013; 138(1-2): 25-38. doi: 10.1016/j.anireprosci.2013.02.006
5. Zheng Y., Zhang Y., Qu R., He Y., Tian X., Zeng W. Spermatogonial stem cells from domestic animals: Progress and prospects. *Reproduction.* 2014; 147(3): 65-74. doi: 10.1530/REP-13-0466
6. Kanatsu-Shinohara M., Ogonuki N., Inoue K., Miki H., Ogura A., Toyokuni S., Shinohara T. Long-term proliferation in culture and germline transmission of mouse male germline stem cells. *Biol. Reprod.* 2003; 69(2): 612-616. doi: 10.1095/biolreprod.103.017012
7. Kanatsu-Shinohara M., Muneto T., Lee J., Takenaka M., Chuma S., Nakatsuji S., Shinohara T. Long-term proliferation in culture and germline transmission of mouse male germline stem cells. *Biol. Reprod.* 2008; 78(4): 611-617. doi: 10.1095/biolreprod.107.065615
8. Wang X., Chen T., Zhang Ya., Li B., Xu Q., Song C. Isolation and culture of pig spermatogonial stem cells and their in vitro differentiation into neuron-like cells and adipocytes. *Int. J. Mol. Sci.* 2015; 16(11): 26333-26346. doi: 10.3390/ijms161125958
9. Park M.H., Park J.E., Kim M.S., Lee K.Y., Park H.J., Yun J.I., Choi J.H., Lee E., Lee S.T. Development of a high-yield technique to isolate spermatogonial stem cells from porcine testes. *J. Assist. Reprod. Genet.* 2014; 31(8): 983-991. doi: 10.1007/s10815-014-0271-7
10. Oatley J.M. Spermatogonial stem cell biology in the bull: development of isolation, culture, and transplantation methodologies and their potential impacts on cattle production. *Soc. Reprod. Fertil. Suppl.* 2010; 67: 133-143.
11. Pramod R.K., Mitra A. In vitro culture and characterization of spermatogonial stem cells on sertoli cell feeder layer in goat (*Capra hircus*). *J. Assist. Reprod. Genet.* 2014; 31(8): 993-1001. doi: 10.1007/s10815-014-0277-1
12. Sisakhtnezhad S., Bahrami A.R., Matin M.M., Dehghani H., Momeni-Moghaddam M., Boozarpour S., Farshchian M., Dastpak M. The molecular signature and spermatogenesis potential of newborn chicken spermatogonial stem cells in vitro. *In Vitro Cell Dev. Biol. Anim.* 2015; 51: 415-425. doi: 10.1007/s11626-014-9843-1
13. Li B., Wang X.Y., Tian Z., Xiao X.J., Xu Q., Wei C.X., Sun H.C., Chen G.H. Directional differentiation of chicken spermatogonial stem cells in vitro. *Cytotherapy.* 2010; 12(3): 326-331. doi: 10.3109/14653240903518155
14. Lacerda S.M., Costa G.M., de Franca L.R. Biology and identity of fish spermatogonial stem cell. *Gen. Comp. Endocrinol.* 2014; 207: 56-65. doi: 10.1016/j.ygcen.2014.06.018

ОБ АВТОРАХ:

Людмила Александровна Волкова,
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Федеральный исследовательский центр животноводства –
ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, г.о. Подольск,
п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132,
Российская Федерация
E-mail: ludavolkova@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9407-3686>

Наталья Александровна Волкова,
доктор биологических наук, главный научный сотрудник,
руководитель лаборатории
Федеральный исследовательский центр животноводства –
ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, г.о. Подольск,
п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132,
Российская Федерация
E-mail: natavolkova@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7191-3550>

ABOUT THE AUTHORS:

Ludmila Alexandrovna Volkova,
Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry,
60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation,
E-mail: ludavolkova@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9407-3686>

Natalia Alexandrovna Volkova,
Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher,
Head of the Laboratory
L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry,
60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation
E-mail: natavolkova@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7191-3550>

УДК 636.32/.38.082.2

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-71-75

Н. И. Ефимова, ✉
С. Н. Шумаенко,
А. А. Омаров

Северо-Кавказский федеральный
научный аграрный центр,
Михайловск, Ставропольский край,
Российская Федерация

✉ n.efimova,60@mail.ru

Поступила в редакцию:
14.07.2022

Одобрена после рецензирования:
10.10.2022

Принята к публикации:
10.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-71-75

Nina I. Efimova, ✉
Svetlana N. Shumayenko,
Arslan A. Omarov

North Caucasian Federal Scientific
Agrarian Center,
Mikhailovsk, Stavropol Territory,
Russian Federation

✉ n.efimova,60@mail.ru

Received by the editorial office:
14.07.2022

Accepted in revised:
10.10.2022

Accepted for publication:
10.11.2022

Взаимосвязь между основными селекционируемыми признаками овец пород российский мясной меринос и советский меринос

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Селекционная работа в животноводстве может быть успешной тогда, когда ее итогом является получение животных с высокими показателями продуктивности требуемых от них хозяйственно полезных признаков (ХПП). Очевидно, что для качественной оценки животных необходимо анализировать несколько ХПП. В последнее время все большее значение стали приобретать знания закономерностей индивидуального развития организма и их взаимосвязи, исследование которых является актуальной задачей. Изучение этих закономерностей или сочетаемости между отдельными фенотипическими признаками послужит основой для разработки более совершенной системы ведения племенной работы в овцеводстве.

Методика. Исследования проводились в СПК колхозе-племзаводе им. Ленина Ставропольского края. Объектом исследований являлись племенные записи журналов первичного зоотехнического учета за последние 5 лет по элитным и первоклассным животным тонкорунных пород овец – российского мясного мериноса и советского мериноса; изучалась их живая масса, количественные и качественные показатели шерстной продуктивности разных половозрастных групп.

Результаты. В результате наших исследований установлено, что связь длины шерсти с настигом как по группе взрослых маток, так и по яркам одного года у овец породы российский мясной меринос оказалась сравнительно большой – от $r = +0,425$ до $r = +0,594$, у породы советский меринос – от $r = +0,280$ до $r = +0,592$, при высокой достоверности в обоих случаях выборочных коэффициентов корреляции ($P < 0,01$ и $P < 0,001$); а корреляционная связь настига шерсти в физическом весе с показателями ее в чистом волокне оказалась высокой, равной у овец породы российский мясной меринос $+0,766$.

Ключевые слова: овцы, порода, российский мясной меринос, советский меринос, коэффициент корреляции, изменчивость, хозяйственно полезный признак, селекция

Для цитирования: Ефимова Н.И., Шумаенко С.Н., Омаров А.А. Взаимосвязь между основными селекционируемыми признаками овец пород российский мясной меринос и советский меринос. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 71–75.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-71-75>

© Ефимова Н.И., Шумаенко С.Н., Омаров А.А.

The relationship between the main sheep breeding traits of the Russian meat merino and Soviet merino breeds

ABSTRACT

Relevance. Breeding work in animal husbandry can be successful if in result animals with high rates of productivity, required from them economically useful features (EUF), are obtained. Obviously, it is necessary to analyze several EUFs for qualitative assessment of animals. Recently, the knowledge of the regularities of individual development of the organism and their interrelation has become more and more important, it's research is an urgent task. The study of these regularities or combinations between individual phenotypic traits will serve as the basis for the development of a better system of breeding work in sheep breeding.

Methodology. The studies were carried out in the Collective stud farm named after Lenin, Stavropol Territory. The object of the research were breeding records of primary zootechnical registers for the last 5 years on elite and first-class animals of fine-wool sheep breeds – Russian meat merino and Soviet merino; their live weight, quantitative and qualitative indicators of wool productivity of different sex and age groups were studied.

Results. In our researches it was established that the connection between the length of wool and the trimming both on the group of adult ewes and on the yearlings of Russian meat merino sheep was relatively big – from $r = +0,425$ to $r = +0,594$ and of the Soviet merino – from $r = +0,280$ to $r = +0,592$ with high reliability of sampling correlation coefficients in both cases ($P < 0,01$ and $P < 0,001$); the correlation of wool cutting in physical weight with indicators of pure fiber turned out to be high – equal to $+0,766$ in sheeps of Russian meat merino breed.

Key words: sheep, breed, Russian meat merino, Soviet merino, correlation coefficient, variability, economically useful trait, breeding

For citation: Efimova N.I., Shumayenko S.N., Omarov A.A. The relationship between the main sheep breeding traits of the Russian meat merino and Soviet merino breeds. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 71–75. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-71-75> (In Russian).

© Efimova N.I., Shumayenko S.N., Omarov A.A.

Введение / Introduction

За последнее время все большее значение в селекции стали приобретать знания закономерностей индивидуального развития организма. Широко распространенное в практике разведения тонкорунных овец определение абсолютных величин показателей живой массы и шерстной продуктивности в разные возрастные периоды больше характеризует хозяйственную ценность животного. Генотипическую же природу организма как составную часть теоретических основ селекции в определенной мере можно изучать с помощью метода корреляционной статистики. Законы корреляции обеспечивают целостность организма и ограничивают развитие отдельных нежелательных признаков животного. Известно, что селекция по одному признаку вызывает изменение других, как в положительном направлении, так и в отрицательном, так как большинство признаков у овец взаимосвязаны и зависят друг от друга [1].

С.Ф. Пастухов в практической работе по совершенствованию тонкорунных овец ставропольской породы показал, что при направленном отборе и подборе большая живая масса (66–75 кг) у значительного числа овец хорошо сочетается с крепкой конституцией, высокой тониной шерсти, хорошей густотой при длине шерсти 10,0–10,5 см. В последующие годы изучению корреляционных связей между отдельными хозяйственно полезными признаками у овец посвящали работы Е.А. Глембоцкий и многие другие советские и зарубежные ученые. Всестороннее изучение закономерностей сочетаемости между отдельными фенотипическими признаками в организме и взаимодействия их с окружающей средой послужит основой для разработки более совершенной системы ведения племенной работы в овцеводстве [2].

Отдельные животные и породы овец в целом в настоящее время имеют достаточную длину штапеля в сочетании с хорошей его плотностью, хотя эти признаки между собой биологически несовместимы. Это стало возможным благодаря многолетним целенаправленным усилиям селекционеров в большинстве хозяйств. Видимо, по причине трудной совместимости соотношение между длиной и густотой шерсти у овец в изучаемых нами стадах не имеет определенной и четко выраженной зависимости [3, 4].

Целью исследований было изучение взаимосвязи между основными хозяйственно полезными признаками у овец пород российский мясной меринос и советский меринос.

Материал и методы исследования / Materials and method

Экспериментальные исследования были проведены в лабораториях филиала ВНИИОК – ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» и в СПК колхозе-племзаводе им. Ленина Арзгирского района Ставропольского края на основании отчетных данных, результатов заключительных ведомостей по бонитировке, стрижке в период с 2017 по 2021 годы, где показано, что стадо исследуемых овец по типу, совокупности отдельных хозяйственно полезных признаков и племенным достоинствам представлено достаточно ценными высокопродуктивными животными. Было охвачено исследованием 3780 овец породы российский мясной меринос и 2813 овец породы советский меринос различных половозрастных групп. Овцы колхоза-племзавода им. Ленина представлены породами советский меринос (СМ) и российский мясной меринос (РММ), которые относятся к шерстно-

му и мясо-шерстному направлению продуктивности и соответствуют породным и хозяйственным условиям зоны их разведения, обеспечивая наиболее высокую доходность хозяйства.

Настриг шерсти в оригинале учитывался индивидуально во время стрижки с точностью до 0,1 кг. Выход чистого волокна, выраженный в процентах, определялся промывкой 20-граммовых образцов шерсти (10 г с бока и 10 г со спины) индивидуально у баранов, у каждой 20-й матки и ярки. Настриг мытой шерсти вычислялся с учетом настрига шерсти в оригинале и выхода чистого волокна индивидуально у баранов, у каждой 20-й матки и ярки. Живая масса, уравненность, складчатость кожи учитывались в период бонитировки овец [5, 6].

Стационарные опыты проводились с использованием Порядка и условий бонитировки племенных овец тонкорунных пород, полутонкорунных пород и пород мясного направления продуктивности [7].

Для определения наследования отдельных селекционируемых признаков применялся метод математического анализа наследственности и изменчивости признаков, их коррелятивной связи, что позволило правильно определить достоверность полученных в опыте данных [8]. Статистическая обработка результатов исследования проводилась при помощи языка статистического программирования R (версия 4.0.6) в среде разработки RStudio (версия 1.4.1106) с использованием функций `mean()`, `sd()`, `t.test()`, `lm()` и `anova()`.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Одним из основных показателей для тонкорунных овец пород российский мясной меринос и советский меринос является сочетание сравнительно большой живой массы с высокой шерстной продуктивностью. Эти два признака, как показывают данные табл. 1 и 2, находятся между собой в положительной корреляционной зависимости, равной в среднем от +0,138 до +0,295. По отдельным группам овец этот показатель доходит до +0,490 при высокой достоверности во всех случаях выборочного коэффициента корреляции ($P < 0,001$). При этом у овец породы российский мясной меринос мясо-шерстного направления продуктивности корреляционные связи между живой массой и величиной настрига шерсти оказались несколько выше, чем у овец породы советский меринос, что свидетельствует о более эффективных возможностях селекции животных в этих стадах по указанным признакам [9, 10].

Проведенные исследования показали, что у маток и ярок одного года пород российский мясной меринос и советский меринос среднеарифметические показатели корреляционных связей между длиной и густотой шерсти колеблются в пределах от $r = +0,007$ до $r = +0,080$.

Связь длины шерсти с настригом как по группе взрослых маток, так и по яркам одного года у овец породы российский мясной меринос оказалась сравнительно большой – от $r = +0,425$ до $r = +0,594$, у породы советский меринос – от $r = +0,280$ до $r = +0,592$, при высокой достоверности в обоих случаях выборочных коэффициентов корреляции ($P < 0,01$ и $P < 0,001$).

Шерсть у современных тонкорунных овец в большинстве стад содержит в себе оптимальное количество жира, что является достаточно высокими его качественными показателями. В связи с чем и корреляционная связь настрига шерсти в физическом весе с показателями

ее в чистом волокне оказалась высокой, равной у овец породы РММ $+0,766$ ($P < 0,001$).

При селекции овец значение имеет плодовитость маток. Животные, рожденные в числе двоен, в большей части склонны передавать своему потомству этот признак. При изучении корреляционных взаимосвязей

между отдельными хозяйственно полезными признаками у овец нами установлено также, что плодовитость маток находится в определенной связи с их живой массой (у овец породы РММ $r = +0,164$, СМ – $r = 0,200$, с колебаниями по отдельным отарам от $r = +0,104$ до $r = +0,260$ ($P > 0,01$)). Выявлено также, что у маток с жи-

Таблица 1. Соотносительная изменчивость отдельных селекционных признаков у овец породы российский мясной меринос
Table 1. Relative variability of individual breeding traits in Russian meat merino sheep

Коррелирующие признаки	Пол и возраст овец	Количество голов	Коэффициент корреляции	Колебания, r
Живая масса х масса руна	Матки	1333	+0,246	+0,140 до +0,352
Живая масса х масса руна	Ярки 1-го года	1256	+0,295	+0,185 до +0,490
Живая масса х длина шерсти	Матки	862	+0,009	–0,001 до –0,018
Живая масса х длина шерсти	Ярки 1-го года	1093	+0,002	+0,001 до +0,003
Живая масса х густота шерсти	Матки	1507	+0,144	+0,020 до +0,227
Живая масса х густота шерсти	Ярки 1-го года	1247	+0,053	–0,014 до +0,120
Живая масса х плодовитость	Матки	652	+0,164	+0,104 до +0,260
Живая масса х тонина шерсти	Матки	277	–0,046	–0,006 до –0,086
Живая масса х тонина шерсти	Ярки 1-го года	180	+0,039	+0,009 до +0,070
Длина шерсти х настриг шерсти	Матки	481	+0,594	+0,540 до +0,630
Длина шерсти х настриг шерсти	Ярки 1-го года	1035	+0,425	+0,240 до +0,560
Длина шерсти х густота шерсти	Матки	791	+0,047	+0,007 до +0,080
Длина шерсти х густота шерсти	Ярки 1-го года	1020	–0,018	–0,036 до +0,001
Настриг физический х чистое волокно	Ярки 1-го года	993	+0,766	+0,720 до +0,810
Живая масса при рождении х живая масса при отбивке	Ярки	129	+0,411	+0,370 до +0,451
Живая масса при рождении х в 12 мес.	Ярки	129	+0,393	+0,345 до +0,440
Складчатость кожи х живая масса	Матки	947	+0,003	+0,002 до +0,004
Складчатость кожи х длина шерсти	Матки	945	+0,020	+0,010 до +0,030
Складчатость кожи х густота шерсти	Матки	1024	+0,680	+0,660 до +0,700

Таблица 2. Соотносительная изменчивость отдельных селекционных признаков у овец породы советский меринос
Table 2. Relative variability of individual breeding traits in Soviet merino sheep

Коррелирующие признаки	Пол и возраст овец	Количество голов	Коэффициент корреляции	Колебания, r
Живая масса х масса руна	Матки	744	+0,199	+0,150 до +0,340
Живая масса х длина шерсти	Матки	724	+0,082	+0,042 до +0,122
Живая масса х густота шерсти	Ярки 1-го года	720	+0,028	+0,008 до +0,048
Живая масса х плодовитость	Матки	918	+0,200	+0,160 до +0,240
Длина шерсти х настриг шерсти	Ярки 1-го года	814	+0,280	+0,230 до +0,320
Длина шерсти х густота шерсти	Ярки 1-го года	817	–0,123	–0,083 до –0,163
Масса руна 1-го года х 2-го года	Бараны-производители	340	+0,422	+0,370 до +0,465
Масса руна 1-го года х взрослых	Бараны-производители	221	+0,447	+0,395 до +0,490
Живая масса при рождении х в 12 мес.	Баранчики	351	+0,278	+0,240 до +0,320
Живая масса при рождении х в 12 мес.	Ярки	537	+0,224	+0,185 до +0,260
Живая масса при рождении х в 24 мес.	Ярки	172	+0,100	+0,055 до +0,150
Живая масса при отбивке х в 12 мес.	Ярки	554	+0,499	+0,450 до +0,540
Живая масса в 12 мес. х взрослых	Матки	720	+0,173	+0,070 до +0,275

вой массой 54,5 кг корреляционные связи с плодовитостью составили $r = +0,164$ ($P > 0,01$), тогда как у аналогичных по возрасту, но более крупных маток (58,8 кг) этот показатель оказался равным $r = +0,260$ ($P > 0,01$).

Нами изучались также корреляционные связи между одними и теми же признаками, но в разные возрастные периоды роста животного. Связь живой массы при рождении с живой массой при отбивке по группе ярок породы российский мясной меринос оказалась равной $r = +0,411$ ($P < 0,01$). К годовичному возрасту она несколько снизилась и составила $r = +0,393$ ($P < 0,01$).

У овец породы советский меринос (табл. 2) связь живой массы при рождении с живой массой в 12-месячном возрасте у баранчиков составила $r = +0,278$ и у ярок – $r = +0,224$ ($P > 0,01$). К 2-летнему возрасту корреляционная зависимость между указанным признаком у овец уменьшилась до $r = +0,100$ ($P > 0,1$).

Если живая масса у тонкорунных овец находится в функциональной зависимости с настригом шерсти, то такие показатели, как длина, густота и тонина шерсти с живой массой корреляционной связи практически не имеет. Но делать заключение о невозможности сочетания этих признаков в организме одного животного будет преждевременным [11, 12].

Живая масса молодняка при отбивке находится также в высокой положительной связи с живой массой в годовом возрасте ($r = +0,499$). У взрослых маток связь с живой массой при отбивке оказалась значительно меньшей, равной $r = +0,213$ ($P > 0,01$).

Корреляционная связь живой массы годовалых ярок с 2-летними у овец породы российский мясной меринос

выражена величиной $r = +0,410$, советский меринос – $r = +0,328$, а с живой массой взрослых маток – $r = +0,173$.

Выводы / Conclusion

Исходя из полученных данных, взаимосвязь величины шерстной продуктивности и возраста (один год и два года, один год и взрослые животные) по группе основных баранов-производителей породы советский меринос выразилась довольно высоким показателем, равным $r = +0,422$ и $r = +0,447$, что указывает на значительную изменчивость данного признака.

Таким образом, знание корреляции между отдельными селекционируемыми признаками животного позволяет выяснить их взаимосвязь и избежать односторонности, а следовательно, и малой эффективности селекции. Большинство селекционируемых признаков у овец связаны между собой как положительно, так и отрицательно, а так как вести селекцию по многим признакам неэффективно, очень важно знать направление связей и правильно использовать в племенной работе. Ведя селекцию по одним признакам, можно улучшить или ухудшить коррелирующие с ними признаки, поэтому знание характера и направления связей между селекционными признаками важно для специалиста в области овцеводства.

Обоснованные научные данные, несомненно, будут способствовать дальнейшему совершенствованию методов отбора лучших по продуктивности животных в раннем возрасте. Глубокий анализ корреляционных связей между основными хозяйственно полезными признаками имеет значение не только при отборе овец, но и при осуществлении наследственных преобразований.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work.

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

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бердалиева А.М., Сапарова Ж.И., Исаева А.А. и др. Корреляционная изменчивость селекционируемых признаков каракульских овец в условиях Приаралья. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2015; 1: 82–83.
2. Глембоцкий Я.Л. Зависимость величины настрига шерсти от живой массы ягнят в возрасте 4–5 мес. *Овцеводство*. 1980; 7: 27–28.
3. Завгородняя Г.В., Дмитрик И.И., Сидорцов В.И. Метод комплексной оценки рун племенных овец тонкорунных пород. *Научно-методические указания ГНУ СНИИЖК*. 2013; 39.
4. Завгородняя Г.В., Дмитрик И.И., Павлова М.И. и др. Основные свойства шерсти зарубежной селекции. *Сельскохозяйственный журнал*. 2021; 3(14): 70–77.
5. Катков К.А., Скорых Л.Н., Ефимова Н.И. и др. Использование комплексного показателя продуктивности для оценки генетического потенциала овец разных генотипов. *Вестник аграрной науки*. 2021; 5(92): 49–58.
6. Павлов М.Б. Шерстная продуктивность овец породы советский меринос в АО «Сарпа». В сборнике: *Приоритетные и инновационные технологии в животноводстве – основа модернизации агропромышленного комплекса России. Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции научных сотрудников и преподавателей*. 2019; 209–212.
7. Порядок и условия бонитировки племенных овец тонкорунных пород, полутонкорунных пород и пород мясного направления продуктивности. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2013; 55.
8. Скорых Л.Н., Сафонова Н.С., Омаров А.А. Селекционно-генетические методы повышения и прогнозирования продуктивности тонкорунных овец. В сборнике: *Пищевые технологии будущего, инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции*. Сб. статей Международной научно-практической конференции. 2020; 249–252.
9. Трухачев В.И., Чернобай Е.Н., Пономаренко О.В. Корреляция и наследуемость овец. В сборнике: *Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности*. Материалы 83-й Международной научно-практической конференции. 2018; 284–288.

REFERENCES

1. Berdalieva A.M., Saparova J.I., Isaeva A.A. et al. Correlation variability of breeding traits karakul sheep in the Aral Sea region. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2015; 1(1): 82–83. (in Russian)
2. Glembotsky Y.L. Dependence of the value of the hair cut on the live weight of lambs at the age of 4–5 months. *Sheep breeding*. 1980; 7: 27–28. (in Russian)
3. Zavgorodnyaya G.V., Dmitrik I.I., Sidortsov V.I. et al. Method of complex evaluation of rums of pedigree sheep of fine-fleeced breeds. *Scientific and methodological guidelines of the State Scientific Institution Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production*. Stavropol. 2013; 39. (in Russian)
4. Zavgorodnyaya G.V., Dmitrik I.I., Pavlova M.I. et al. Basic properties of wool of foreign selection. *Agricultural Journal*. 2021; 3(14): 70–77. (in Russian)
5. Katkov K.A., Skorykh L.N., Efimova N.I. et al. Using a comprehensive indicator of productivity to assess the genetic potential of sheep of different genotypes. *Bulletin of Agrarian Science*. 2021. 5 (92): 49–58. (in Russian)
6. Pavlov M. B. Wool Productivity of Soviet Merino sheep in JSC "Sarpa". In the collection: *Priority and innovative technologies in animal husbandry – the basis for modernization of agro-industrial complex of Russia*. Collection of scientific articles on the materials of the International scientific-practical conference of researchers and teachers. 2019; 209–212. (in Russian)
7. Order and conditions of appraisal of fine-wool sheep breeds, semi-fine-wooled breeds and breeds of meat direction of productivity. M. «Rosinformagrotech». 2013; 55. (in Russian)
8. Skorykh L.N., Safonova N.S., Omarov A.A. Breeding and genetic methods of increasing and predicting the productivity of fine-wool sheep. In the collection: *Food technology for the future, innovations in the production and processing of agricultural products*. Collected Articles of the International Scientific and Practical Conference. 2020; 249–252. (in Russian)
9. Trukhachev V.I., Chernobay E.N., Ponomarenko O.V. Correlation and heritability of sheep. In the collection: *Innovative technologies in agriculture, veterinary medicine and food industry*. Proceedings of the 83rd International Scientific and Practical Conference. 2018; 284–288. (in Russian)

10. Шумаенко С.Н. Эффективность линейного разведения в хозяйствах-оригинаторах породы российский мясной меринос. *Сельскохозяйственный журнал*. 2020; 2(13): 59–65.

11. Чернобай Е.Н., Антоненко Т.И. Взаимосвязь основных хозяйственно-полезных признаков у тонкорунных овец и их наследуемость. В сборнике: *Современные аспекты ветеринарии и зоотехнии. Творческое наследие В.К. Бириха (к 115-летию со дня рождения)*. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». 2018; 84–88.

12. Чернобай Е.Н., Антоненко Т.И. и др. Фенотипические корреляции и наследуемость признаков чистопородным и помесным молодым с разной кровностью по австралийскому мясному мериносу. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018; 7: 104–109.

ОБ АВТОРАХ:

Нина Ивановна Ефимова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории овцеводства с сектором козоводства и пастушеского собаководства Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, ул. Никонова, 49, г. Михайловск, Ставропольский край, 356241, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-2328-0805>
e-mail: n.efimova.60@mail.ru

Светлана Николаевна Шумаенко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории овцеводства с сектором козоводства и пастушеского собаководства Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, ул. Никонова, 49, г. Михайловск, Ставропольский край, 356241, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-2113-5740>
e-mail: shumaenko71@yandex.ru

Арслан Ахметович Омаров, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории овцеводства с сектором козоводства и пастушеского собаководства Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, ул. Никонова, 49, г. Михайловск, Ставропольский край, 356241, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-9484-6178>
e-mail: omarov1977@yandex.ru

10. Shumaenko S.N. Effectiveness of linear breeding in the farms of the original breed Russian meat merino. *Agricultural Journal*. 2020; 2 (13): 59–65. (in Russian)

11. Chernobay E.N., Antonenko T.I. Relationship of the main economic and useful features in fine-wool sheep and their heritability. In the collection: *Modern aspects of veterinary and zootechnics. Creative heritage of V.K. Birikh (to 115-th anniversary since his birth)*. Materials of the All-Russian scientific-practical conference. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov". 2018; 84–88. (in Russian)

12. Chernobay E.N., Antonenko T.I. et al. Phenotypic correlations and heritability of traits by purebred and crossbred youngsters with different blood status on Australian beef merino. *Bulletin of Kursk State Agricultural Academy*. 2018; 7: 104–109. (in Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

Nina Ivanovna Efimova, Candidate of agricultural sciences, leading researcher of sheep breeding laboratory with goat breeding and shepherd dog breeding sector North Caucasus Federal Research Agrarian Center, 49, Nikonova str., Mikhaylovsk, Stavropol Territory, 356241, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-2328-0805>
e-mail: n.efimova.60@mail.ru

Svetlana Nikolaevna Shumayenko, Candidate of agricultural sciences, leading researcher of sheep breeding laboratory with goat breeding and shepherd dog breeding sector North Caucasus Federal Research Agrarian Center, 49, Nikonova str., Mikhaylovsk, Stavropol Territory, 356241, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-2113-5740>
e-mail: shumaenko71@yandex.ru

Arslan Akhmetovich Omarov, Candidate of agricultural sciences, leading researcher of sheep breeding laboratory with goat breeding and shepherd dog breeding sector North Caucasus Federal Research Agrarian Center, 49, Nikonova str., Mikhaylovsk, Stavropol Territory, 356241, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-9484-6178>
e-mail: omarov1977@yandex.ru



**AQUA
PRO EXPO**

Международная выставка

оборудования и технологий добычи, разведения и переработки рыбы и морепродуктов

11-13 апреля 2023

Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



Организатор:



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

**Забронируйте стенд
aquaproexpo.ru**

Б.С. Иолчиев¹, ✉
И.П. Новгородова¹,
Ю.А. Прытков¹,
П.М. Кленовицкий¹,
Н.Ф. Хуснетдинова²,
А.О. Силантьева¹,
Р.Б. Иолчиев³

¹ Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, Московская область, Подольск, Российская Федерация

² Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина, Москва, Российская Федерация

³ Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

✉ baylar1@yandex.ru

Поступила в редакцию:
30.08.2022

Одобрена после рецензирования:
10.10.2022

Принята к публикации:
10.11.2022

Baylar S. Iolchiev¹, ✉
Inna P. Novgorodova¹,
Yuri A. Prytkov¹,
Pavel M. Klenovitsky¹,
Nelly F. Khusnutdinova²,
Anastasia O. Silantieva¹,
Rustam B. Iolchiev³

¹ Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, Podolsk, Moscow region, Russian Federation

² Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Skryabin, Moscow, Russian Federation

³ National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

✉ baylar1@yandex.ru

Received by the editorial office:
30.08.2022

Accepted in revised:
10.10.2022

Accepted for publication:
10.11.2022

Влияние биотических факторов на параметры ядрышек в интерфазных клетках

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Ядрышки регулируют многие аспекты физиологии клетки, включая организацию генома, реакции на стресс, старение и продолжительность жизни. Количество видимых ядрышек в клетке варьирует в зависимости от клеточного цикла, клеточной активности или статуса дифференцировки. Целью исследования являлось изучение влияния биотических факторов на параметры ядрышек клеток животных в зависимости от их вида (овцы (*Ovis*), козы (*Capra*)) и типа скрещивания (межвидовые гибриды).

Материалы и методы. Исследования проведены в Федеральном исследовательском центре животноводства – ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста. Объектом исследования были домашние овцы романовской породы и их гибриды ($\frac{1}{2}$ романовская овца \times $\frac{1}{2}$ муфлон), а также козы карачаевской породы и их гибриды ($\frac{3}{4}$ карачаевская коза \times $\frac{1}{4}$ кавказский тур). Материалом исследования служили препараты венозной крови, приготовленные по методике Хавелла – Блейка. Для микроскопии и визуализации препаратов использовали микроскоп «Nikon Eclipse Ni», оборудованный цифровой видеокамерой «DS-Qi2». Обработку фото- и видеоматериалов проводили с помощью программного обеспечения «NIS-Elements BR4.30» и «Image Scope 1.0».

Результаты. Установлено, что у межвидовых гибридов коз ($\frac{3}{4}$ карачаевская коза \times $\frac{1}{4}$ кавказский тур) количество ядрышкообразующих областей (ЯОР) на 17% больше, чем у чистопородных особей, в то время как особи межвидовых гибридов овец ($\frac{1}{2}$ домашняя овца \times $\frac{1}{2}$ муфлон) превосходили своих чистопородных аналогов по данному показателю на 47%. Экссесс и асимметрия ЯОР в популяции чистопородных коз и их гибридов с кавказским туром имеют одинаковые направления. Результаты дисперсионного анализа указывают на то, что влияние видовой особенности на размер ядрышек в исследуемых популяциях не имеет статистически достоверного значения. Среднее значение диаметра ядрышка у представителей вида *Capra* составило $6,17 \pm 0,45$ мкм, рода *Ovis* – $6,63 \pm 0,32$ мкм.

Ключевые слова: ядрышки, ядрышкообразующие области (ЯОР), гибриды животных, овца (*Ovis aries*), коза (*Capra*), частота распределения

Для цитирования: Иолчиев Б.С., Новгородова И.П., Прытков Ю.А., Кленовицкий П.М., Хуснетдинова Н.Ф., Силантьева А.О., Иолчиев Р.Б. Влияние биотических факторов на параметры ядрышек в интерфазных клетках. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 76–80. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-76-80>

© Иолчиев Б.С., Новгородова И.П., Прытков Ю.А., Кленовицкий П.М., Хуснетдинова Н.Ф., Силантьева А.О., Иолчиев Р.Б.

The influence of biotic factors on the parameters of the nucleolus

ABSTRACT

Relevance. The nucleolus regulates many aspects of cell physiology, including genome organization, stress response, aging, and lifespan. The number of visible nucleoli per cell varies depending on the cell cycle, cellular activity, or differentiation status. The aim of the study was to study the influence of abiotic factors on the parameters of animal nucleoli depending on their species (genus *Ovis* and genus *Capra*) and type of crossing (interspecific hybrids).

Materials and methods. The studies were carried out at the Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst. The object of the study were domestic sheep (Romanov breed) and its hybrids ($\frac{1}{2}$ Romanov sheep \times $\frac{1}{2}$ mouflon), as well as goats of the Karachay breed and their hybrids ($\frac{3}{4}$ Karachay goat \times $\frac{1}{4}$ caucasian tur). The material of the study was preparations obtained from venous blood and prepared according to the Havell – Blake method. For microscopy and visualization of preparations, a “Nikon Eclipse Ni” microscope equipped with a “DS-Qi2” digital video camera was used. The processing of photo- and videomaterials was carried out using the “NIS-Elements BR4.30” and “Image Scope 1.0” software.

Results. It has been established that in interspecific hybrids of goats ($\frac{3}{4}$ Karachay goat \times $\frac{1}{4}$ caucasian tur) the number of nucleolar-organizing regions (NOR) is 17% more than in purebred individuals, while individual of interspecific hybrids of sheep ($\frac{1}{2}$ Romanov sheep \times $\frac{1}{2}$ mouflon) exceeded their purebred counterparts in this indicator by 47%. The kurtosis and asymmetry of NOR in the population of purebred goats and their hybrids with the caucasian tur have the same directions. The results of the analysis of variance indicate that the effect of species on the size of the nucleoli in the studied populations is not statistically significant. The average value of the nucleolus diameter in representatives of the genus *Capra* was 6.17 ± 0.45 μ m, genus *Ovis* – 6.63 ± 0.32 μ m.

Key words: nucleolus, nucleolar-organizing region (NOR), animal hybrids, genus *Ovis*, genus *Capra*, frequency of distribution

For citation: Iolchiev B.S., Novgorodova I.P., Prytkov Y.A., Klenovitsky P.M., Khusnutdinova N.F., Silantieva A.O., Iolchiev R.B. The influence of biotic factors on the parameters of the nucleolus. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 76–80. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-76-80> (In Russian).

© Iolchiev B.S., Novgorodova I.P., Prytkov Y.A., Klenovitsky P.M., Khusnutdinova N.F., Silantieva A.O., Iolchiev R.B.

Введение / Introduction

Одной из важнейших структурных единиц ядродержащих клеток является ядрышко [1], которое представляет собой самоорганизующуюся, безмембранную субструктуру ядра и «образуется в результате акта построения рибосомы» в специфических хромосомных локусах, называемых «вторичными перетяжками» или «ядрышковыми организаторами» (ЯОР) [2, 3]. Ядрышковые организаторы состоят из tandemных массивов рибосомных генов рДНК и кодируют 18S, 28S и 5,8S рибосомные РНК (рРНК) [4, 5]. Само ядрышко является регионом биогенеза рибосом и играет ключевую роль в синтезе рРНК [6].

Синтез и процессинг рРНК происходят в ядрышке вместе со сборкой прерибосомных частиц, которые впоследствии экспортируются в цитоплазму с образованием зрелых рибосом. Функция биогенеза рибосом органеллы является важным датчиком стресса, поскольку нарушение этого пути, обычно называемое ядрышковым стрессом, может активировать p53-зависимые и p53-независимые механизмы и тем самым вызвать остановку клеточного цикла или даже гибель клеток [7, 8]. Дефекты биогенеза рибосом влияют на процесс старения и проявляются в группе заболеваний, обычно называемых рибосомопатиями [9, 10].

Ядрышко регулирует многие аспекты физиологии клетки, включая организацию генома, реакции на стресс, старение и продолжительность жизни [11, 12]. Морфометрические показатели этой органеллы зависят от комплекса факторов, в том числе от статуса клеток и условий их роста [13–15]. Количество видимых ядрышек на клетку сильно варьируется в зависимости от клеточного цикла, активности или статуса дифференциации. Например, они не видны в сперматозоидах или в эукариотических клетках, подвергающихся открытому митозу (при открытом митозе ядерная оболочка полностью разобрана). В крупных клетках, как правило, и ядрышки большие. Результаты исследований показывают, что в растущих клетках количество этих органелл значительно больше [16]. Также их размер коррелирует с пролиферативной активностью клетки; в быстро делящихся клетках они крупнее, чем в клетках с низкой скоростью деления. Размеры этих органелл имеют видовую особенность и варьируют от 0,1 до 10 мкм [17]. Для эукариотических клеток характерна корреляционная зависимость между объемом клетки и ядром [18–20]. Одним из факторов, влияющим на размер ядрышек, является интенсивность синтеза рРНК, имеющая положительную корреляционную взаимосвязь с этим показателем [21–22].

Целью исследования являлось изучение влияния биотических факторов на параметры ядрышек клеток мелких парнокопытных в зависимости от их вида (*Ovis* и *Capra*) и типа скрещивания (межвидовые гибриды).

Материал и методы исследования / Materials and method

Объектом исследования были домашние овцы романовской породы ($n = 25$) и их гибриды с муфлоном ($\frac{1}{2}$ романовская овца $\times \frac{1}{2}$ муфлон) ($n = 20$), а также домашние козы карачаевской породы ($n = 12$) и их гибриды ($\frac{3}{4}$ карачаевская коза $\times \frac{1}{4}$ кавказский тур) ($n = 23$).

Материалом исследования служили пробы венозной крови. Сбор проб венозной крови проводили в соответствии с ветеринарными правилами. Эксперименты на животных проводились в соответствии с Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных (приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР от 12 августа 1977 г. № 755).

Для получения лимфоцитов из венозной крови использовали метод седиментации с применением раствора фиколла (плотность $\rho = 1,077$ г/мл). На 1 мл раствора фиколла наслаивали такого же объема венозную кровь, разведенную в соотношении 1:1 физраствором, и центрифугировали в течение 45 мин при 3000 об/мин. В результате центрифугирования образуются четыре фракции, третья из которых является суспензией лимфоидных клеток. Слой лимфоцитов собирали с помощью микропипеток, переносили в пробирки, разбавляли раствором ФСБ в соотношении (1:1) и центрифугировали в течение 5 мин при 3000 об/мин. Из осадка готовили мазки, которые высушивали при комнатной температуре. Препараты фиксировали в смеси Лилли [23]. Окраску препаратов проводили 50%-ным раствором азотнокислого серебра по протоколу методики Хавелла – Блейка [23]. Для микроскопии и визуализации препаратов использовали микроскоп «Nikon Eclipse Ni», оборудованный цифровой видеокамерой «DS-Qi2». Обработку фото- и видеоматериала проводили с помощью программного обеспечения «NIS-Elements BR4.30» и «Image Scope 1.0».

Для обработки данных использовали программное обеспечение «Microsoft Excel 2010» и пакет программ «IBM SPSS Statistics v. 23.0». Полученные данные представлены с доверительным коэффициентом 0,95.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Среднее число ядрышек на ядро определяется количеством ЯОР и увеличивается согласно ploидности ядра. Число ядрышек в клетке может варьировать, этот показатель зависит от взаимодействия всех генов ядра. Однако часто количество ядрышек на ядро бывает меньше количества ЯОР, так как ядрышки могут сливаться; кроме того, в образовании одного ядрышка иногда участвует несколько организаторов (рис. 1).

Содержание ЯОР в клетках зависит от комплекса факторов и имеет высокий коэффициент вариации. В наших исследованиях в популяции гибридов коз ($\frac{3}{4}$ карачаевская коза $\times \frac{1}{4}$ кавказский тур) количество ЯОР на одну клетку в среднем составило 4,6 шт., в то время как у чистопородных животных – 3,93 шт. (табл. 1). У гибридов овец ($\frac{1}{2}$ романовская овца $\times \frac{1}{2}$ муфлон) по сравнению с чистопородными романовскими животными содержание ЯОР в одной клетке было на 47% больше.

Рис. 1. ЯОР в интерфазных клетках овец и коз (верхний ряд – овцы, нижний – козы). (Фото автора)

Fig. 1. NOR in interphase cells of sheeps and goats (the upper row – sheeps, the lower row – goats). (Photo by the author)

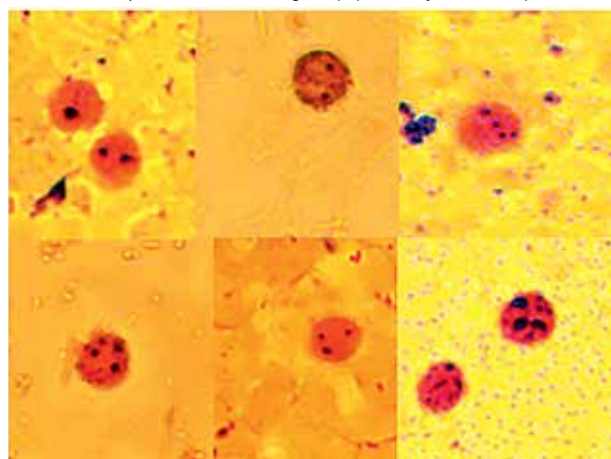


Таблица 1. Параметры частоты встречаемости ЯОР у овец и коз (чистопородные животные и гибриды)
Table 1. Parameters of the frequency of occurrence of NOR in sheep and goats (purebred animals and hybrids)

Показатели	Овцы		Козы	
	романовская	½ романов. x ½ муфлон	карачевская	¾ карачаев. x ¼ тур
Среднее значение	4,60±0,24	3,93±0,18	4,52±0,22	3,07±0,19
Медиана	4,240 ^a	3,551 ^a	4,233 ^a	2,77 ^a
Мода	3,0	3,0	3,0	2 ^b
Среднекв. отк.	2,41	2,06	2,28	1,59
Дисперсия	5,818	4,264	5,242	2,531
Асимметрия	0,56±0,24	0,57±0,22	0,40±0,24	1,36±0,28
Экссесс	-0,244	-0,433	-0,730	2,324
Диапазон	11,0	8,0	8,0	8
min кол-во в группе	1,0	1,0	1,0	1
max кол-во в группе	12,0	9,0	9,0	9

Примечания: ^a – вычислено из сгруппированных данных;

^b – существует несколько модальных значений. Показано наименьшее значение

Рис. 2. Распределение количества ЯОР в интерфазных клетках карачаевских коз и их гибридов с кавказским туром

Fig. 2. Distribution of the number of NOR in interphase cells of Karachay goats and their hybrids with the caucasian tur

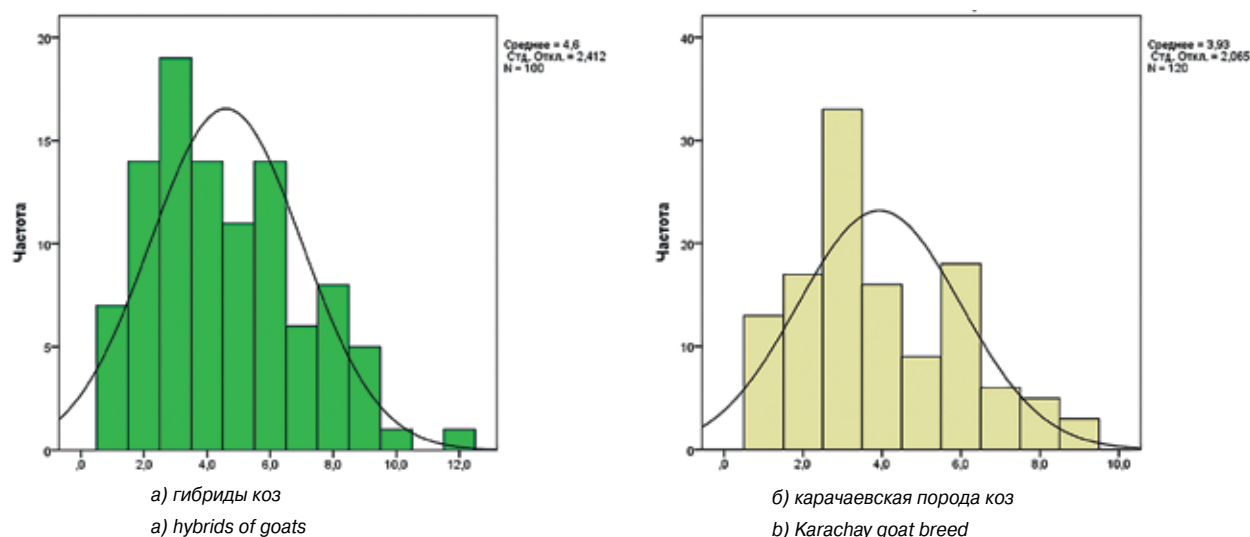
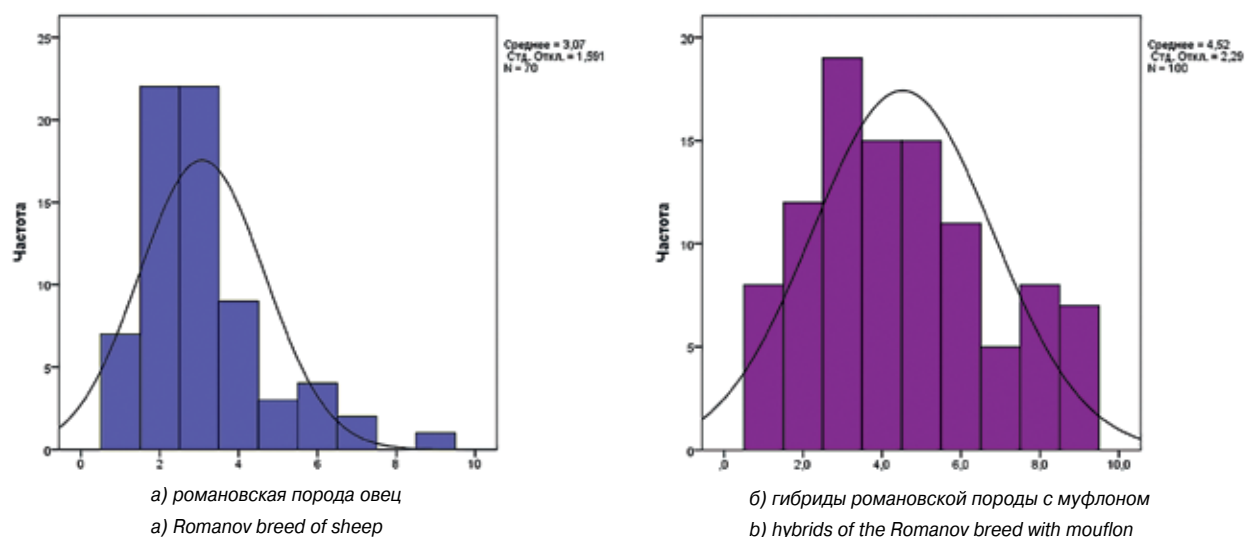


Рис. 3. Распределение количества ЯОР в интерфазных клетках романовских овец и их гибридов с муфлоном

Fig. 3. Distribution of the number of NOR in the interphase cells of Romanov sheep and their hybrids with the mouflon



Распределение количества ЯОР в интерфазных клетках чистопородных коз и их гибридов с кавказским туром представлено на рис. 2. Статистический анализ частоты распределения ЯОР в интерфазных клетках во всех исследуемых популяциях свидетельствует об отклонении от нормального распределения. Эксцесс и асимметрия ЯОР в популяции чистопородных коз и их гибридов с кавказским туром имеют одинаковые направления: эксцесс – отрицательное значение, асимметрия – положительное. Для этих популяций характерно «островершинное» распределение и сдвиг смещен в сторону меньших значений (рис. 2), отклонение от нормального распределения ярко выражено у чистопородной популяции коз.

Показатели распределения ЯОР романовских овец и их гибридов с муфлоном существенно отличаются (рис. 3). У чистопородной популяции овец эксцесс и асимметрия эмпирического распределения имеют положительное значение и при этом сдвиг направлен в сторону меньших значений. Анализ параметров, характеризующих направление распределения количества ЯОР у гибридов овец ($\frac{1}{2}$ романовская овца \times $\frac{1}{2}$ муфлон), указывает на то, что эмпирическое распределение у этой популяции по исследуемым параметрам незначительно отличается от графика нормального распределения.

В ходе проведенного нами эксперимента было изучено влияние фактора видовой особенности у романовских овец и их гибридов ($\frac{1}{2}$ романовская овца \times $\frac{1}{2}$ муфлон), а также карачаевских коз и их гибридов $\frac{3}{4}$ карачаевская коза \times $\frac{1}{4}$ кавказский тур) на размеры ядрышек. Результаты дисперсионного анализа показывают, что влияние данного фактора в исследуемых популяциях не имеет статистически достоверного значения (табл. 2).

Таблица 2. Критерии межгрупповых эффектов (зависимая переменная: диаметр ядрышек)
Table 2. Criteria for between-group effects (dependent variable: nucleolus diameter)

Критерии	Сумма квадратов типа III	Степени свободы	Сред. квадрат	F	Значимость	Частичный эф. квадрат
Скорректированная модель	1,26 ^a	1	1,26	0,68	0,41	0,03
Свободный член	984,61	1	984,61	535,72	0,00	0,95
Вид	1,265	1	1,26	0,688	0,41	0,03
Ошибка	45,94	25	1,83	–	–	–
Всего	1181,53	27	–	–	–	–
Скорректированный итог	47,21	26	–	–	–	–

Примечание: ^a R-квадрат = 0,027 (скорректированный R-квадрат = –0,012)

Среднее значение диаметра ядрышка у представителей рода *Ovis* составило $6,63 \pm 0,32$ мкм, вида *Capra* – $6,17 \pm 0,45$ мкм. Разница между группами животных не имеет статистически достоверного значения.

Выводы / Conclusion

В результате исследования установлено, что количество ЯОР в клетках имеет высокий коэффициент вариации и зависит от комплекса факторов биотического и абиотического характера. В ходе наших исследований было выявлено, что у межвидовых гибридов коз ($\frac{3}{4}$ карачаевская коза \times $\frac{1}{4}$ кавказский тур) количество ЯОР на 17% больше, чем у чистопородных особей, в то время как особи межвидовых гибридов овец ($\frac{1}{2}$ домашняя овца \times $\frac{1}{2}$ муфлон) превосходили своих чистопородных аналогов по данному показателю на 47%. Эксцесс и асимметрия ЯОР в популяции чистопородных коз и их гибридов имеют одинаковые направления. Результаты дисперсионного анализа указывает на то, что влияние видовой особенности на размер ядрышек в исследуемых популяциях не имеет статистически достоверного значения.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при поддержке РФФИ: проект №20-016-00116A.

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.

FUNDING

The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research: project No. 20-016-00116A.

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

- Kalinina N.O., Makarova S., Makhotenko A., Love A.J., Taliany M. The Multiple Functions of the Nucleolus in Plant Development, Disease and Stress Responses. *Front Plant Sci.*, 2018. 9:132. doi: 10.3389/fpls.2018.00132.
- Gupta S., Santoro R. Regulation and Roles of the Nucleolus in Embryonic Stem Cells: From Ribosome Biogenesis to Genome Organization, Stem. *CellReports*, 2020. V. 15, Issue 6: 1206–1219. <https://doi.org/10.1016/j.stemcr.2020.08.012>.
- Pelletier J., Thomas G., Volarevic S. Ribosome biogenesis in cancer: new players and therapeutic avenues. *Nat. Rev. Cancer*, 2018. 18: 51–63.
- Tsekrekou M., Stratigi K., Chatzinikolaou G. The Nucleolus: In Genome Maintenance and Repair. *Int. J. Mol. Sci.*, 2017. 18: 1411. <https://doi.org/10.3390/ijms18071411>.
- Lashkevich K.A., Dmitriev S.E. mRNA Targeting, Transport and Local Translation in Eukaryotic Cells: From the Classical View to a Diversity of New Concepts. *Mol. Biol.*, 2021. 55: 507–537. <https://doi.org/10.1134/S0026893321030080>.
- Weeks S.E., Metge B.J., Samant R.S. The nucleolus: a central response hub for the stressors that drive cancer progression. *Cell Mol Life Sci.*, 2019. 76(22): 4511–4524. doi: 10.1007/s00018-019-03231-0. Epub 2019 Jul 23.
- Boulon S. et al. The nucleolus under stress. *Molecular cell*, 2010. 40(2): 216–227.

REFERENCES

- Kalinina N.O., Makarova S., Makhotenko A., Love A.J., Taliany M. The Multiple Functions of the Nucleolus in Plant Development, Disease and Stress Responses. *Front Plant Sci.*, 2018. 9:132. doi: 10.3389/fpls.2018.00132.
- Gupta S., Santoro R. Regulation and Roles of the Nucleolus in Embryonic Stem Cells: From Ribosome Biogenesis to Genome Organization, Stem. *CellReports*, 2020. V. 15, Issue 6: 1206–1219. <https://doi.org/10.1016/j.stemcr.2020.08.012>.
- Pelletier J., Thomas G., Volarevic S. Ribosome biogenesis in cancer: new players and therapeutic avenues. *Nat. Rev. Cancer*, 2018. 18: 51–63.
- Tsekrekou M., Stratigi K., Chatzinikolaou G. The Nucleolus: In Genome Maintenance and Repair. *Int. J. Mol. Sci.*, 2017. 18: 1411. <https://doi.org/10.3390/ijms18071411>.
- Lashkevich K.A., Dmitriev S.E. mRNA Targeting, Transport and Local Translation in Eukaryotic Cells: From the Classical View to a Diversity of New Concepts. *Mol. Biol.*, 2021. 55: 507–537. <https://doi.org/10.1134/S0026893321030080>.
- Weeks S.E., Metge B.J., Samant R.S. The nucleolus: a central response hub for the stressors that drive cancer progression. *Cell Mol Life Sci.*, 2019. 76(22): 4511–4524. doi: 10.1007/s00018-019-03231-0. Epub 2019 Jul 23.
- Boulon S. et al. The nucleolus under stress. *Molecular cell*, 2010. 40 (2): 216–227.

8. Iarovaia O.V. et al. Nucleolus: a central hub for nuclear functions. *Trends in cell biology*, 2019. 29 (8): 647–659.
9. Matos-Perdomo E., Machin F. Nucleolar and ribosomal DNA structure under stress: yeast lessons for aging and cancer. *Cells*, 2019. 8 (8): 779.
10. Farley-Barnes K.I., Ogawa L.M., Baserga S.J. Ribosomopathies: old concepts, new controversies. *Trends in Genetics*, 2019. 35 (10): 754–767.
11. Penzo M. et al. The ribosome biogenesis – cancer connection. *Cells*, 2019. 8 (1): 55.
12. Correll C.C., Bartek J., Dunder M. The nucleolus: a multiphase condensate balancing ribosome synthesis and translational capacity in health, aging and ribosomopathies. *Cells*, 2019. 8 (8): 869.
13. Stochaj U., Weber S.C. Nucleolar Organization and Functions in Health and Disease. *Cells*, 2020. 9(3): 526. doi: 10.3390/cells9030526.
14. Di Mario P.J. *Int. Rev. Cytol.*, 2004. 239: 99–178.
15. Thiry M., Lafontaine D.L.J. Birth of a nucleolus: the evolution of nucleolar compartments. *Trends Cell Biol.*, 2005. 15 (4): 194–199.
16. Моралева А.А., Дерябин А.С., Рубцов Ю.П., Рубцова М.П., Донцова О.А. Биогенез эукариотических рибосом: 40s субъединица. *Acta Naturae* (русскоязычная версия), 2022. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biogenez-eukarioticheskikh-ribosom-40s-subedinitsa> (дата обращения: 14.06.2022).
17. Rudra D., Warner J.R. What better measure than ribosome synthesis? *Genes & development*, 2004. 18 (20): 2431–2436.
18. Peter J.S., John W.S. Brown Plant nuclear bodies. *Current Opinion in Plant Biology*, 2004. 7 (6): 614–620.
19. Neumann F.R., Nurse P. Nuclear size control in fission yeast. *The Journal of cell biology*, 2007. 179 (4): 593–600.
20. Huber M.D., Gerace L. The size-wise nucleus: nuclear volume control in eukaryotes. *The Journal of cell biology*, 2007. 179 (4): 583–584.
21. Kim D.H. et al. Volume regulation and shape bifurcation in the cell nucleus. *Journal of cell science*, 2015. 128 (18): 3375–3385.
22. Tiku V., Antebi A. Nucleolar Function in Lifespan Regulation. *Trends Cell Biol.*, 2018. 28: 662–672.
23. Howell W., Black D. Controlled silver staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: in a one step method. *Experientia*, 1980. 36: 1014–1015.
8. Iarovaia O.V. et al. Nucleolus: a central hub for nuclear functions. *Trends in cell biology*, 2019. 29 (8): 647–659.
9. Matos-Perdomo E., Machin F. Nucleolar and ribosomal DNA structure under stress: yeast lessons for aging and cancer. *Cells*, 2019. 8 (8): 779.
10. Farley-Barnes K.I., Ogawa L.M., Baserga S.J. Ribosomopathies: old concepts, new controversies. *Trends in Genetics*, 2019. 35 (10): 754–767.
11. Penzo M. et al. The ribosome biogenesis – cancer connection. *Cells*, 2019. 8 (1): 55.
12. Correll C.C., Bartek J., Dunder M. The nucleolus: a multiphase condensate balancing ribosome synthesis and translational capacity in health, aging and ribosomopathies. *Cells*, 2019. 8 (8): 869.
13. Stochaj U., Weber S.C. Nucleolar Organization and Functions in Health and Disease. *Cells*, 2020. 9(3): 526. doi: 10.3390/cells9030526.
14. Di Mario P.J. *Int. Rev. Cytol.*, 2004. 239: 99–178.
15. Thiry M., Lafontaine D.L.J. Birth of a nucleolus: the evolution of nucleolar compartments. *Trends Cell Biol.*, 2005. 15 (4): 194–199.
16. Moraleva A.A., Deryabin A.S., Rubtsov Y.P., Rubtsova M.P., Dontsova O.A. Biogenesis of eukaryotic ribosomes: 40s subunit. *Acta Naturae*, 2022. 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biogenez-eukarioticheskikh-ribosom-40s-subedinitsa> (14.06.2022). (In Russian).
17. Rudra D., Warner J.R. What better measure than ribosome synthesis? *Genes & development*, 2004. 18 (20): 2431–2436.
18. Peter J.S., John W.S. Brown Plant nuclear bodies. *Current Opinion in Plant Biology*, 2004. 7 (6): 614–620.
19. Neumann F.R., Nurse P. Nuclear size control in fission yeast. *The Journal of cell biology*, 2007. 179 (4): 593–600.
20. Huber M.D., Gerace L. The size-wise nucleus: nuclear volume control in eukaryotes. *The Journal of cell biology*, 2007. 179 (4): 583–584.
21. Kim D.H. et al. Volume regulation and shape bifurcation in the cell nucleus. *Journal of cell science*, 2015. 128 (18): 3375–3385.
22. Tiku V., Antebi A. Nucleolar Function in Lifespan Regulation. *Trends Cell Biol.*, 2018. 28: 662–672.
23. Howell W., Black D. Controlled silver staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: in a one step method. *Experientia*, 1980. 36: 1014–1015.

ОБ АВТОРАХ:

Байлар Садраддинович Иолчиев, доктор биологических наук, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-5386-7263>
 E-mail: baylar1@yandex.ru

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

Юрий Александрович Прытков, кандидат биологических наук, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-0843-1297>,
 E-mail: prytkov_y@mail.ru

Павел Михайлович Кленовицкий, доктор биологических наук, профессор, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-2266-1275>

Нелли Федоровна Хуснетдинова, кандидат биологических наук, доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии МВА имени К.И. Скрябина, ул. Академика Скрябина, 23, Москва, 109472, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-3092-248X>,
 E-mail: vet-doc@bk.ru

Анастасия Олеговна Силантьев, аспирант, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-3240-4603>
 E-mail: 9790197@mail.ru,

Рустам Байларович Иолчиев, ординатор, Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, ул. Нижняя Первомайская 70, Москва, 105203, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-1248-114X>,
 E-mail: rust1906@yandex.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Baylar Sadraddinovich Iolchiev, Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Cell Engineering, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-5386-7263>
 E-mail: baylar1@yandex.ru

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

Yury Alexandrovich Prytkov, Candidate of Biological Sciences, Researcher, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-0843-1297>,
 E-mail: prytkov_y@mail.ru

Pavel Mikhailovich Klenovitsky, Doctor of Biological Sciences, Professor, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-2266-1275>

Nelly Fedorovna Khusnetdinova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Skryabin, Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology, 23, Skryabin Str., 109472, Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-3092-248X>,
 E-mail: vet-doc@bk.ru

Anastasia Olegovna Silantiev, graduate student, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60, Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-3240-4603>,
 E-mail: 9790197@mail.ru

Rustam Bailyarovich Iolchiev, intern, National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 70, Nizhnaya Pervomayskaya str., Moscow, 105203, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-1248-114X>,
 E-mail: rust1906@yandex.ru

УДК 633.358:631.811.93:631.811.944

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-81-86

Л.В. Галактионова^{1, 2}, ✉
А.М. Короткова¹,
Н.А. Терехова²,
Н.И. Воскобулова¹,
С.В. Лебедев¹

¹ Федеральный научный центр
биологических систем и агротехнологий
Российской академии наук,
Оренбург, Российская Федерация

² Оренбургский государственный
университет, Оренбург, Российская
Федерация

✉ anilova.osu@mail.ru

Поступила в редакцию:
15.07.2022

Одобрена после рецензирования:
20.10.2022

Принята к публикации:
23.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-81-86

Ludmila V. Galaktionova^{1, 2}, ✉
Anastasia M. Korotkova¹,
Nadezhda A. Terekhova²,
Nadezhda I. Voskobulova¹,
Svyatoslav V. Lebedev¹

¹ Federal Scientific Center for Biological
Systems and Agrotechnologies
of the Russian Academy of Sciences,
Orenburg, Russian Federation

² Orenburg State University,
Orenburg, Russian Federation

✉ anilova.osu@mail.ru

Received by the editorial office:
15.07.2022

Accepted in revised:
20.10.2022

Accepted for publication:
23.11.2022

Оценка использования наночастиц кремния и железа для предпосевной обработки семян *Pisum sativum*

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Современные технологии растениеводства связаны с использованием наноразмерных материалов для предпосевной обработки семян. В статье представлены результаты изучения влияния предпосевной обработки семян *Pisum sativum* растворами наночастиц оксидов железа и кремния на всхожесть, жизнеспособность и урожайность растений в условиях Южного Урала.

Методы. Для предпосевной обработки семян использовали растворы наночастиц SiO₂ и Fe₃O₄ в концентрациях 10⁻², 10⁻³ и 10⁻⁴ мг/л, а также раствор смеси двух оксидов. Жизнеспособность клеток оценивали по методу Vijayaraghavaraddi. Активность супероксиддисмутазы определяли по Гианнополитису и Райсу, каталазу, перекисное окисление липидов и содержание малонового диальдегида – по Heath и Packer, а фракционный состав белков в семенах – по Chen.

Результаты. Определение всхожести *P. sativum* показало значительную стимуляцию прорастания семян в вариантах обработки 10⁻³ мг/л Fe₃O₄, 10⁻³ и 10⁻⁴ мг/л SiO₂, а также Fe₃O₄ (10⁻³ мг/л) с SiO₂ (10⁻⁴ мг/л). Повышение активности каталазы наблюдали при обработке семян SiO₂ в двух концентрациях (до 83% и 146%), Fe₃O₄ (до 111%) и Fe₃O₄ + SiO₂ (до 47%). Отмечено снижение содержания малонового диальдегида в вариантах воздействия SiO₂ и его смеси с Fe₃O₄ (до 40%). На фоне использования наночастиц для предпосевной обработки семян состав белкового комплекса изменился за счет увеличения пула альбуминов на 88% и снижения содержания глобулинов до 9,8%.

Ключевые слова: всхожесть, предпосевная обработка, наночастицы, урожайность, *Pisum sativum*

Для цитирования: Галактионова Л.В., Короткова А.М., Терехова Н.А., Воскобулова Н.И., Лебедев С.В. Оценка использования наночастиц кремния и железа для предпосевной обработки семян *Pisum sativum*. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 81–86. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-81-86>

© Галактионова Л.В., Короткова А.М., Терехова Н.А., Воскобулова Н.И., Лебедев С.В.

Evaluation of the use of silicon and iron nanoform for pre-sowing treatment of *Pisum sativum* seeds

ABSTRACT

Relevance. Modern plant growing technologies are associated with the use of nanoparticles for pre-sowing seed treatment. The article presents the results of studying the effect of pre-sowing treatment of *Pisum sativum* seeds with solutions of iron and silicon nanooxides on the germination, viability and yield of plants in the conditions of the Southern Ural.

Methods. For pre-sowing treatment of seeds, solutions of nanoparticles of SiO₂ and Fe₃O₄ were used at a concentration of 10⁻², 10⁻³ and 10⁻⁴ mg/l, as well as a solution of mixture of two oxides. Cell viability was assessed by the method of Vijayaraghavaraddi, superoxide dismutase activity was determined by Giannopolitis and Ries, catalase, lipid peroxidation and malondialdehyde content – by Heath and Packer, and the fractional composition of proteins in seeds – by Chen.

Results. Determination of the germination of *P. sativum* showed a significant stimulation of seed germination and an increase in catalase activity when seeds were treated with SiO₂ in two concentrations (up to 83% and 146%), Fe₃O₄ (up to 111%) and Fe₃O₄ + SiO₂ (up to 47%). A decrease in the content of malonic dialdehyde due to the treatment with SiO₂ and its mixture with Fe₃O₄ (up to 40%) was noted. Against the background of the use of nanoparticles for pre-sowing seed treatment, the composition of the protein complex changed due to an increase in the pool of albumins by 88% and a decrease in the content of globulins down to 9,8%.

Key words: germination, pre-sowing treatment, nanoparticles, productivity, *Pisum sativum*

For citation: Galaktionova L.V., Korotkova A.M., Terekhova N.M., Voskobulova N.I., Lebedev S.V. Evaluation of the use of silicon and iron nanoform for pre-sowing treatment of *Pisum sativum* seeds. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 81–86. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-81-86> (In Russian).

© Galaktionova L.V., Korotkova A.M., Terekhova N.A., Voskobulova N.I., Lebedev S.V.

Введение / Introduction

Инновационным подходом в обработке семян является использование наноматериалов, перечень которых определяется особенностями культурных растений и условиями культивирования [1–2]. Совокупность методов предпосевной обработки семян составами, главным компонентом которых являются наночастицы, получила название нано-прайминга. Инновационная технология повышает урожайность культурных растений за счет повышения их устойчивости к неблагоприятным факторам среды [3–5].

Нанокристаллические соединения (Fe, Mo, Zn, Cu, Co, Se) широко используются для предпосевной обработки семян по причине их активного участия в окислительно-восстановительных процессах, присутствия в составе многих ферментов и сложных белков. Кремний является одним из наиболее распространенных макроэлементов, однако его роль в процессах жизнедеятельности растений, в том числе и возможность его использования для предпосевной обработки семян, начала активно изучаться только в конце XX века [6–7].

Железо входит в состав каталитических центров многих окислительно-восстановительных ферментов и компонентов хлоропластов, что стимулирует развитие побегов и корневой системы растений. Наночастицы железа обладают высокой степенью биодоступности, что открывает широкие перспективы их использования в растениеводстве [8–10]. Таким образом, проблема поиска новых соединений для предпосевной обработки семян культурных растений может быть решена использованием различных наноразмерных материалов.

Цель исследования заключалась в оценке влияния предпосевной обработки семян гороха посевного (*Pisum sativum* L.) растворами наночастиц оксидов железа и кремния на всхожесть, окислительный статус, жизнеспособность и урожайность в условиях Южного Урала.

Материал и методы исследования / Materials and method

В исследовании использовались наночастицы (НЧ) SiO_2 (размером $30,7 \pm 0,3$ нм и ζ -потенциалом $27 \pm 0,12$ мВ, производства компании «Plasmotherm», Россия, <http://plasmotherm.ru>) и Fe_3O_4 (80–100 нм, ζ -потенциал $20 \pm 0,14$ мВ, производства компании «Передовые порошковые технологии», Россия, www.nanosized-powders.com). Растворы готовили путем смешивания навески наночастиц с деионизированной водой с последующей обработкой ультразвуком (35 кГц, 30 минут). Для обработки семян использовали следующие концентрации Fe_3O_4 и SiO_2 : 10^{-2} ; 10^{-3} и 10^{-4} мг/л; раствор обоих оксидов получали путем смешивания растворов Fe_3O_4 (10^{-3} мг/л) и SiO_2 (10^{-4} мг/л) в соотношении 1:1.

Для сравнения эффективности использования наночастиц железа и кремния был использован препарат «Мивал-Агро» компании ООО «АгроСил» (Россия, <http://agrosil.ru>). Контрольный вариант опыта включал использование семян без обработки.

В качестве объекта исследования использовали горох сорта Флагман 12. Семена были предоставлены ФГБНУ «Самарский НИИСХ» (Россия, <http://samniish.ru>).

Первый этап эксперимента начинали с предварительной обработки семян *P. sativum* растворами различных агентов (H_4SiO_4 , Fe_3O_4 , «Мивал-Агро») с последующим подсушиванием. Для определения действующих концентраций семена проращивали по в чашках Петри согласно ГОСТ 12038-84. После проведенных исследований были выбраны концентрации, продемонстрировавшие стимулирующее влияние на рост и развитие семян.

Подготовка почвы к модельному эксперименту осуществлялась согласно общепринятой методике, после чего ее помещали в пластиковые контейнеры. В почву добавляли дистиллированную воду, перемешивали до образования густой кашеобразной массы с влажностью 40–45%. Далее в контейнеры сеяли по 20 семян гороха и выращивали в климатической камере «Pol-eko KK 1200 TOP+» («Pol-Eko-Aparatura», Польша) при относительной влажности воздуха 30%, температуре воздуха $25 \pm 2^\circ\text{C}$, и температуре субстрата $23 \pm 2^\circ\text{C}$. Через интервалы 15, 25 и 35 дней после появления всходов производили отбор и анализ растительных образцов.

Оценка жизнеспособности клеток осуществлялась путем их окрашивания 0,25%-ным водным раствором эванса синего («Sigma», USA) с визуализацией под световым микроскопом и количественной оценкой спектрофотометрическим методом [11]. Общую активность супероксиддисмутазы (СОД) определяли по Гианнополитису и Райсу, каталазы (КАТ) и продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) – по содержанию малонового диальдегида (МДА) как описано ранее [12–13].

Полевой этап эксперимента проводился на участке полевого стационара Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий РАН, расположенного близ п. Нежинка Оренбургской области России ($51^\circ 46' 4''\text{N}$, $55^\circ 22' 7''\text{E}$). Общий размер участка 990 м^2 далее был разделен на 20 делянок площадью $49,5 \text{ м}^2$ ($1,65 \times 30$). Почва участка была представлена черноземом южным. Характеристика почв представлена в табл. 1. Перед посевом на участке проводилась двукратная культивация с целью уничтожения сорняков, рыхления, выравнивания почвы и создания плотного ложа для семян.

Семена гороха обрабатывали одним из растворов с нормой расхода 10 л на 1 т семян и высевали в почву. В опыте применяли общепринятую для зоны технологию возделывания гороха. Поскольку условия вегетации были засушливыми, засоренность делянок сорняками была слабой, в мероприятиях по уходу за делянками не было необходимости. После уборки урожая семена, собранные с каждого варианта опыта, размалывали и анализировали по методу фракционирования белков [14]. Экспериментальные данные были обработаны на основе методов математической статистики с использованием Microsoft Excel и MathCad. Полученные данные представлены с доверительным коэффициентом 0,95.

Таблица 1. Характеристика почвенного покрова опытного участка, $M \pm m$
Table 1. Characteristics of the soil cover of the experimental site, $M \pm m$

Показатель	Значение	Показатель	Значение
Содержание физической глины, %	$30,6 \pm 0,73$	N-NO_3 , мг/кг почвы	$13,5 \pm 0,34$
$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	$7,2 \pm 0,82$	P_2O_5 , обменный, мг/кг	$21,2 \pm 0,52$
Гумус, %	$4,1 \pm 0,09$	K_2O , обменный, мг/кг	$315 \pm 0,41$

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Лабораторный опыт по определению всхожести семян *P. sativum* продемонстрировал наиболее выраженный положительный эффект и достоверное стимулирование прорастания относительно контроля в вариантах обработки 10^{-3} мг/л Fe_3O_4 , 10^{-3} и 10^{-4} мг/л SiO_2 , а также Fe_3O_4 (10^{-3} мг/л) с SiO_2 (10^{-4} мг/л) в соотношении 1:1, что согласуется с литературными данными [15]. Помимо суспензий HCl Fe_3O_4 и SiO_2 , продемонстрировал свою эффективность и модельный препарат «Мивал-Агро».

На рис. 1а показано прямо пропорциональное увеличение жизнеспособности клеток после обработки растений растворами HCl SiO_2 в концентрациях 10^{-3} и 10^{-4} мг/л (до 61,1 и 67,2% относительно растений положительного контроля – 100% мертвых клеток) и $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{SiO}_2$ (до 55%).

Наиболее выраженный эффект проявлялся у растений, семена которых были обработаны HCl SiO_2 в разведении 10^{-4} мг/л. Результаты исследования демонстрируются микроскопией окрашенных фрагментов корня (рис. 1б).

Активность СОД и КАТ в зеленой массе растений гороха характеризовались различной динамикой в ходе экспозиции эксперимента (рис. 2).

Активность КАТ у проростков была ниже контроля в первые две недели на 50–60%, на 25-й день происходило увеличение показателя до уровня интактных растений. А резкое увеличение активности фермента, отмеченное на 35-й день эксперимента, свидетельствует о наращивании активного пула фермента.

КАТ является основным антиоксидантом в растениях, который предотвращает их окислительное повреждение и выступает в качестве нейтрализатора радикалов. Повышение КАТ регистрировалось после обработки семян SiO_2 в двух концентрациях (до 83% и 146%), Fe_3O_4 (до 111%) и $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{SiO}_2$ (до 47%) ($P < 0,05$).

Различия в значениях активности СОД были менее контрастны: так, небольшое увеличение показателя (свыше 30%) относительно контроля отмечено в растениях на 25-й день их роста ($P < 0,05$). При этом на 35-й день уровень СОД снижался до контрольного значения, что говорит об эффективной нейтрализации супероксид-радикалов и интенсификации работы каталазы.

Одним из показателей степени развития окислительного стресса у растений является значение перекисного окисления липидов клеточных мембран – малонового диальдегида (МДА). Свободные радикалы, окисляя липиды клеточной мембраны, делают ее проницаемой для ионов и органических кислот. Анализ степени перекисного окисления липидов показал, что предпосевная обработка семян *P. sativum* наночастицами оказывает разнонаправленное влияние, зависящее от фазы роста. Так, на 25-й день эксперимента регистрировалось небольшое увеличение уровня МДА по сравнению с контролем в случае обработки 10^{-3} и 10^{-4} мг/л SiO_2 и смесью $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{SiO}_2$. Однако показатель был намного меньше уровня после обработки препаратом «Мивал-Агро» (в 1,5–2 раза). В условиях эксперимента в течение 35 дней слабая интенсивность накопления МДА в вариантах воздействия SiO_2 и его смеси с Fe_3O_4 (не более 40%) свидетельствует об устойчивости растений к воздействию внешних факторов.

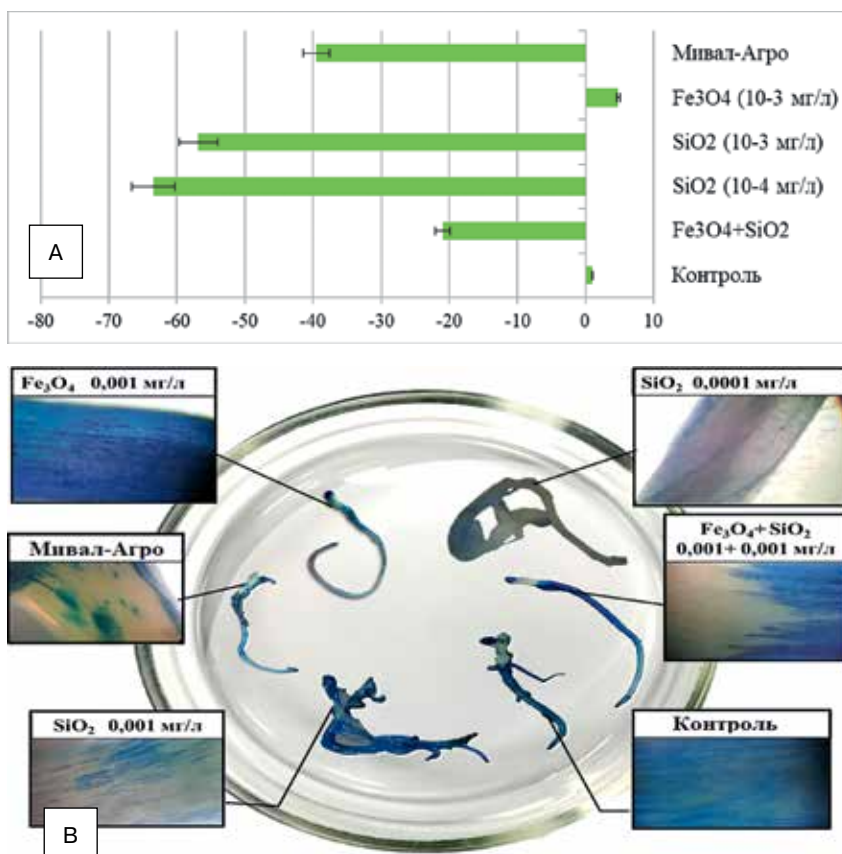
В свою очередь, в растениях, выросших на фоне обработки раствором Fe_3O_4 , установлено увеличение содержания МДА во всем временном диапазоне экспозиции (от 15 до 35 дней), сопоставимое с воздействием препарата «Мивал-Агро» – до 176% ($P < 0,05$). Эти результаты показали, что наночастицы также могут привести к образованию свободных радикалов и нарушению целостности мембраны.

Активность СОД и КАТ являются показателями антиоксидантной защиты клеток растений при воздействии стрессовых факторов, в том числе аномальных погодных условий, избытка или недостатка микроэлементов.

Погодные условия полевого опыта, сложившиеся в период вегетации гороха *P. sativum*, можно охарактеризовать как крайне неблагоприятные: экстремально высокая температура воздуха (30–40 °C) при недостаточном атмосферном увлажнении и среднесуточном дефиците влажности воздуха (от 13 до 21 мм). Количество осадков, выпавших в летний период, составило 35 мм, что соответствует не более 40% от сред-

Рис. 1. Жизнеспособность корней *P. sativum* после предпосевной обработки семян растворами агентов: а – диаграмма, % от контроля; б – фото клеток корня в зоне растяжения. (Фото автора)

Fig. 1. Viability of *P. sativum* roots after pre-sowing treatment of seeds with solutions of agents: а – diagram, % of control; б – photos of root cells in the stretch zone. (Photo by the author)



немногочисленных значений. К фазе полной спелости зерна гороха продуктивной влаги до глубины 60 см не было, в метровом слое почвы осталось 6 мм (табл. 2).

Влагообеспеченность посевов гороха за период от всходов до полной спелости зерна составила 28,4% от потребности во влаге растений. Ввиду отрицательного влияния вышеуказанных факторов урожайность зерна была низкой – 1,9–2,6 ц с 1 гектара, при этом разница по вариантам опыта была недостоверной.

Анализ структуры урожайности зерна показывает, что по количеству бобов на растении, семян в бобе и массе зёрен варианты обработки препаратами находятся на уровне или уступают контрольному варианту.

Положительное влияние на рост растения оказала предпосевная обработка семян НЧ SiO_2 , Fe_3O_4 и препаратом органического кремния «Мивал-Агро».

Анализ содержания протеинов в семенах *P. sativum* после выращивания в полевых условиях показал вы-

Рис. 1. Активность антиоксидантных ферментов и МДА у *P. sativum* после предпосевной обработки семян: 1 – раствором $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{SiO}_2$; 2 – раствором Fe_3O_4 в концентрации 10^{-3} мг/л; 3 – раствором SiO_2 в концентрации 10^{-3} мг/л; 4 – раствором SiO_2 в концентрации 10^{-4} мг/л; 5 – «Мивал-Агро»

Fig. 1. Activity of antioxidant enzymes and MDA in *P. sativum* after pre-sowing seed treatment: 1 – $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{SiO}_2$ solution; 2 – Fe_3O_4 solution with a concentration of 10^{-3} mg/l; 3 – solution with a SiO_2 concentration of 10^{-3} mg/l; 4 – SiO_2 solution with a concentration of 10^{-4} mg/l; 5 – “Mival-Agro”

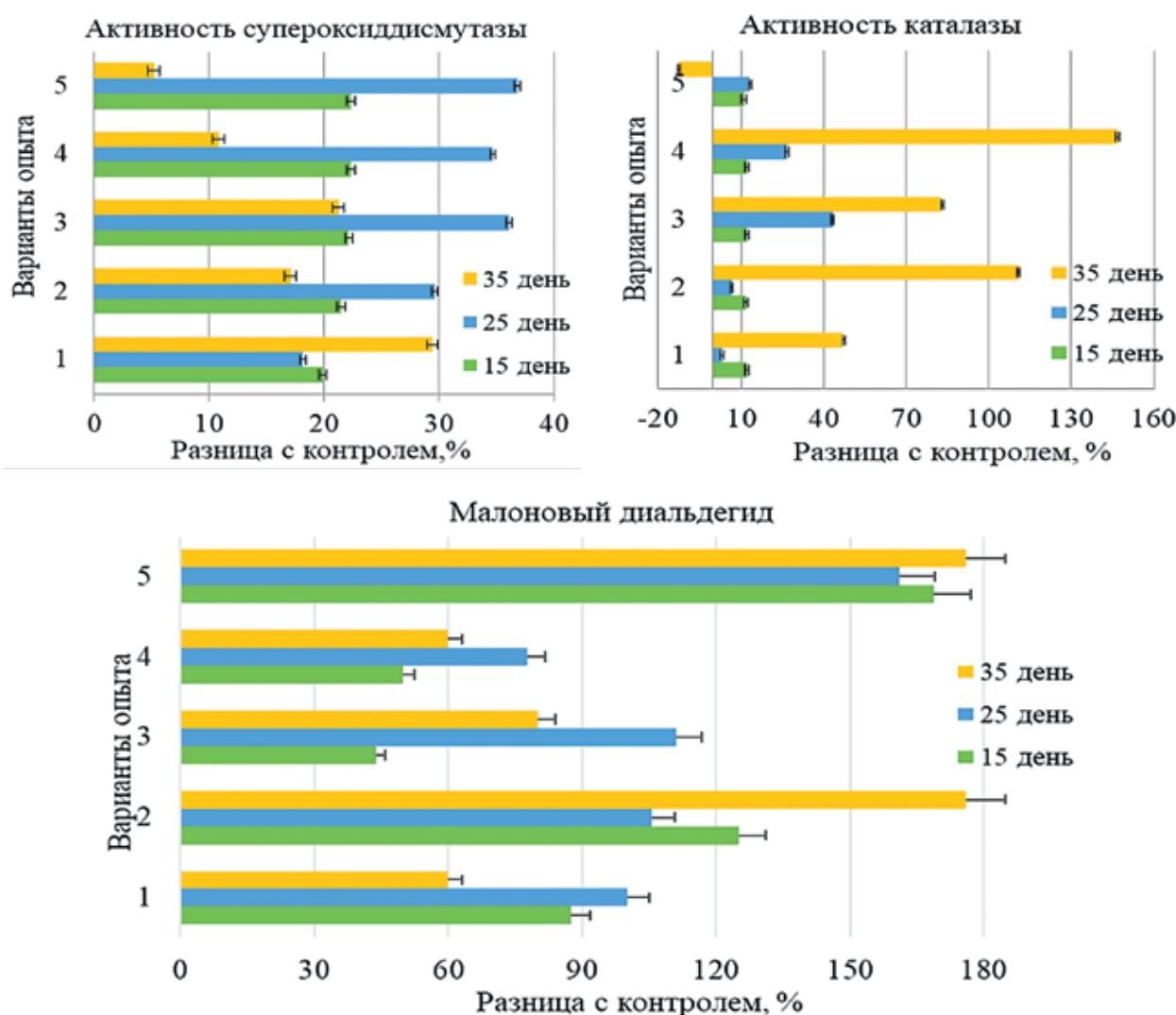
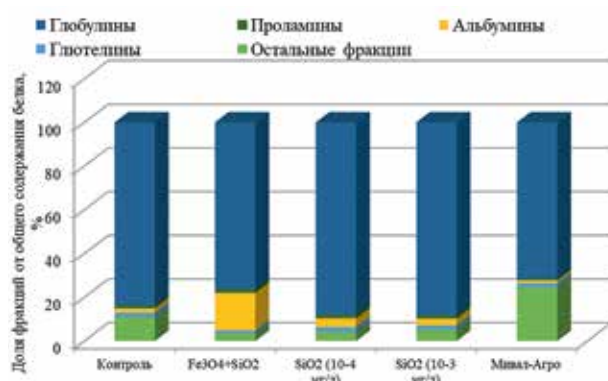


Таблица 2. Продуктивность *P. sativum* в полевых условиях
Table 2. Productivity of *P. sativum* in the field

Вариант	Количество растений, шт./м ²	Масса семян, г			Высота растений, см	Урожайность зерна, ц/га
		с 1 м ²	1000 семян	с 1 растения		
Контроль	88	27,7	206	0,29	32	1,9
$\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{SiO}_2$ ($10^{-3}+10^{-4}$ мг/л)	88	32,4	206	0,37	34	2,5
Fe_3O_4 (10^{-3} мг/л)	94	20,9	205	0,22	34	2,0
SiO_2 (10^{-4} мг/л)	95	28,6	206	0,30	35	2,6
«Мивал-Агро»	93	34,3	204	0,37	36	2,2

Рис. 3. Содержание различных фракций белка в семенах *P. sativum***Fig. 3.** The content of various protein fractions in *P. sativum* seeds

раженное увеличение пула альбуминов после экспонирования со смесью $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{SiO}_2$ на 88% (рис. 3). Содержание глобулинов при этом уменьшилось до 9,8% относительно контроля.

В вариантах обработки растений раствором HCl SiO_2 отмечено небольшое увеличение суммы глобулинов относительно контроля – не более чем на 5% – с одновременным снижением фракции глютелина. Ранее в исследовании растений риса было установлено увеличение содержания отдельных фракций белковых соединений.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование подготовлено в соответствии с государственным заданием, выданным Минобрнауки РФ, на выполнение НИР для ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» № 075-03-2022-401 от 12 января 2022 г. «Разработка и эколого-экономическое обоснование технологии рекультивации нарушенных горно-металлургическим комплексом земель на основе мелиорантов и удобрений нового типа»; выполнено совместно с сотрудниками Центра коллективного пользования (ЦКП) с использованием фондов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФНЦ БСТ РАН (No Росс RU.0001.21 ПФ59, Единый российский реестр центров коллективного пользования – <http://www.ckp-rf.ru/ckp/77384>).

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Давыдова Н.В., Замана С.П., Крохмаль И.И., Резеткин А.М., Романова Е.С., Ольховская И.П., Богословская О.А., Яблоков А.Г., Глушенко Н.Н. Показатели яровой пшеницы в ответ на обработку семян наночастицами металлов. *Российские нанотехнологии*. 2019. Т. 14. № 11–12: 64–74. <https://doi.org/10.21517/1992-7223-2019-11-12-64-74>
2. Hoe P.T., Mai N.C., Lien L., Ban N., Van M., Chau N.H., Buu N.Q., Hien D.T. Germination responses of soybean seeds under Fe, ZnO, Cu and Co nanoparticle treatments. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2018; 20(7):1562–1568. DOI:10.17957/IJAB/15.0670
3. Nile S.H., Thiruvengadam M., Wang Y., Samynathan R., Shariati M.A., Rebezov M., Nile A., Sun M., Venkidasamy B., Xiao J., Kai G. Nano-priming as emerging seed priming technology for sustainable agriculture-recent developments and future perspectives. *Journal of nanobiotechnology*. 2022; 20(1): 254. <https://doi.org/10.1186/s12951-022-01423-8>
4. Santo P.A.E., Oliveira H.C., Fraceto L.F., Santaella C. Nanotechnology potential in seed priming for sustainable agriculture. *Nanomaterials*. 2021; 11: 267. <https://doi.org/10.3390/nano11020267>
5. Shelar A., Singh A.V., Maharjan R.S., Laux P., Luch A., Gemmati D., Tisato V., Singh S.P., Santilli M.F., Shelar A., Chaskar M., Patil R. Sustainable agriculture through multidisciplinary seed nanoprimer: prospects of opportunities and challenges. *Cells*. 2021; 10(9): 2428. <https://doi.org/10.3390/cells10092428>

В исследовании Zhao с коллегами (2014) показано, что HCl ZnO не влияли на фракции белка, однако CeO_2 в дозе 400 мг/кг увеличивал сумму глобулинов [16].

Отметим увеличение содержание глютелина после предпосевной обработки препаратом «Мивал-Агро» до 50%, что, вероятно, вызвано специфической активацией белкового обмена.

Выводы / Conclusion

Изучение влияния различных составов наносоединений в сравнении с органическим аналогом «Мивал-Агро» в условиях лабораторного опыта показало, что эффективными для достоверного стимулирования прорастания семян и проростков являются $\text{HCl Fe}_3\text{O}_4$ (10^{-3} мг/л), SiO_2 (10^{-3} и 10^{-4} мг/л) и их смесь $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{SiO}_2$. Обработка семян суспензиями наночастиц SiO_2 в концентрации 10^{-4} мг/л и Fe_3O_4 усиливает устойчивость к воздействию внешних факторов. Результаты полевого опыта не продемонстрировали достоверного увеличения всхожести и урожайности, что связано с засушливыми условиями периода вегетации. А влияние предпосевной обработки семян суспензией наночастиц на состав белкового комплекса имеет сходный для культурных растений характер, и не носит элементно- и/или видоспецифического характера.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности дальнейшего изучения и внедрения нанотехнологических решений в практику растениеводства.

FUNDING

The research was funded by the Ministry of Science and Higher Education in accordance with the state assignment on science for Ural State Mining University № 075-03-2022-401 dated 12 January 2022 "Development and environmental and economic substantiation of the technology for reclamation of land disturbed by the mining and metallurgical complex based on reclamation materials and fertilizers of a new type". We obtain the scientific results with the staff of Center for the collective use by using the equipment of the Center for the collective use of scientific equipment of the Federal Scientific Center of biological systems and agricultural technologies of RAS (No Ross RU.0001.21 PF59, the Unified Russian Register of Centers for Collective Use – <http://www.ckp-rf.ru/ckp/77384>).

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

REFERENCES

1. Davydova N.V., Zamana S.P., Krokhamal I.I., Rezetkin A.M., Romanova E.S., Olkhovskaya I.P., Bogoslovskaya O.A., Yablokov A.G., Glushchenko N.N. Spring wheat indicators in response to seed treatment with metal nanoparticles. *Russian nanotechnologies*. 2019. Vol. 14. No. 11–12: 64–74. <https://doi.org/10.21517/1992-7223-2019-11-12-64-74> (In Russian)
2. Hoe P.T., Mai N.C., Lien L., Ban N., Van M., Chau N.H., Buu N.Q., Hien D.T. Germination responses of soybean seeds under Fe, ZnO, Cu and Co nanoparticle treatments. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2018; 20(7):1562–1568. DOI:10.17957/IJAB/15.0670
3. Nile S.H., Thiruvengadam M., Wang Y., Samynathan R., Shariati M.A., Rebezov M., Nile A., Sun M., Venkidasamy B., Xiao J., Kai G. Nano-priming as emerging seed priming technology for sustainable agriculture-recent developments and future perspectives. *Journal of nanobiotechnology*. 2022; 20(1): 254. <https://doi.org/10.1186/s12951-022-01423-8>
4. Santo P.A.E., Oliveira H.C., Fraceto L.F., Santaella C. Nanotechnology potential in seed priming for sustainable agriculture. *Nanomaterials*. 2021; 11: 267. <https://doi.org/10.3390/nano11020267>
5. Shelar A., Singh A.V., Maharjan R.S., Laux P., Luch A., Gemmati D., Tisato V., Singh S.P., Santilli M.F., Shelar A., Chaskar M., Patil R. Sustainable agriculture through multidisciplinary seed nanoprimer: prospects of opportunities and challenges. *Cells*. 2021; 10(9): 2428. <https://doi.org/10.3390/cells10092428>

6. Mushtaq A., Rizwan S., Jamil N., Ishtiaq T., Irfan S., Ismail T., Malghani M.N., Shahwani M.N. Influence of silicon sources and controlled release fertilizer on the growth of wheat cultivars of Balochistan under salt stress. *Pakistan Journal of Botany*. 2019; 51: 1561–1567. [https://doi.org/10.30848/PJB2019-5\(44\)](https://doi.org/10.30848/PJB2019-5(44))
7. Ahmad A., Hashmi S.S., Palma J.M., Corpas F.J. Influence of metallic, metallic oxide, and organic nanoparticles on plant physiology. *Chemosphere*. 2022; 290: 133329. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133329>
8. Khan M.R., Adam V., Rizvi T.F., Zhang B., Ahamad F., Joško I., Zhu Y., Yang M., Mao C. Nanoparticle-plant interactions: two-way traffic. *Small*. 2019; 15(37): 1613–6810. <https://doi.org/10.1002/sml.201901794>
9. Palchoudhury S., Jungjohann K.L., Weerasena L., Arabshahi A., Gharge U., Albattah A., Miller J., Patel K., Holler R.A. Enhanced legume root growth with pre-soaking in α -Fe₂O₃ nanoparticle fertilizer. *RSC Advances*. 2018; 8(43): 24075–24083. <https://doi.org/10.1039/c8ra04680h>
10. Verma K.K., Song X.-P., Joshi A., Tian D.-D., Rajput V.D., Singh M., Arora J., Minkina T., Li Y.R. Recent trends in nano-fertilizers for sustainable agriculture under climate change for global food security. *Nanomaterials*. 2022; 12(1): 173. <https://doi.org/10.3390/nano12010173>
11. Vijayaraghavareddy P., Vemanna R.S., Yin X., Struik P.C., Makarla U., Sreeman S.M. Acquired traits contribute more to drought tolerance in wheat than in rice. *Plant Phenomics*. 2020(3):1–16. <https://doi.org/10.34133/2020/5905371>
12. Гавриш И.А., Лебедев С.В., Короткова А.М., Кван О.В. Влияние металлических наночастиц на физиолого-биохимические показатели Пшеницы мягкой. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2019; 81(1):263–268. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-1-263-268>
13. Ehrhardt-Brocardo M.N.C., Coelho C.M.M., Souza C.A. Storage protein composition during germination and its association with physiological seed quality in common bean. *Acta Scientiarum – Agronomy*. 2022; 44(1):e53434. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v44i1.53434>
14. Nazarian S., Majd A., Iranian S., Najafi F., Ghahremaninejad F., Landberg T., Greger M. Comparison of silicon nanoparticles and silicate treatments in fenugreek. *Plant physiology and biochemistry*. 2017; 115: 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.03.009>
15. Wang W., Peng H., Huang J., Cui K., Nie L. Effect of storage condition and duration on the detection of primed rice seed. *Front Plant Sci*. 2018; 172: 9–13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00172>
16. Gong C., Wang L., Li X., Wang H., Jiang Y., Wang W. Responses of seed germination and shoot metabolic profiles of maize (*Zea mays* L.) to Y2O₃ nanoparticle stress. *RSC Advances*. 2019; 9(47): 27720–27731. <https://doi.org/10.1039/C9RA04672K>
6. Mushtaq A., Rizwan S., Jamil N., Ishtiaq T., Irfan S., Ismail T., Malghani M.N., Shahwani M.N. Influence of silicon sources and controlled release fertilizer on the growth of wheat cultivars of Balochistan under salt stress. *Pakistan Journal of Botany*. 2019; 51: 1561–1567. [https://doi.org/10.30848/PJB2019-5\(44\)](https://doi.org/10.30848/PJB2019-5(44))
7. Ahmad A., Hashmi S.S., Palma J.M., Corpas F.J. Influence of metallic, metallic oxide, and organic nanoparticles on plant physiology. *Chemosphere*. 2022; 290: 133329. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133329>
8. Khan M.R., Adam V., Rizvi T.F., Zhang B., Ahamad F., Joško I., Zhu Y., Yang M., Mao C. Nanoparticle-plant interactions: two-way traffic. *Small*. 2019; 15(37): 1613–6810. <https://doi.org/10.1002/sml.201901794>
9. Palchoudhury S., Jungjohann K.L., Weerasena L., Arabshahi A., Gharge U., Albattah A., Miller J., Patel K., Holler R.A. Enhanced legume root growth with pre-soaking in α -Fe₂O₃ nanoparticle fertilizer. *RSC Advances*. 2018; 8(43): 24075–24083. <https://doi.org/10.1039/c8ra04680h>
10. Verma K.K., Song X.-P., Joshi A., Tian D.-D., Rajput V.D., Singh M., Arora J., Minkina T., Li Y.R. Recent trends in nano-fertilizers for sustainable agriculture under climate change for global food security. *Nanomaterials*. 2022; 12(1): 173. <https://doi.org/10.3390/nano12010173>
11. Vijayaraghavareddy P., Vemanna R.S., Yin X., Struik P.C., Makarla U., Sreeman S.M. Acquired traits contribute more to drought tolerance in wheat than in rice. *Plant Phenomics*. 2020(3):1–16. <https://doi.org/10.34133/2020/5905371>
12. Gavriš I.A., Lebedev S.V., Korotkova A.M., Kvan O.V. Influence of metal nanoparticles on the physiological and biochemical parameters of common wheat. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2019; 81(1):263–268. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-1-263-268> (In Russian)
13. Ehrhardt-Brocardo M.N.C., Coelho C.M.M., Souza C.A. Storage protein composition during germination and its association with physiological seed quality in common bean. *Acta Scientiarum – Agronomy*. 2022; 44(1):e53434. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v44i1.53434>
14. Nazarian S., Majd A., Iranian S., Najafi F., Ghahremaninejad F., Landberg T., Greger M. Comparison of silicon nanoparticles and silicate treatments in fenugreek. *Plant physiology and biochemistry*. 2017; 115: 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.03.009>
15. Wang W., Peng H., Huang J., Cui K., Nie L. Effect of storage condition and duration on the detection of primed rice seed. *Front Plant Sci*. 2018; 172: 9–13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00172>
16. Gong C., Wang L., Li X., Wang H., Jiang Y., Wang W. Responses of seed germination and shoot metabolic profiles of maize (*Zea mays* L.) to Y2O₃ nanoparticle stress. *RSC Advances*. 2019; 9(47): 27720–27731. <https://doi.org/10.1039/C9RA04672K>

ОБ АВТОРАХ:

Людмила Вячеславовна Галактионова, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории агроэкологии и почвоведения Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук. ул. 9 Января, 29, Оренбург, Оренбургская обл., 460000, Российская федерация E-mail: anilova.osu@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-0781-3752>

Анастасия Михайловна Короткова, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук. ул. 9 Января, 29, Оренбург, Оренбургская обл., 460000, Российская федерация E-mail: anastasiaporv@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-7981-7245>

Надежда Алексеевна Терехова, аспирант, Оренбургский государственный университет, пр. Победы 13 е, Оренбург, Оренбургская обл 460018, Российская федерация E-mail: terehova_n99@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0766-2600>

Надежда Ивановна Воскобулова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела технологий зерновых и кормовых культур Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук. ул. 9 Января, 29, Оренбург, Оренбургская обл., 460000, Российская федерация e-mail: voskobulova1952@yandex.ru

Святослав Валерьевич Лебедев, доктор биологических наук, член-корреспондент, ведущий научный сотрудник, директор Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук. ул. 9 Января, 29, Оренбург, Оренбургская обл., 460000, Российская федерация e-mail: lsv74@list.ru <https://orcid.org/0000-0001-9485-7010>

ABOUT THE AUTHORS:

Ludmila Vyacheslavovna Galaktionova, Candidate of Biological Sciences, Researcher, Laboratory of Agroecology and Soil Science Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences. st. January 9, 29, Orenburg, Orenburg region, 460000, Russian Federation E-mail: anilova.osu@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-0781-3752>

Anastasia Mikhailovna Korotkova, Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Laboratory of Biological Testing and Expertise Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences. st. January 9, 29, Orenburg, Orenburg region, 460000, Russian Federation E-mail: anastasiaporv@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-7981-7245>

Nadezhda Alekseevna Terekhova, Graduate student, Orenburg State University, 13 e Pobedy Ave., Orenburg, Orenburg region 460018, Russian Federation E-mail: terehova_n99@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0766-2600>

Nadezhda Ivanovna Voskobulova, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher at the Department of Grain and Forage Crops Technologies, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences. st. January 9, 29, Orenburg, Orenburg region, 460000, Russian Federation e-mail: voskobulova1952@yandex.ru

Svyatoslav Valerievich Lebedev, Doctor of Biological Sciences, Corresponding Member, Leading Researcher, Director Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences. st. January 9, 29, Orenburg, Orenburg region, 460000, Russian Federation e-mail: lsv74@list.ru <https://orcid.org/0000-0001-9485-7010>

УДК 633.11«324»:551.584:631.5

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-87-92

Н.А. Морозов¹, ✉
Н.А. Ходжаева¹,
А.И. Хрипунов²,
Е.Н. Общия²

¹ Прикумская опытно-селекционная станция – филиал Северо-Кавказского Федерального научного аграрного центра, Буденновск, Ставропольский край, Российская Федерация

² Северо-Кавказский Федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Ставропольский край, Российская Федерация

✉ sniish@mail.ru

Поступила в редакцию:
29.04.2022

Одобрена после рецензирования:
15.09.2022

Принята к публикации:
23.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-87-92

Nicolai A. Morozov¹, ✉
Nina A. Khodzhaeva¹,
Alexander I. Khripunov²,
Elena N. Obshchiya²

¹ Prikumskaya experimental breeding station – branch of the North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Budennovsk, Stavropol Territory, Russian Federation

² North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk, Stavropol Territory, Russian Federation

✉ sniish@mail.ru

Received by the editorial office:
29.04.2022

Accepted in revised:
15.09.2022

Accepted for publication:
23.11.2022

Влияние самых сильных летне-осенних засух на урожайность озимой пшеницы по различным предшественникам в засушливых условиях Восточного Предкавказья

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Изучение закономерностей влияния сильных засух и разработка мероприятий по снижению их негативных последствий на продуктивность посевов являются важными задачами земледелия.

Методы. Длительный стационарный опыт был заложен на Прикумской опытно-селекционной станции в 1969 г. Исследования проводили в 6-польном зернопаровом севообороте в годы с ГТК за июль – октябрь 0,12–0,30. Цель исследований – изучить влияние самых сильных засух летне-осеннего периода на влагообеспеченность, рост, развитие и урожайность озимой пшеницы по чистому пару и полупару в засушливой зоне Ставропольского края.

Результаты. Запасы продуктивной влаги в слое почвы 1 м осенью к посеву по чистому пару в 4, полупару – в 5 случаях из 7 лет были ниже нормы, а в 3 по непаровому предшественнику полностью отсутствовали. Это приводит к значительной или полной задержке всходов, слабому развитию растений, изреженности и формированию пониженного количества продуктивных стеблей к уборке, а именно этот показатель структуры в значительной степени определяет величину урожая. К весне содержание влаги по пару в 3, а полупару – в 4 случаях было ниже среднееголетнего значения. Из 7 лет в 3 (43%) сильные летне-осенние засухи сочетались с различной степенью засушливости весенне-летнего периода. Урожайность озимой пшеницы по чистому пару в среднем составила 3,71, а по полупару – 1,85 т/га, но в отдельные годы колебалась, соответственно, от 2,74 до 5,68 и от 1,06 до 2,79 т/га, то есть различалась в 2,1–2,6 раза. Величина урожая по чистому пару в 2 раза выше, чем по непаровому предшественнику, что свидетельствует о целесообразности применения чистого пара о его стабилизирующей роли в засушливых условиях.

Ключевые слова: предшественник, озимая пшеница, запас продуктивной влаги, летне-осенний период, засушливая зона

Для цитирования: Морозов Н.А., Ходжаева Н.А., Хрипунов А.И., Общия Е.Н. Влияние самых сильных летне-осенних засух на урожайность озимой пшеницы по различным предшественникам в засушливых условиях Восточного Предкавказья. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 87–92. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-87-92>

© Морозов Н.А., Ходжаева Н.А., Хрипунов А.И., Общия Е.Н.

Effect of the most severe summer-autumn droughts on the yield of winter wheat on background of different precursors in the arid conditions of the Eastern Caucasus

ABSTRACT

Relevance. To study regularities of severe droughts influence and to develop measures on decreasing their negative consequences on crop capacity are important tasks of arable farming.

Methods. A long-term experiment was laid in the Prikumskaya experimental station in 1969. The research was conducted in the 6-field grain and fallow crop rotation in the years with HC 0,12–0,30 in July – October. The aim of the research was to study the effect of the most severe droughts of the summer-autumn period on the moisture supply, growth, development and yield of winter wheat on background of bare fallow and semi-fallow in the arid zone of Stavropol Territory.

Results. The reserves of productive moisture in the 1 m layer of soil in autumn for sowing on background of bare fallow in 4, semi-fallow – in 5 out of 7 years were below the norm, and in 3 years on non-fallow predecessor were completely absent. This leads to a significant or complete delay of seedlings, weak plant development, thinning and formation of a reduced number of productive stems for harvesting, and this indicator of the structure largely determines the value of the crop. By spring, the moisture content on background of fallow in 3 (43%) and semi-fallow in 4 years (57%) was lower than the average annual value. Of the 7 years in 3 severe summer-autumn droughts were combined with varying degrees of aridity in the spring-summer period. Yields of winter wheat averaged 3.71 t/ha on background of bare fallow and 1.85 t/ha on semi-fallow but in some years ranged from 2.74 to 5.68 and from 1.06 to 2.79 t/ha, or by 2.1–2.6 times, respectively. The size of a yield on background of fallow is by 2 times higher, than that on non-fallow; that testifies to expediency of application of fallow and of its stabilizing role in droughty conditions.

Key words: drought, winter wheat, reserve of productive moisture, precursor, summer-autumn period

For citation: Morozov N.A., Khodzhaeva N.A., Khripunov A.I., Obshchiya E.N. Effect of the most severe summer-autumn droughts on the yield of winter wheat on background of different precursors in the arid conditions of the Eastern Caucasus. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 87–92. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-87-92> (In Russian).

© Morozov N.A., Khodzhaeva N.A., Khripunov A.I., Obshchiya E.N.

Введение / Introduction

В земледелии края основным фактором катастрофического снижения валовых сборов зерна являются засухи различной интенсивности, продолжительности и площади охвата (50% лет), градобития (47% лет), пыльные бури (31% лет), заморозки (21% лет), вымерзание (20% лет), ливни и неблагоприятное сочетание этих явлений [1–3].

В засушливой зоне особенно велик риск потерь зерна в результате таких климатических бедствий, как аридность климата, недостаток влаги, почвенные засухи и суховеи в период налива и созревания зерна. Для этой зоны наиболее характерны летне-осенние засухи (98%), среди которых преобладают сильные и очень сильные двух- и трехмесячные засухи, наносящие значительный ущерб зерновому производству. Применение чистых паров играет стабилизирующую роль в производстве зерна и уменьшает вариабельность получаемой продукции [4, 5].

Вследствие дефицита влаги к посеву, особенно по плохим предшественникам, всходы озимой пшеницы появляются слабыми и изреженными, что уже на начальном этапе роста и развития заведомо снижает такой важный показатель структуры урожая, как густота стояния растений и оптимальный стеблестой к уборке [6–9].

Согласно современным представлениям, уровень урожайности озимых зерновых культур на 50% зависит от плотности продуктивного стеблестоя, на 25% – от числа зерен в колосе и на 25% – от массы 1000 зерен [10].

Цель исследований – изучить влияние самых сильных засух летне-осеннего периода на влагообеспеченность, рост, развитие и урожайность озимой пшеницы на удобренном фоне по чистому пару и непаровым предшественникам в засушливой зоне Ставропольского края.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования проводились на Прикумской опытно-селекционной станции, которая является филиалом ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр». Опыт с 6-польным севооборотом: чистый пар – озимая пшеница – озимая пшеница – горох на зелёный корм – озимая пшеница – яровой ячмень – заложен в 1969 году и развёртывался постепенно ежегодно одним полем. С 1976 г. он был полностью развернут всеми полями во времени и пространстве и функционирует по настоящее время. Из 50 лет в исследования включены только те годы, в которые гидро-термический коэффициент (ГТК) летне-осеннего периода с июля по октябрь не превышал 0,30.

Почва опытного участка – каштановая среднесуглинистая, карбонатная, бедна подвижной формой фосфора. Содержание гумуса в пахотном слое почвы до закладки опыта составляло от 1,45 до 1,62% (по Тюрину). Общего азота содержалось от 0,13 до 0,14%, подвижного фосфора – от 13,8 до 15,0 мг/кг (по Мачигину), обменного калия – 265–295 мг/кг. Плотность почвы составляла 1,32 г/см³, pH солевой вытяжки – 7,0–7,1. В полуметровом слое почвы карбонатов содержится 7,14%. Расположение делянок последовательное. Повторность опыта четырехкратная. Общая площадь делянки – 448,5 м², учётная – 210 м². Полевые культуры возделывались по общепринятой технологии для засушливой зоны.

Районированные сорта озимой пшеницы возделывали на удобренном фоне по чистому пару (N₃₅P₄₀) и по полупару (N₃₅). Минеральные удобрения вносили

под предпосевную культивацию. Учёт урожая проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [11]. Статистическая обработка данных осуществлялась по Б.А. Доспехову [12] с использованием программы «AgCStat» для «Microsoft Excel».

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Август, сентябрь и октябрь 1971 г. выдались сухими и жаркими. Всходы озимой пшеницы вышли недружными и неравномерными. Ноябрь был тёплым и влажным, что улучшило состояние посевов. Озимая пшеница ушла в зиму по чистому пару в фазе кущения, по полупару – в фазе всходов и 3-го листа. Январь и февраль оказались холодными с гибелью растений до 10%. В репродуктивный период было жарко и сухо. Отмечено 12 дней интенсивных суховеев. Щуплость зерна составила 70% по пару и 100% – по непаровым предшественникам.

Засуха в летне-осенний период 1994 г. продолжалась 53 дня. Вегетация прекратилась 05.11 (многолетнее значение – 01.12), а первый дождь прошёл 13.11. Всходы были плохими или полностью отсутствовали. За зиму отмечено 36 дней с оттепелью. Возобновление вегетации было ранним (13.02 при норме 23.03), а запасы влаги – низкими: по пару – 69,0–85,0, по полупару – 67,0 мм. В период налива и созревания зерна температура воздуха превышала норму на 2,0–2,5°C при полном отсутствии осадков и наличии интенсивных суховеев в течение 11 дней.

Летом 1998 г. осадков не было с 06.07 по 28.08, а в сентябре их недобор составил 30%. Октябрь был сухой и жаркий. Запасы влаги в посевном слое составили 2–8 мм. Всходы озимой пшеницы были очень изреженными. По чистому пару они появились через 18 дней, а по полупару получены единичные всходы. Весенняя вегетация началась рано (23.02), за ее период было 32 дня с суховеями, что привело к 45%-ной щуплости зерна.

Всё лето, сентябрь и октябрь 2001 г. были плохо обеспечены осадками. Запасы влаги оказались очень низкими (0–4 мм). Всходы были слабыми и изреженными. В ноябре выпало 226% осадков. Озимая пшеница ушла в зиму в фазе 3-го листа и всходов. Возобновление вегетации было очень ранним (08.02). Запасы влаги в метровом слое почвы были очень хорошими (119–141 мм). За период весенне-летней вегетации выпало 152,4% осадков при благоприятном температурном режиме воздуха и хорошем распределении по периодам вегетации озимой пшеницы.

В 2016 г. озимые взошли через 23–25 дней после посева. Всходы были недружными и неравномерными. К прекращению вегетации (17.11) озимые находились в фазе всходов и 3-го листа. Зима была холодной и снежной, короче средних значений на 17 дней. Весна была тёплой с умеренными осадками (111%) и продолжалась на 13 дней дольше обычного. Самым дождливым был май (250%), а июнь – сухим и прохладным (66% осадков), что обеспечило хороший налив и созревание озимых. Щуплость зерна составила всего 2–4%.

С августа по первую декаду октября 2017 г. осадков не было. Во второй и третьей декаде октября прошли обильные осадки. Озимая пшеница по чистому пару взошла 28.10, по полупару – 31.10. Посевы по пару ушли в зиму в фазе кущения с 2–3 стеблями, а по полупару – в стадии одного листа, слабые и неравномерные. 28.11 вегетация прекратилась. Зима была мягкой. Вегетация возобновилась 15.03 с хорошими запасами влаги в слое

почвы 1 м (146–161 мм). Весенне-летний период с апреля по июнь был очень засушливым (ГТК 0,20).

В сентябре – октябре 2020 г. недобор осадков составил 42,8 мм, или 63% от нормы. Запасы влаги к посеву отсутствовали, как и всходы с осени по всем предшественникам. В оттепель 01–06.02 появились всходы. Среднесуточная температура марта была на 0,6°C ниже нормы. Возобновление вегетации началось с 20.03. Развитие озимой пшеницы проходило медленными темпами, корневая система у растений была развита слабо, вторичная корневая система и кущение отсутствовали. По полупару визуально был виден недостаток азота. Запасы влаги в почве пополнились за счёт выпавших ливневых дождей в III декаде мая и двойной нормы осадков в июне.

По результатам мониторинга ГТК летне-осеннего периода исследуемых лет изменялся от 0,12 до 0,30 и в среднем был в 2,4 раза засушливее среднегодового значения, которое тоже очень засушливое (ГТК 0,56). Но самым засушливым был август (в 3,2 раза). Весенне-летний период в среднем незначительно отличался от нормы (на 0,05), но внутри исследуемых лет значения ГТК колебались от устойчиво влажных (2017 г.) до очень сильно засушливых условий (2018 г.).

Октябрь – месяц посева и получения всходов – в целом тоже был очень засушливым (ГТК 0,36), за исключением 2018 г. (ГТК 1,28). В 2017 г. средняя температура этого месяца была ниже 10°C, поэтому расчёт ГТК не мог быть проведён по определению (табл. 1).

В годы самых сильных летне-осенних засух, то запасы продуктивной влаги в слое почвы 1 м осенью к посеву по чистому пару в 4, а по полупару – в 5 случаях из 7 были ниже нормы. Причём по непаровому предшественнику в 1995, 2018 и 2021 гг. влага полностью отсутствовала. Её пополнение за холодный период не во все годы достигало среднегодового значения. Так, к возобновлению весенней вегетации влаги содержалось ниже нормы по чистому пару в 1995 и 2021 гг., а по полупару – в 1972, 1995, 1999 и 2021 гг.

Причиной низких весенних запасов влаги было глубокое промерзание почвы зимой, как, например, в 1972 г. (108 см), недостаточное количество осадков в холодный период (1995 г.) и катастрофически низкие осенние запасы влаги или полное их отсутствие по худшим предшественникам, как в 1995, 2018 и 2021 гг. (табл. 2).

В связи с дефицитом влаги в предпосевной и посевной период, а также ранним прекращением осенней вегетации, всходы озимой пшеницы, особенно по не-

Таблица 1. Гидротермический коэффициент летне-осеннего и весенне-летнего периодов исследуемых лет
Table 1. Hydrothermal coefficient for summer-autumn and spring-summer periods of the years studied

Год	ГТК					
	июля	августа	сентября	октября	июля – октября	апреля – июня
1972	0,22	0,37	0,33	0,26	0,30	0,67
1995	0,10	0,22	0,05	0,09	0,12	1,36
1999	0,22	0,03	0,39	0,06	0,18	0,86
2002	0,15	0,08	0,34	0,38	0,19	1,08
2017	0,47	0,19	0,11	–	0,27	1,57
2018	0,37	0,01	0,13	1,28	0,28	0,20
2021	0,28	0,35	0,34	0,10	0,28	1,05
Среднее	0,26	0,18	0,24	0,36	0,23	0,97
Среднегодовое (за 50 лет)	0,54	0,58	0,57	0,51	0,56	0,92

Таблица 2. Содержание осенней и весенней продуктивной влаги по предшественникам в годы с самым острозасушливым летне-осенним периодом
Table 2. Autumn and spring productive moisture content on different backgrounds in the years with the driest summer-autumn period

Год	Чистый пар		Озимая пшеница	
	Запас влаги в слое почвы 1 м, мм			
	к осени	к весне	к осени	к весне
1972	110	138,8	28,7	81,8
1995	49,0	85,0	0	67,0
1999	57,0	100,0	8,6	57,0
2002	41,8	139,4	40,4	119,0
2017	101,1	135,3	45,9	93,9
2018	70,2	156,1	0	161,4
2021	21,9	74,2	0	63,1
Среднее	64,4	118,4	17,7	91,9
Среднеголетнее (за 50 лет)	77,5	122,1	36,0	95,0

паровым предшественникам, в 3 случаях из 7 лет приходилось на ноябрь, в 3 – на весенний период и только в 1 случае – на конец октября, благодаря своевременному выпадению осадков после посева. Кущение по полупару в 6 случаях из 7, или в 86%, приходилось на весенний период. Возобновление вегетации в большинстве случаев лет приходилось на раннюю и среднюю весну, за исключением 1972 г. (табл. 3).

Урожайность озимой пшеницы в исследуемые годы по чистому пару составила в среднем 3,71, а по полупару – 1,85 т/га, что ниже среднеемноголетнего значения, соответственно, на 0,26 и 0,34 т/га (7,0–12,4%). Однако, несмотря на практически одинаковые гидро-термические условия летне-осеннего периода, в отдельные годы она колебалась по чистому пару от 2,74 до 5,68, а по полупару – от 1,06 до 2,79 т/га, то есть различалась в 2,1–2,6 раза. Это объясняется различными условиями дальнейшей вегетации в зимний и весенне-летний период. Во все годы, кроме 2002 и 2017 гг., величина урожая была значительно ниже среднеемноголетнего значения.

Причиной пониженной урожайности в 1972 г. была частичная гибель растений зимой вследствие глубокого промерзания почвы, позднего начала весенней вегетации, критических температур воздуха в период налива зерна, о чём свидетельствует пониженная масса 1000 зёрен и невысокий выход зерна с колоса.

Самый низкий урожай зерна в 1995 и 1999 гг. явился следствием очень низких запасов влаги не только осе-

нюю, но и весной, раннего прекращения осенней вегетации, засух и суховея в репродуктивный период. О неблагоприятных условиях формирования и налива зерна свидетельствует низкое количество зёрен в колосе, самые низкие показатели массы 1000 зёрен и выхода зерна с колоса.

Недобор урожая в 2018 г. связан с очень сильной засухой в течение всего весенне-летнего периода с апреля по июнь, а в 2021 г. – с развитием растений по яровому типу с весенним появлением всходов по всем предшественникам, поздним кущением, неустойчивым температурным режимом весенней вегетации. Об этом свидетельствует самый низкий продуктивный стеблестой к уборке за все годы исследований (табл. 4).

Максимальный урожай в 2002 и 2017 гг. получен за счёт своевременного появления всходов, раннего начала весенней вегетации с увеличенной продолжительностью периода накопления биомассы и благоприятными условиями налива и созревания зерна. Это подтверждается наибольшим количеством продуктивных стеблей к уборке, количеством зёрен в колосе, повышенными показателями массы 1000 зёрен и выхода зерна с 1 колоса.

Аналогичная ситуация по урожайности и элементам структуры складывалась и по непаровому предшественнику (табл. 5). Единственное различие заключается в том, что величина урожая по полупару в 2021 г., в отличие от чистого пара, оказалась выше среднего значения вследствие максимальных значений таких показате-

Таблица 3. Фенология озимой пшеницы по полупару
Table 3. Phenology of winter wheat on background of semi-fallow

Сельскохозяйственный год	Осень			Весна		
	всходы	кущение	завершение вегетации	возобновление вегетации	колошение	полная спелость
1971–1972	14.11	06.04	08.12	30.03	22.05	26.06
1994–1995	15.03	25.03	05.11	13.02	20.05	26.06
1998–1999	28.02	06.03	21.11	23.02	20.05	26.06
2001–2002	06.11	11.03	01.12	08.02	17.05	29.06
2016–2017	09.11	12.03	17.11	19.02	22.05	01.07
2017–2018	31.10	25.11	28.11	15.03	14.05	26.06
2020–2021	06.02	26.03	11.11	20.03	19.05	27.06

Таблица 4. Элементы структуры урожая озимой пшеницы по удобренному чистому пару
Table 4. Elements of winter wheat yield structure on background of fertilized bare fallow

Годы	Густота стояния, шт. м ²	Количество		Масса 1000 зёрен, г	Выход зерна с 1 колоса, г	Урожай, т/га
		стеблей, шт. м ²	зёрен в колосе, шт.			
1972	280	448	20,2	37,2	0,75	3,35
1995	256	512	17,3	33,0	0,57	2,93
1999	242	484	17,6	32,4	0,57	2,74
2002	314	785	17,9	40,2	0,72	5,68
2017	303	424	26,7	43,5	1,16	4,93
2018	276	414	20,6	38,4	0,79	3,28
2021	194	272	24,9	45,4	1,13	3,06
Среднее	266,4	477	20,7	38,6	0,81	3,71
Среднеемноголетнее	289	665	16,1	37,3	0,60	3,97

Таблица 5. Элементы структуры урожая озимой пшеницы по удобренному полупару
Table 5. Elements of winter wheat yield structure on background of fertilized semi-fallow

Годы	Густота стояния, шт. м ²	Количество		Масса 1000 зёрен, г	Выход зерна с 1 колоса, г	Урожай, т/га
		стеблей, шт. м ²	зёрен в колосе, шт.			
1972	185	278	12,2	31,2	0,38	1,06
1995	189	435	11,6	32,8	0,38	1,65
1999	184	460	11,3	30,1	0,34	1,57
2002	260	520	14,6	37,0	0,54	2,79
2017	214	342	18,5	38,3	0,71	2,44
2018	176	264	14,6	37,8	0,55	1,45
2021	150	225	22,8	39,5	0,90	2,02
Среднее	194	360,6	15,1	35,2	0,54	1,85
Среднегодовое	217	434	14,8	33,9	0,50	2,19

лей структуры, как количество зёрен в колосе, масса 1000 зёрен и выход зерна с 1 колоса. Посев как саморегулируемая система в годы с неоптимальным (изреженным) по разным причинам стеблестоем пытается (если этому способствуют условия) за счет развития других элементов структуры урожая, таких как озерненность колоса и масса 1000 зерен, компенсировать в какой-то мере потери от недостаточного количества растений.

Благодаря хорошим условиям весенне-летней вегетации (ГТК с апреля по июнь 1,05) сработал механизм положительной компенсации, когда минимальному количеству стеблей соответствуют максимальные значения всех других показателей структуры урожая, формирующихся в репродуктивный период.

Выводы / Conclusion

Самые засушливые условия летне-осеннего периода оказывали негативное влияние на урожайность озимой пшеницы по различным предшественникам. Однако уровень урожайности определяется не только засухой в начальный период роста и развития; в зна-

чительной степени он зависит от того, как складывались дальнейшие условия вегетации в каждый конкретный год.

Если условия в зимний и весенне-летний период были благоприятными, то в такие годы (2002 и 2017) величина урожая превышала среднегодовое значение за 50 лет по чистому пару на 24–43%, а по полупару – на 11–27%. В неблагоприятные годы она снижалась по пару на 35–45% (1995 и 1999) и по непаровому предшественнику – в 1,5–2,0 раза (2018 и 1972).

Причины низкого урожая: гибель части растений от морозов, поздняя весна, низкие весенние запасы влаги в почве, неблагоприятные условия весенне-летней вегетации, засухи и суховеи в репродуктивный период. В 43% лет сильные летне-осенние засухи сочетались с различной степенью засушливости весенне-летнего периода, и именно сильная засуха в апреле, мае и июне (ГТК всего периода 0,20) определила низкую урожайность озимой пшеницы в 2018 г. при своевременно полученных всходах с осени по всем предшественникам.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонов С.А. Тенденции изменения климата и их влияние на земледелие Ставропольского края. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2017. 4 (66). 43–46.
2. Кулинцев В.В., Годунова Е.И., Желнакова Л.И. и др. Система земледелия нового поколения Ставропольского края. Ставрополь: Агрус. 2013. 520 с.
3. Морозов Н.А., Ходжаева Н.А., Хрипунов А.И., Община Е.Н. Продуктивная влага и урожайность озимой пшеницы в сухостепной полосе Ставрополья. *Аграрная наука*, 2021 (5): 47–50.
4. Хрипунов А.И., Федотов А.А., Лиходиевская С.А. Влияние засух на урожайность озимой пшеницы. *Достижения науки и техники АПК*. 2014. 28 (11). с. 19–21.
5. Петров Г.И. Влияние агрометеорологических условий на формирование урожая озимой пшеницы в сухостепной полосе Ставрополья. *Издательство «Прикумье»*, 1996. 342 с.
6. Ерошенко, Ф. В. Состояние и перспективы устойчивого производства высококачественного зерна в Ставропольском крае АПК: *Экономика, управление*. 2020. 3. 55–66.
7. Менкина Е.А., Кузыченко Ю.А. Эффективность возделывания озимой пшеницы по различным стерновым фонам в агроландшафте зоны Центрального Предкавказья. *Аграрный вестник Урала*. 2019.9 (188), 6–12.
8. Уланов А. К., Будажапов Л. В. Продуктивность каштановой почвы в зависимости от условий увлажнения при многолетнем воздействии севооборотов, приемов основной обработки и удобрений в сухой степи. *Земледелие*. 2019. 1. 15–18.

REFERENCES

1. Antonov S.A. Climate change trends and their impact on agriculture in the Stavropol Territory. *News of the Orenburg State Agrarian University*. 2017; 4 (66): 43–46. (In Russian).
2. Kulintsev V.V., Godunova E.I., Zhelnakova L.I. and others. The new generation farming system of the Stavropol Territory. Stavropol: Agrus. 2013. 520 p. (In Russian)
3. Morozov N.A., Khodjaeva N.A., Khripunov A.I., Obschia E.N. Productive moisture and yield of winter wheat in the dry-steppe zone of Stavropol. *Agrarian science*. 2021 (5): 47–50. (In Russian)
4. Khripunov A.I., Fedotov A.A., Likhodievskaya S.A. Effect of droughts on winter wheat yields. *Chievements of science and technology of the AIC*. 2014; 28 (11): 19–21. (In Russian)
5. Petrov G.I. Influence of agro meteorological conditions on the formation of winter wheat yield in the dry-steppe zone of the Stavropol region. *Publishing house "Prikumye"*, 1996. 342 p. (In Russian)
6. Eroshenko, F. V. The state and prospects of sustainable production of high-quality grain in the Stavropol Agroindustrial complex: *Economics, management*. 2020. 3. p.55–66. (In Russian)
7. Menkina E.A., Kuzychenko Y.A. Cultivation efficiency of winter wheat on different stubble backgrounds in the agrolandscape zone of the Central Caucasus. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019, 9 (188): 6–12. (In Russian)
8. Ulanov A.K., Budazhapov L.V. Productivity of chestnut soil depending on moisture conditions under long-term influence of crop rotations, methods of basic processing and fertilizers in dry steppe. *Husbandry*. 2019; 1: 15–18. (In Russian)

9. Тедеева А.А., Тедеева В.В. Агротехнические приёмы повышения продуктивности перспективных сортов озимой пшеницы. *Научная жизнь*. 2020;15(6) 106:777–784.
10. Портуровская П., Огарев В. Д. Ячмень на Ставрополье. *Ставрополь, СГСХА*. 2002. 112
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. I. М.: *Колос*. 2019. 329
12. Доспехов В.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: *Книга по требованию*. 2012. 352.

9. Tedeeva A.A., Tedeeva V.B. Agrotechnical techniques for increasing the productivity of promising winter wheat varieties. *Scientific life*. 2020;15(6) 106:777–784. (In Russian)
10. Porturovskaya S. P., Ogarev V. D. Barley in Stavropol. *Stavropol, SGSHA*. 2002. 112 p. (In Russian).
11. Methodology for state variety testing of agricultural crops. Issue I. M.: *Kolos*. 2019. 329 p. (In Russian)
12. Dospekhov V.A. Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results). M.: *Book on demand*. 2012. 352 p. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Николай Александрович Морозов,
директор Прикумской опытно-селекционной станции, филиал Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, 4, ул. Вавилова, г. Буденновск, Ставропольский край, 356803, Российская Федерация
E-mail: fgupposs@mail.ru

Нина Артёмовна Ходжаева,
научный сотрудник отдела агроэкологии и земледелия Прикумской опытно-селекционной станции, филиал Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, 4, ул. Вавилова, г. Буденновск, Ставропольский край, 356803, Российская Федерация
E-mail: fgupposs@mail.ru

Александр Иванович Хрипунов,
заведующий лабораторией агроландшафтов Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, ул. Никонова, 49, Михайловск, Ставропольский край, 356241, Российская Федерация
E-mail: hripunov1955@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-4024-0458>

Елена Николаевна Общия,
Старший научный сотрудник лаборатории агроландшафтов Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, ул. Никонова 49, г. Михайловск, Ставропольский край, 356241, Российская Федерация
E-mail: obzia@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-5173-9057>

ABOUT THE AUTHORS:

Nikolai Aleksandrovich Morozov,
Director of the Prikumskaya Experimental Breeding Station, Brunch North Caucasus Federal Agrarian Research Centre", Candidate of Agricultural Sciences, 4, str. Vavilova, Budennovsk, Stavropol Territory, 356803, Russian Federation
E-mail: fgupposs@mail.ru

Nina Artyomovna Khodzhaeva,
Researcher of the Department of Agro ecology and Agriculture of the Prikumskaya Experimental Breeding Station, Brunch North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, 4, Vavilova str., Budennovsk, Stavropol Territory, 356803, Russian Federation
E-mail: fgupposs@mail.ru

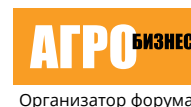
Alexander Ivanovich Khripunov,
Head of the Laboratory of agricultural landscapes of the North Caucasus Federal Agrarian Research Centre
49, Nikonova str., Mikhailovsk, Stavropol Territory, 356241, Russian Federation
E-mail: hripunov1955@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-4024-0458>

Elena Nikolaevna Obshchiya,
senior researcher of the Laboratory of agro-landscapes of the North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, 49, Nikonova str., Mikhailovsk, Stavropol Territory, 356241, Russian Federation
E-mail: obzia@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-5173-9057>



VII СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФОРУМ ЗЕРНО РОССИИ — 2023

16-17 февраля 2023 / г. Сочи



ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ:

- Экспорт зерна и продуктов его переработки.
- Качество зерна. Технологии улучшения и повышения урожайности
- Развитие транспортной инфраструктуры — условия и тарифы
- Инфраструктура зернового комплекса — строительство элеваторов, портов.
- Круглый стол «Органическое земледелие и выращивание зерновых»
- Обзор российского зернового рынка
- Новые технологии в системе выращивания зерновых
- Сельхозтехника для посева и уборки зерновых
- Проблемы и пути реализации зерна

АУДИТОРИЯ ФОРУМА

Руководители ведущих агрохолдингов и сельхоз-организаций, производители зерна, предприятия по переработке и хранению зерна, операторы рынка зерна, трейдеры, ведущие эксперты зернового рынка, финансовые, инвестиционные компании и банки

По вопросам участия: +7 (909) 450-36-10

По вопросам выступления: +7 (988) 248-47-17

e-mail: event@agbz.ru

Регистрация на сайте:
events.agbz.ru



Реклама ИП Коцери В.В.

УДК 633.17:631.527: 631.559.2

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-93-97

Н.А. Ковтунова, ✉
В.В. Ковтунов,
А.Е. Романюкин,
Н.Н. Сухенко,
Г.М. Ермолина

АНЦ «Донской»,
Ростовская обл., Зерноград,
Научный городок,
Российская Федерация

✉ n-beseda@mail.ru

Поступила в редакцию:
28.04.2022

Одобрена после рецензирования:
28.08.2022

Принята к публикации:
23.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-93-97

Natilya A. Kovtunova, ✉
Vladimir V. Kovtunov,
Alexandr E. Romanyukin,
Nadezhda N. Sukhenko,
Galina M. Ermolina

ARC «Donskoy»,
Rostov region, Zernograd,
Nauchny Gorodok,
Russian Federation

✉ n-beseda@mail.ru

Received by the editorial office:
28.04.2022

Accepted in revised:
28.08.2022

Accepted for publication:
23.11.2022

Урожайность и качество зеленой массы новых сортов сорго сахарного в АНЦ «Донской»

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Реализация продуктивного потенциала любой сельскохозяйственной культуры идет через сорт. К современным сортам предъявляется ряд требований, среди которых не только урожайность и качество, но и соответствие природно-климатическим условиям, устойчивость к неблагоприятным условиям, приспособленность к механизированной уборке. Цель работы – выявить эффективные методы создания сортов сорго сахарного, дать оценку сортам сорго сахарного селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» по урожайности и качеству зеленой массы на силос.

Методы. В статье приведены результаты работы по созданию и изучению новых сортов сорго сахарного в ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Ростовская область) за 2019–2021 гг. Почвенный покров – обыкновенный карбонатный чернозем с содержанием гумуса в пахотном слое 3,6%. Объект исследований – сорта сорго сахарного. Закладка опытов, подготовка почвы и уходные мероприятия, зоотехнический анализ зеленой массы проводились по общепринятым методикам.

Результаты. При создании нового сорта учитывается ряд характеристик, по которым из года в год проводится отбор: пригодность к механизированной уборке, сочностебельность, кустистость, диаметр стебля, продолжительность вегетационного периода, содержание сахаров в соке стеблей, продуктивность и основные ее элементы и др. Методы создания сортов сорго сахарного в ФГБНУ «АНЦ «Донской» – гибридизация, инцухт и отбор константных форм. В результате селекционной работы создан ряд сортов, в Государственном реестре находится 5 сортов ФГБНУ «АНЦ «Донской». Урожайность зеленой массы у новых сортов Южное и Феникс составила 36 и 42 т/га соответственно. Сахаропротеиновое соотношение у сорта Феникс отвечает норме (1,1:1). Рекомендуется комбинирование силоса с белковыми культурами. Сбор обменной энергии в зеленой массе на силос (для КРС) из новых сортов сорго сахарного составляет 13,5–14,1 мДж/га.

Ключевые слова: сорго сахарное, урожайность, зеленая масса, сорт, селекция, гибридизация

Для цитирования: Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Романюкин А.Е., Сухенко Н.Н., Ермолина Г.М. Урожайность и качество зеленой массы новых сортов сорго сахарного в АНЦ «Донской». *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 93–97.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-93-97>

© Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Романюкин А.Е., Сухенко Н.Н., Ермолина Г.М.

Green mass productivity and quality of new sweet sorghum varieties in the Agricultural Research Center “Donskoy”

ABSTRACT

Introduction. In order to realize productive potential of any crop, a variety is of great importance. There is a number of requirements imposed on modern varieties, including not only productivity and quality, but also compliance with environmental and climatic conditions, resistance to unfavorable conditions, adaptability to mechanized harvesting. The purpose of the current work was to identify effective methods for developing sweet sorghum varieties, to estimate the sweet sorghum varieties developed by the Agricultural Research Center “Donskoy” according to productivity and quality of green mass for silage.

Methods. The paper presents the study results on the development and research of new sweet sorghum varieties in the Agricultural Research Center “Donskoy” (Rostov region) through the years 2019–2021. The soil was an ordinary carbonate chernozem, with 3.6% of humus in the arable layer. The objects of the study were sweet sorghum varieties. The ways to conduct trials, soil tillage and cultivation, as well as zootechnical analysis of green mass were determined according to generally accepted methods.

Results. When developing a new variety, a number of characteristics needs to be taken into account according to which breeding is carried out from year to year, namely suitability for mechanized harvesting, stem succulence, tillering, stem diameter, length of a vegetation period, sugar content in stem sap, productivity and its main elements, etc. There are such methods for developing sweet sorghum varieties in the Agricultural Research Center “Donskoy” as hybridization, incubation and selection of constant forms. As a result of the breeding work, there has been developed a number of varieties. In the State List there are 5 varieties of the Agricultural Research Center “Donskoy”. Green mass productivity of the new varieties Yuzhnoe and Feniks was 36 and 42 t/ha, respectively. The sugar-protein ratio of the variety Feniks was normal (1.1:1). Silage is recommended to be combined with protein cultures. The yield of exchangeable energy in green mass for silage (for cattle) obtained from new sweet sorghum varieties was 13.5–14.1 MJ/ha.

Key words: sweet sorghum, productivity, green mass, variety, breeding, hybridization

For citation: Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Romanyukin A.E., Sukhenko N.N., Ermolina G.M. Green mass productivity and quality of new sweet sorghum varieties in the Agricultural Research Center “Donskoy”. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 93–97.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-93-97> (In Russian).

© Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Romanyukin A.E., Sukhenko N.N., Ermolina G.M.

Введение / Introduction

Стратегия адаптивной интенсификации кормопроизводства подразумевает стабильное производство конкурентоспособной продукции сельского хозяйства при сокращении затрат [1, 2]. Поэтому возникает необходимость увеличения в структуре посевных площадей удельного веса адаптивных, ресурсосберегающих культур.

Сорго сахарное – неприхотливая к почвенным условиям, засухоустойчивая и жаростойкая культура, позволяющая получать высокий урожай зеленой массы независимо от внешних условий. Сорго часто подстраховывает влаголюбивые травы, стабилизируя производство полноценных кормов [3, 4]. Благодаря хорошей кустистости, высокой облиственности, сорго рекомендуется использовать в зеленых конвейерах. В рейтинге продуктивности сахарное сорго и суданская трава превосходят многие кормовые культуры, в том числе кукурузу [5, 6, 7].

Реализация продуктивного потенциала любой сельскохозяйственной культуры идет через сорт. Целью селекционеров является улучшение сортового состава, своевременная сортомена. К современным сортам предъявляется ряд требований, среди которых не только урожайность и качество, но и соответствие природно-климатическим условиям, устойчивость к неблагоприятным условиям, приспособленность к механизированной уборке.

Цель работы – выявить эффективные методы создания сортов сорго сахарного, дать оценку сортам сорго сахарного селекции Аграрного научного центра «Донской» по урожайности и качеству зеленой массы на силос.

Материал и методы исследования / Materials and method

Работа по созданию и изучению новых сортов сорго сахарного проводилась в ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноградский район Ростовской области) в 2019–2021 гг. Почвенный покров опытного участка представлен обыкновенным карбонатным черноземом с содержанием гумуса в пахотном слое 3,6% [8]. Закладка опытов проводилась в соответствии с Методическими указаниями по изучению коллекционных образцов кукурузы, сорго и крупяных культур [9]. Посев селекционных питомников сорго сахарного проводился селекционной сеялкой «Клэн-4,2» в оптимальные сроки (I–II декада мая), 340 тысяч штук всхожих семян на 1 га. В качестве стандарта использовался сорт Зерноградский янтарь. Уход за посевом и уборка зеленой массы сорго сахарного проводились согласно Рекомендациям по возделыванию сорго сахарного [10]. Перед уборкой отбирались пробы листостебельной массы на биохимический анализ: ГОСТ Р 56912-2016; ГОСТ 13496.4-2019; ГОСТ Р 57482—2017; ГОСТ 12571-2013.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

При создании нового сорта сорго сахарного в ФГБНУ «АНЦ «Донской»» учитывается ряд характеристик, по которым из года в год проводится отбор: пригодность к механизированной уборке, сочность, кустистость, диаметр стебля, продолжительность вегетационного периода, содержание сахаров в соке стеблей, продуктивность и основные ее элементы (облиственность, размеры листовой поверхности), качество зеленой массы, одновременное созревание метелок, устой-

чивость к засухе, основным для зоны болезням (пыльная головня, бурая ржавчина) и вредителям (тля) [11, 12]. Выбраковывается от 30% образцов ежегодно.

Методы создания сортов сорго сахарного – гибридизация, инцухт и отбор константных форм. Сорт Зерноградский янтарь создан в результате отбора и самоопыления сорта Янтарь Дагестанский, а сорт Дебют – в результате отбора и самоопыления сорта Зерноградский янтарь.

Так как сорго – перекрестноопыляемая культура, получить разнообразный селекционный материал довольно легко. Однако следует учитывать, что константность линии достигается только в 5–6-м поколении при условии принудительного самоопыления под изоляторами. Используя эту особенность сорго, было создано множество сортов не только сахарного, но и зернового, и травянистого сорго. Так, сорт Феникс создан в результате опыления сорта Северное 44 смесью пыльцы от 6 разных образцов. Для этого закладывался участок гибридизации, где высевались все сортообразцы, а в следующие годы проводился отбор форм, сочетающих в себе желаемые показатели. По сорту Феникс гибридизация была проведена в 2006 году, константности (при условии отбора и изоляции) достигли в 2012 году, передали на ГСУ – в 2018 году.

Сорта Лиственит и Южное созданы методом отбора раннеспелых растений с высокой продуктивностью, интенсивностью начального роста, устойчивостью к полеганию из гибридной популяции Зерноградский янтарь х Сарваши и К-388 х Дебют соответственно.

В Государственный реестр селекционных достижений внесено 5 сортов сорго сахарного: Зерноградский янтарь, Дебют, Лиственит, Южное и Феникс. Среди них следует выделить последние два сорта, допущенные к использованию с 2021 года.

Новые сорта отличаются высокой интенсивностью начального роста. Морфологически они значительно различаются. У сорта Южное метелка симметричная, неопушенная, длиной 22–24 см, длина ножки составляет 5–8 см (хорошая выдвинутость метелки). Высота растений – 190–210 см. Листья зеленые, ланцетовидные, длиной 48–52 см, шириной 6–8 см. Семена округлые, полуплечатые, окраска колосковой чешуи черная, зерна – красно-коричневая. Масса 1000 семян – 22–24 г (рис. 1).

У сорта Феникс метелка шире в верхней части, прямостоячая, длиной 24–26 см, длина ножки составляет 3–6 см. Листья зеленые, ланцетовидные, длиной 58–62 см, шириной 7–9 см. Высота растений при уборке – 210–220 см. Семена округлые, окраска колосковой чешуи темно-коричневая, зерна – светло-коричневая, хорошо вымолачивается. Масса 1000 семян – 16–18 г.

Сорта относятся к разным группам спелости. Так, продолжительность периода «всходы – молочновосковая спелость» у сорта Южное составляет 86–90 дней, и к уборке зеленой массы на силос можно приступать в середине августа. Фаза «полная спелость зерна» наступает на 96–100-й день от всходов. Сорт Южное относится к раннеспелой группе созревания. К уборке зеленой массы на силос сорта Феникс можно приступать на 103–105-й день после всходов (начало сентября), к уборке семян – на 108–114-й день. Сорт Феникс относится к среднеспелой группе созревания (табл. 1).

Если сравнивать новые сорта со стандартом и старыми сортами, внесенными в Госреестр, на смену которым они пришли, то следует отметить, что к уборке

сорта Южное можно приступать на 6 дней раньше, чем стандарта Зерноградский янтарь (на уровне Дебюта). Сорт Феникс более позднеспелый, чем стандарт (на 6 дней), но более раннеспелый, чем Лиственит. Урожайность зеленой массы у сорта Южное варьировала в пределах 34–41 т/га, в среднем за 2019–2021 гг. она составила 36 т/га; у сорта Феникс – 37–52 т/га, в среднем 42 т/га. По урожайности сена новые сорта также превосходили стандарт и сорта, на смену которым они пришли. Таким образом, новые сорта Южное и Феникс

по основным хозяйственно-ценным признакам значительно превосходят стандарт, в то же время продолжительность их вегетационного периода значительно меньше, чем у старых сортов Дебют и Лиственит, они не уступают им по урожайности зеленой массы на силос и сухого вещества.

Одна из основных задач селекционеров – это улучшение качества производимых кормов. Следует отметить, что качество корма из сорго значительно зависит от облиственности растений. Поэтому при селекции особое внимание уделяется хорошо облиственным формам. Облиственность у сорта Южное составляет 80,0%, на уровне стандарта и сорта Дебют, у сорта Феникс – 85,3%, что значительно превышает стандарт и совпадает с показателями сорта Лиственит (табл. 2).

Сахаропротеиновое соотношение – важный элемент протеинового питания КРС. Оптимальным считается корм, в данном случае силос, с сахаропротеиновым соотношением 0,8–1,2:1, где на 0,8–1,2 г сахара приходится 1 г протеина. На практике оно составляет 0,3–0,4:1 и повышают этот показатель путем введения дорогой свеклы или патоки. Сахарное сорго отличается высоким содержанием сахаров в соке

Рис. 1. Метелка и зерно сортов сорго сахарного Южное и Феникс. (Фото автора)

Fig. 1. Panicle and grain of the sweet sorghum varieties Yuzhnoe and Feniks. (Photo by the author)



Таблица 1. Хозяйственно-биологическая характеристика сортов сорго сахарного, 2019–2021 гг.

Table 1. Economic and biological characteristics of sweet sorghum varieties, 2019–2021

Сорта	Продолжительность вегетационного периода, дней	Облиственность, %	Урожайность зеленой массы на силос, т/га	Урожайность зерна, т/га	Урожайность сухого вещества, т/га
Зерноградский янтарь, ст.	104	80,0	31	1,7	11,7
Южное	98	80,0	36	1,8	13,6
Дебют	99	79,8	32	1,7	11,3
Феникс	110	85,3	42	1,9	15,3
Лиственит	116	84,7	41	1,9	13,5
НСР ₀₅	4	1,5	4	0,2	1,8

Таблица 2. Кормовая характеристика новых сортов сорго сахарного, 2019–2021 гг.

Table 2. Feed characteristics of the new sweet sorghum varieties, 2019–2021

Сорта	Облиственность, %	Содержание сырого протеина, %	Содержание сахаров в соке стеблей, %	Сахаропротеиновое соотношение	Сбор переваримого протеина, т/га	Сбор кормовых единиц, т/га	Содержание сырого протеина в 1 кормовой единице, г	Сбор обменной энергии в урожае, мДж/га
Зерноградский янтарь, ст.	80,0	7,99	14	1,7:1	0,59	10,0	94	11,4
Южное	80,0	8,71	13	1,4:1	0,76	11,7	104	13,5
Дебют	79,8	7,78	15	1,9:1	0,56	9,6	91	10,8
Феникс	85,3	7,93	9	1,1:1	0,80	12,5	106	14,1
Лиственит	84,7	8,30	10	1,2:1	0,71	11,3	102	13,1

стеблей, но невысоки содержанием протеина. Поэтому силос из сорго редко используют в чистом виде, сорго силосуют с бобовыми культурами, кукурузой, подсолнечником и др. [13, 14, 15]. Сахаропротеиновое соотношение у сорта Феникс отвечает указанным требованиям (1,1:1). Однако для полной характеристики кормов следует учитывать важный показатель – содержание сырого протеина в 1 кормовой единице, норма которого составляет 136 г/ед. Несмотря на то, что данный показатель у сортов Южное и Феникс значительно выше, чем у стандарта, корма из них не отвечают указанной норме, что еще раз подтверждает необходимость комбинирования силоса с белковыми культурами.

Основным показателем, определяющим энергетическую питательность корма, является концентрация обменной энергии в сухом веществе [16]. Сбор обмен-

ной энергии в зеленой массе на силос (для КРС) новых сортов сорго сахарного составляет 13,5–14,1 мДж/га.

Сорта Южное и Феникс рекомендуются для использования на зеленый корм и силос.

Выводы / Conclusion

В результате гибридизации, инцухта и отбора константных форм создано 5 сортов сорго сахарного, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений: Зерноградский янтарь, Дебют, Листвент, Южное и Феникс. Новые сорта Южное и Феникс значительно превосходят стандарт как по урожайности зеленой массы на силос (36 и 42 т/га) и урожайности сухого вещества (13,6 и 15,3 т/га соответственно), так и по качественным показателям – уровню переваримого протеина (0,76 и 0,80 т/га), кормовых единиц (11,7 и 12,5 т/га) и обменной энергии (13,5 и 14,1 мДж/га).

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косолапов В. М., Трофимов И. А. Научное обеспечение кормопроизводства России. *Актуальные вопросы растениеводства и кормопроизводства в XXI веке*. Кинель. 2017; 3. 7.
2. Биктимиров Р. А., Шакирзянов А. Х., Низаева А. А. Экологическая стабильность кормового сорго в республике Башкортостан. *Достижения науки и техники*. 2019; 33; 8: 46–49. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10810>
3. Abreha K. B., Enyew M., Carlsson A. S., Vetukuri R. R., Feyissa T., Motlhaodi T., Ng'uni D., Geleta M. Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress. *Planta*. 2022; 255; 20. <https://doi.org/10.1007/s00425-021-03799-7>.
4. Копылов В. Л., Шестаков Н. М., Радовня В. А., Карелин В. В. Кормовая продуктивность и качество sweet sorghum в условиях белорусского Полесья. *Ветеринарный журнал Беларуси*. 2021; 2 (15): 89–93. <https://repo.vsavm.by/bitstream/123456789/17488/1/j-2021-2-89-93.pdf>
5. Романюкин А. Е., Ковтунова Н. А., Шуршалин В. А., Ермолина Г. М. Изменчивость основных элементов продуктивности сахарного сорго. *Зерновое хозяйство России*. 2022; (3): 69–75. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-81-3-69-76>
6. Marchini M., Marti A., Folli C., Prandi B., Ganino T., Conte P., Fadda C., Mattarozzi M., Carini E. Sprouting of Sorghum (Sorghum bicolor [L.] Moench): Effect of Drying Treatment on Protein and Starch Features. *Foods*. 2021; 10(2); 407.
7. Муслимов М. Г., Камилова Э. С. Урожайность зелёной массы сахарного сорго при разных сроках посева в равнинной зоне Республики Дагестан. *Проблемы развития АПК региона*. 2021; 2(46): 65–67. https://doi.org/10.52671/20790996_2021_2_65.
8. Бельтюков Л. П., Кувшинова Е. К., Бершанский Р. Г., Гордеева Ю. В., Мажара В. М. Влияние технологии возделывания на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области. *Зерновое хозяйство России*. 2012; 5: 56–62.
9. Методические указания по изучению коллекционных образцов кукурузы, сорго и крупяных культур. Л.: ВИР. 1968; 51.
10. Горпиниченко С. И., Ковтунова Н. А., Ермолина Г. М., Ковтунов В. В., Шарова О. Д. Рекомендации по возделыванию сорго сахарного. Ростов-на-Дону. 2013; 24.
11. Kovtunova N., Kovtunov V., Popov A., Volodin A., Shishova E., Romanyukin A. Inheritance of the main quantitative traits in sweet sorghum hybrids F1. *E3SWeb of Conferences*. 2020; 175; 01012 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202027501012>
12. Каргин И. Ф., Андреев А. И., Таракин И. П., Демин В. В. Качество силоса. Приготовленного из сорго сахарного и сорго в смеси с клевером. *Кормопроизводство*. 2010; 4: 36–39.
13. Adedara O. A., Taylor J. R. N. Roles of protein, starch and sugar in the texture of sorghum biscuits. *LWT*. 2021; 136: 1. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110323>
14. Сапле В. А. Повышение содержания переваримого протеина в зеленой массе при возделывании сорго. *Научные труды Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет»*. 2012; 145: 33–38.
15. Дуборезов В. М., Суслова И. В., Бойко И. И., Дуборезов И. В., Дуборезова Т. А. Зоотехническая оценка силоса из сорго сахарного. *Вестник Орловского государственного аграрного университета*. 2011; 4 (31): 56–57.

REFERENCES

1. Kosolapov V. M., Trofimov I. A. Scientific support of fodder production in Russia. In: *Topical issues of crop and fodder production in the XXI century*. Kinel. 2017; 3–7. (In Russian)
2. Biktimirov R. A., Shakirzyanov A. Kh., Nizaeva A. A. Environmental Stability and Plasticity of Feeding Sorghum in the Republics of Bashkortostan. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2019; 33 (8): 46–49. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10810>. (In Russian)
3. Abreha K. B., Enyew M., Carlsson A. S., Vetukuri R. R., Feyissa T., Motlhaodi T., Ng'uni D., Geleta M. Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress. *Planta*. 2022; 255; 20. <https://doi.org/10.1007/s00425-021-03799-7>.
4. Kopylov V. L., Shestak N. M., Radovnya V. A., Karelin V. V. Fodder productivity and quality of sweet sorghum in the conditions of Belarusian Polissya. *Veterinarny zhurnal Belarusi*. 2021; 2 (15): 89–93. <https://repo.vsavm.by/bitstream/123456789/17488/1/j-2021-2-89-93.pdf> (In Russian)
5. Romanyukin A. E., Kovtunova N. A., Shurshalin V. A., Ermolina G. M. Variability of the main elements of sweet sorghum productivity. *Grain Economy of Russia*. 2022; (3): 69–75. (In Russian) <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-81-3-69-76>
6. Marchini M., Marti A., Folli C., Prandi B., Ganino T., Conte P., Fadda C., Mattarozzi M., Carini E. Sprouting of Sorghum (Sorghum bicolor [L.] Moench): Effect of Drying Treatment on Protein and Starch Features. *Foods*. 2021; 10(2); 407.
7. Muslimov M. G., Kamilova E. S. Yild of green mass of sugar sorghum at different sowing dates in the flat zone of the republic of Dagestan. *Development problems of regional agro-industrial complex*. 2021; 2(46): 65–67. https://doi.org/10.52671/20790996_2021_2_65. (In Russian)
8. Belyukov L. P., Kuvshinova E. K., Bershansky R. G., Gordeeva Yu. V., Mazhara V. M. Influence of cultivation technology on productivity and quality of winter wheat in the southern part of the Rostov area. *Grain economy of Russia*. 2012; 5: 56–62. (In Russian)
9. Guidelines for the study of collection samples corn, sorghum and cereals. L. 1968; 51. (In Russian).
10. Gopinichenko S. I., Kovtunova N. A., Ermolina G. M., Kovtunov V. V., Shmrova O. D. Recommendations on sweet sorghum cultivation. Rostov-on-Don. 2013; 24. (In Russian).
11. Kovtunova N., Kovtunov V., Popov A., Volodin A., Shishova E., Romanyukin A. Inheritance of the main quantitative traits in sweet sorghum hybrids F1. *E3SWeb of Conferences*. 2020; 175; 01012 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202027501012>
12. Kargin I. F., Andreev A. I., Tarakin I. P., Demin V. V. Silage quality made from sweet sorghum and sorghum mixed with clover. *Kormoproizvodstvo*. 2010; 4: 36–39. (In Russian).
13. Adedara O. A., Taylor J. R. N. Roles of protein, starch and sugar in the texture of sorghum biscuits. *LWT*. 2021; 136: 1. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110323>
14. Saplev A. V. Increasing the content of digestible protein in green mass during sorghum cultivation. *Research works of the Southern Branch of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine "Crimean Agrotechnological University"*. 2012; 145: 33–38. (In Russian).
15. Duborezov V. M., Suslova I. V., Boyko I. I., Duborezova I. V., Duborezova T. A. Zootechnical estimation of sweet sorghum silage. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2011; 4 (31): 56–57. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Наталья Александровна Ковтунова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, 3, Зерноград, Ростовская область, 347740, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-0409-5855>

Владимир Викторович Ковтунов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, 3, Зерноград, Ростовская область, 347740, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-7510-7705>

Александр Егорович Романюкин, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, 3, Зерноград, Ростовская область, 347740, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-4349-8489>

Надежда Николаевна Сухенко, кандидат сельскохозяйственных наук, агроном лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, 3, Зерноград, Ростовская область, 347740, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-0856-6661>

Галина Михайловна Ермолина, кандидат сельскохозяйственных наук, техник-исследователь лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, 3, Зерноград, Ростовская область, 347740, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-0168-2966>

ABOUT THE AUTHORS:

Natalya Alexandrovna Kovtunova, Candidate of Agricultural Science, leading researcher of the laboratory for forage sorghum breeding and seed production, Federal State Budgetary Scientific Institution "Agricultural Research Center "Donskoy", Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, 347740, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-0409-5855>

Vladimir Viktorovich Kovtunov, Candidate of Agricultural Science, leading researcher of the laboratory for grain sorghum breeding and seed production, Federal State Budgetary Scientific Institution "Agricultural Research Center "Donskoy", Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, 347740, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-7510-7705>

Aleksandr Egorovich Romanyukin, Candidate of Agricultural Science, senior researcher of the laboratory for forage sorghum breeding and seed production, Federal State Budgetary Scientific Institution "Agricultural Research Center "Donskoy", Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, 347740, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-4349-8489>

Nadezhda Nikolaevna Sukhenko, Candidate of Agricultural Science, agronomist of the laboratory for grain sorghum breeding and seed production, Federal State Budgetary Scientific Institution "Agricultural Research Center "Donskoy", Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, 347740, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-0856-6661>

Galina Mikhailovna Ermolina, Candidate of Agricultural Science, research technician of the laboratory for forage sorghum breeding and seed production, Federal State Budgetary Scientific Institution "Agricultural Research Center "Donskoy", Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, 347740, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-0168-2966>

Е.Г. Мягкова

Прикаспийский аграрный
федеральный научный центр
Российской академии наук,
с. Солёное Займище,
Астраханская область,
Российская Федерация

✉ govstan29@mail.ru

Поступила в редакцию:
30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
10.10.2022

Принята к публикации:
15.11.2022

Research article


 creative commons
Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-98-103

Elena G. Myagkova

Precaspian Agrarian Federal Scientific
Center of the Russian Academy of Sciences,
Solenoie Zaymische, Astrakhan region,
Russian Federation

✉ govstan29@mail.ru

Received by the editorial office:
30.07.2022

Accepted in revised:
10.10.2022

Accepted for publication:
15.11.2022

Результаты оценки образцов хлопчатника (*Gossypium hirsutum* L.) при возделывании в условиях Астраханской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Для интенсификации хлопководства важной составляющей является наличие сортов, адаптированных к конкретным условиям произрастания, способных формировать урожай в экстремальных климатических условиях и с оптимальными хозяйственно ценными признаками. Поэтому агробиологическое изучение, оценка и отбор в природно-климатических условиях Астраханской области перспективных и высокоурожайных образцов хлопчатника различного происхождения с целью вовлечения выделившихся образцов в дальнейшую селекционную работу является актуальным.

Методика. Материалом для сортоизучения послужила коллекция хлопчатника Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. При проведении научно-исследовательской работы схема селекционного процесса выстраивалась в соответствии с методическими указаниями Н.П. Гончарова. Техника закладки и проведения полевого опыта – по методике Б.А. Доспехова. Учеты, наблюдения и измерения в опыте проводились в соответствии с методическими указаниями по изучению коллекции прядильных культур Г.Г. Давидяна. Оценка влияния агроклиматических условий на рост и развитие хлопчатника осуществлялась расчетным методом. Интерпретация экспериментальных данных была проведена с помощью распространенных статистических методов, а именно – цифровой материал был обработан с помощью вариационной статистики.

Результаты. Изучение хозяйственно ценных признаков образцов хлопчатника проводилось в период 2015–2017 гг. в ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», расположенном на севере Астраханской области. В результате научно-исследовательской работы по сортоизучению хлопчатника выделены образцы, обладающие возможностями адаптации к зоне произрастания, а также урожайные и с оптимальными хозяйственно ценными признаками. Выделившиеся образцы хлопчатника 30/1, 47/1, 47/2 с урожайностью 3,2; 3,0; 2,0 т/га соответственно можно рекомендовать для включения в дальнейшую селекционную работу с перспективой подачи на сорт.

Ключевые слова: хлопчатник, образец, урожайность, изменчивость, признак, сортоизучение, возделывание

Для цитирования: Мягкова Е.Г. Результаты оценки образцов хлопчатника (*Gossypium hirsutum* L.) при возделывании в условиях Астраханской области. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 98–103. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-98-103>

© Мягкова Е.Г.

Results of evaluation of cotton samples (*Gossypium hirsutum* L.) when cultivating in conditions of the Astrakhan region

ABSTRACT

Relevance. For the intensification of cotton growing, an important component is availability of varieties adapted to specific growing conditions, capable of forming a crop in extreme climatic conditions and with optimal economically valuable characteristics. Therefore, the agrobiological study, evaluation and selection in the natural and climatic conditions of the Astrakhan region of promising and high-yielding cotton samples of various origins in order to involve the selected samples in further breeding work is relevant.

Methodology. The cotton collection of the All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov served as the material for variety study. During the research work, the scheme of the selection process was built in accordance with the methodological instructions of N.P. Goncharov. The technique of laying and conducting field experience was according to the methodology of B.A. Dospekhov. The accounts, observations and measurements in the experiment were carried out in accordance with the G.G. Davidyan's methodological guidelines for the study of collection of spinning crops. The assessment of agro-climatic conditions for the growth and development of cotton was carried out by the calculation method. Interpretation of experimental data was carried out by common statistical methods, specifically, digital material was processed using variational statistics.

Results. As a result of variety study of cotton, samples capable to adapt to the zone of growth, as well as productive and with optimal economically valuable characteristics were identified. These qualities make it possible to use the selected samples for further breeding.

Key words: cotton, sample, yield, variability, trait, variety study, cultivation

For citation: Myagkova E.G. Results of evaluation of cotton samples (*Gossypium hirsutum* L.) when cultivating in conditions of the Astrakhan region. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 98–103. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-98-103> (In Russian).

© Myagkova E.G.

Введение / Introduction

Хлопчатник (*Gossypium*) – род из семейства мальвовых (*Malvaceae*), включает около 40 видов многолетних и однолетних растений. По мере формирования и распространения рода *Gossypium* (5–10 млн лет назад) в различные среды, геном хлопчатника подвергался значительным изменениям и перестройкам [1]. Это отражается в таких фенотипических признаках, как тип онтогенеза, жизненная форма растения, цвет венчика, форма листьев, форма семян и т. д. [2].

Культуру хлопчатника можно назвать стратегической, так как после переработки его используют во многих отраслях промышленности. Хлопчатник не только является прядильной культурой, но и рассматривается как одна из основных масличных культур. Семена хлопчатника составляют 2/3 урожая хлопка-сырца и являются источником растительного масла для пищевых и технических целей [3]. Хлопковое масло является важным компонентом рациона человека, а также активно используются в промышленных, косметических целях, в качестве биотоплива [4].

Мировое производство семян хлопчатника ежегодно составляет 48,5 млн т [5]. Урожайность хлопка-сырца в среднем составляет 2,3 т/га, высокая (более 4–4,5 т/га) урожайность отмечена в странах, применяющих интенсивные технологии возделывания (Австралия, Израиль, Китай) [6]. Учитывая значимость культуры хлопчатника для экономики, в ряде областей юга России с начала 90-х годов ведутся работы по изучению возможности разработки научных основ возрождения экономически эффективного промышленного хлопководства [7].

В Астраханской области одновременно с благоприятными условиями для возделывания многих теплолюбивых культур присутствуют и экстремальные для ведения растениеводства факторы (низкое почвенное плодородие, суховеи, засухливость, возвратные заморозки). В таких климатических условиях при возделывании хлопчатника приоритетом является решение проблемы отрицательного влияния абиотических факторов. Первоочередными задачами селекции хлопчатника становится уменьшение вегетационного периода, повышение способности к адаптации в неблагоприятных условиях и т. д. [8].

Многолетнее изучение культуры хлопчатника в Прикаспийском аграрном федеральном научном центре, расположенном на севере Астраханской области, показало, что раннеспелые сорта хлопчатника гарантированно вызревают в природно-климатических условиях региона. При благоприятных погодных условиях среднеспелые сорта хлопчатника также показывают хорошие урожайные данные. Летний период с большими термическими ресурсами способствует успешному развитию и плодоношению хлопчатника. Волокно из хлопчатника, выращенного в Астраханской области, по своим физико-механическим показателям пригодно для выработки качественной хлопчатобумажной пряжи [9].

Целью работы являлось выделение перспективных и высокоурожайных образцов хлопчатника, адаптированных к природно-климатическим условиям Астраханской области, для вовлечения выделенных образцов в дальнейшую селекционную работу. При этом были поставлены и решены следующие задачи: изучение коллекционных образцов хлопчатника по важнейшим хозяйственно ценным признакам (период вегетации, выход волокна, длина волокна, урожайность); определение адаптационных возможностей изучаемых образцов

к условиям Астраханской области; оценка селекционной ценности исходного материала.

Материал и методы исследования / Materials and method

Оценка, отбор и дальнейшее использование исходного селекционного материала проводились на основе рекомендаций по проведению селекционного процесса Н.П. Гончарова [10]. В питомник исходного материала были привлечены образцы из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Выделившиеся по хозяйственно ценным признакам образцы были помещены в питомник создания селекционного материала для дальнейшей оценки. Селекционный материал впоследствии помещался в питомник отбора для создания лучших форм методом индивидуального отбора. Выявленные лучшие образцы после питомника отбора помещались в селекционный питомник для всесторонней оценки по заданным параметрам. Оценка элитных растений после питомника отбора была произведена в тех природно-климатических условиях, где в дальнейшем будет возделываться новый сорт.

Опыт по сортоизучению проводился по общепринятым методам, изложенным Б.А. Доспеховым [11]. Разные образцы хлопчатника возделывались, а затем сравнивались в одинаковых почвенно-климатических условиях. Единственным фактором различия при этом являлся генетический потенциал образцов хлопчатника.

Оценку образцов проводили по методическим указаниям Г.Г. Давидяна. При этом рассматривались основные признаки и свойства: биологические (длина вегетационного периода); морфологические (высота растения, количество моноподиев и симподиев и др.); хозяйственные (масса одной коробочки, выход и длина волокна, урожайность). Средняя масса хлопка-сырца одной коробочки была получена делением массы собранных пробных коробочек на их число. Пробные коробочки собирались по одной с каждого растения с первого места третьей плодовой ветви; иногда, в виде исключения, со второй или четвертой ветви [12]. Для определения выхода волокна хлопок-сырец собранных коробочек разделялся на волокно и семена, взвешивался и по формуле определялся выход волокна, %:

$$B_v = 100 - \frac{m \cdot 100}{m_1},$$

где B_v – выход волокна; m – вес семян (г); m_1 – вес хлопка-сырца (г).

Штапельную длину волокна определяли на досках Мауэра.

Для определения влияния теплообеспеченности на жизнедеятельность хлопчатника суммировались активные температуры (температуры выше 10 °C) в период вегетации, затем полученные данные каждого года сравнивались с многолетними аналогичными данными. Температурные показатели 2015–2017 гг. были получены с метеостанции с официально зарегистрированным синоптическим индексом 34578, расположенной на расстоянии 16 км от места проведения исследований. Среднемноголетняя сумма температур выше 10 °C числилась по источникам за период 1986–2016 гг. [13]. Полученные данные представлены с доверительным коэффициентом 0,95.

Базовые операции статистического анализа данных проводились с использованием прикладной программы «Microsoft Excel 2016». Для того чтобы наилучшим об-

разом описать данные, полученные при исследовании каждого растения в отдельности, были использованы следующие показатели описательной статистики:

- средняя арифметическая, демонстрирующая наиболее характерное значение признака, $X_{\text{ср}}$;
- стандартное отклонение (σ), рассчитанное для оценки изменчивости признака;
- стандартная ошибка среднего (S_x), использовавшаяся для того, чтобы установить величину, на которую отличается среднее арифметическое значение выборки из 10 растений хлопчатника от среднего значения совокупности всех растений хлопчатника конкретного образца;
- коэффициент вариации (V), являющийся показателем изменчивости признака [14].

Коэффициент вариации применялся для оценки селекционной ценности образцов хлопчатника. При величине коэффициента вариации до 10% изменчивость оценивается как слабая, 11–25% – средняя, более 25% – сильная.

Почва опытного участка по гранулометрическому составу являлась тяжелосуглинистой, иловато-крупнопылевой. Содержание гумуса в слоях 0–0,2 и 0,2–0,4 м составило 0,92 и 0,81% соответственно. Реакция pH водной вытяжки в обоих слоях оказалась больше восьми единиц (0–0,2 м – 8,29 и 0,2–0,4 м – 8,60), то есть почва была среднещелочной. Массовая доля подвижных соединений фосфора в почве составила: в слое 0–0,2 м – 24,8 мг/кг, в слое 0,2–0,4 м – 25,4 мг/кг. Массовая доля подвижных соединений калия составила: в слое 0–0,2 м – 442 мг/кг, в слое 0,2–0,4 м – 172 мг/кг.

Образцы хлопчатника высевались вручную на грядах шириной 0,7 м, длиной 5 м, расстояние между растениями – 0,13 м. Густота стояния при такой схеме посева составила 110 тыс. раст./га [15]. Способ полива – капельное орошение, способ внесения удобрений – фертигация, защита от болезней и вредителей осуществлялась с помощью штангового опрыскивателя. Значительный ущерб посевам хлопчатника наносит такой вредитель, как хлопковая совка. В условиях жаркого климата Астраханской области вредоносность хлопковой совки увеличивается, что связано с появлением нескольких поколений вредителя. Наибольшую опасность хлопковая совка представляет в период образования завязей и коробочек – в июле – августе [16]. По мере отрастания сорной растительности проводились прополки. Уборка хлопчатника начиналась по мере созревания коробочек, осуществлялась вручную.

В качестве стандарта был взят сорт хлопчатника АС-1, включенный в Государственный реестр селекционных достижений в 2007 г. [17]. Сорт хлопчатника АС-1 получен методом отбора из гибридной комбинации АС-6 х Чимбай 4031; он скороспелый (вегетационный период – 110–114 дней), полураскидистый, выход волокна – 35–37%, урожайность хлопка-сырца – 3,2 т/га [7]. За период многолетнего изучения в ФГБНУ «ПАНЦ РАН» сорт АС-1 неоднократно демонстрировал способность адаптации к конкретным почвенно-климатическим условиям.

Приводятся данные по 4 изученным образцам из ката-

лога ВИР с номерами: К-30/1, К-30/10, К-47/1, К-47/2. На начальном этапе эти образцы и некоторые другие были выделены из многообразия исходного селекционного материала по хозяйственно ценным признакам и способности адаптации к условиям произрастания. Далее проводился индивидуальный отбор, применяющийся при селекции самоопыляемых растений, в ходе которого внутри каждой популяции отбирались элитные растения с подтвержденными хозяйственно ценными признаками. Затем оценивалось потомство этих растений на устойчивость к наследованию ценных признаков. Вышеназванные образцы К-30/1, К-30/10, К-47/1, К-47/2 продемонстрировали наилучшие результаты и на этом основании были вовлечены в дальнейший селекционный процесс.

Метеорологические условия для развития хлопчатника считаются благоприятными с момента устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через +10 °С весной. При переходе средней суточной температуры воздуха осенью через тот же предел прекращается вегетация хлопчатника [18].

В результате полевых наблюдений установлено, что лимитирующими факторами для вегетации хлопчатника является сумма активных температур за вегетационный период. Сумма активных температур для наиболее раннеспелых сортов хлопчатника составляет 2900 °С, раннеспелых – 3100 °С, среднеспелых – 3400 °С, позднеспелых – 4000 °С [19].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

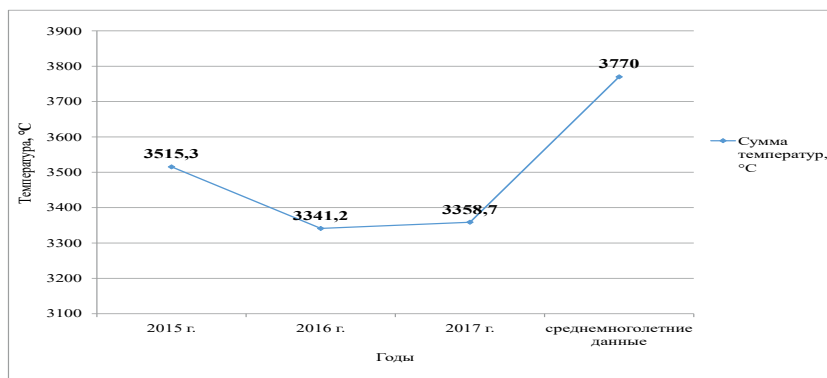
За период научно-исследовательской работы по изучению культуры хлопчатника в Прикаспийском аграрном федеральном научном центре изучено более 2000 образцов хлопчатника из всех стран мира, представляющих собой лучший генофонд отечественной и зарубежной селекции. Это скороспелые и ультраскороспелые образцы из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Такое количество изученного материала способствовало выделению образцов, на протяжении ряда лет демонстрировавших комплекс хозяйственно ценных признаков.

Сумма активных температур за период 2015–2017 гг. в сравнении с многолетними данными представлена на рис. 1.

Погодные условия, в которых происходило всестороннее изучение линий хлопчатника, не были экстремальными и незначительно отличались в сторону

Рис. 1. Динамика активных температур за период сортоизучения хлопчатника, 2015–2017 гг.

Fig. 1. Dynamics of active temperatures for the period of cotton variety study, 2015–2017



понижения температуры от среднесезонных климатических данных. Можно сказать, что термические ресурсы 2015–2017 гг. позволяли возделывать хлопчатник раннеспелых и среднеспелых сортов.

Период вегетации хлопчатника колебался от 93 сут. до 111 сут. Так, в 2015 г. его продолжительность составила 93–104 сут. (АС-1 – 103 сут.), в 2016 г. – 104–109 сут. (АС-1 – 99 сут.), в 2017 г. – 104–111 сут. (АС-1 – 108 сут.).

В ходе полевых наблюдений, измерений и подсчетов были получены данные по элементам продуктивности хлопчатника, а именно: высота растения, узел закладки 1-й симподиальной ветви, количество моноподиев (ростовые ветви), количество симподиев (плодовые ветви), количество коробочек.

Вышеперечисленные показатели за период изучения 2015–2017 гг. приведены в табл. 1.

Анализируя табл. 1, можно констатировать, что такой признак, как высота растения, имел слабую изменчивость в 2015 и в 2016 гг. В 2017 г. средняя изменчивость отмечена у АС-1 (стандарт) – 17% и образца 47/2 – 13%. За весь период изучения совокупности растений хлопчатника показатели высоты растений можно охарактеризовать как однородные.

Признак «узел закладки 1-й симподиальной ветви» имел слабую и среднюю изменчивость в 2015 и 2016 гг., сильную – в 2017 г. Все образцы в 2015 г. имели меньший процент вариации по сравнению со стандартом, а образец 47/2 – также и в 2016 г.

По количеству моноподиев размах варьирования был значительным: так, в 2015 г. изменчивость колебалась от 98,6 до 316,2%, в 2016 г. – от 26,3 до 81,6%, в 2017 г. – от 70,7 до 223,6%. Такой результат означает, что за весь период изучения значения этого признака отличались

от средней арифметической, то есть изменчивость признака сильная.

По количеству симподиев изменчивость была средней в период 2015–2016 гг. и сильной – в 2017 г.

Количество коробочек у всех образцов сильно варьировало в каждом году изучения, совокупности по этому признаку не являются однородными.

По итогам изучения элементов продуктивности образцов хлопчатника в период 2015–2017 гг. можно сказать, что элементы продуктивности у изучаемых образцов и у стандарта не показали устойчивости значений признаков. Известно, что признаки могут варьировать под действием случайных и неслучайных причин. Можно предположить, что изменчивость образцов является следствием неодинаковых условий существования каждого растения совокупности.

Хозяйственно ценные признаки приведены в табл. 2.

В 2015 г. на стандарте отмечена самая высокая урожайность – 3,9 т/га. Изучаемые образцы также показали хорошую урожайность – от 2,5 до 2,8 т/га, что считается хорошим показателем. Масса одной коробочки у образца 47/1 (5,6 г) была большей по сравнению со стандартом (5,3 г). По выходу волокна отличился образец 30/10, значение этого признака у него составило 41,2%, у стандарта – 39,4%. Длина волокна у образцов 30/1, 47/1, 47/2 превышала длину волокна у стандарта.

В 2016 г. урожайность образцов 30,1 (6,1 т/га), 47/1 (5,6 т/га) и 47/2 (3 т/га) превысила урожайность стандарта (2,6 т/га). Масса одной коробочки на этих же образцах варьировала в пределах 5,2–5,8 г, у стандарта этот же признак имел показатель 5,8 г. По выходу и длине волокна у изучаемых образцов особых различий со стандартом не отмечено.

Таблица 1. Элементы продуктивности образцов хлопчатника, 2015–2017 гг.
Table 1. Elements of productivity of cotton samples, 2015–2017

Название сорта, образца	Высота растения, см		Узел закладки 1-й симподиальной ветви, см		Количество моноподиев, шт.		Количество симподиев, шт.		Количество коробочек, шт.	
	$X_{cp.} \pm S_x$	V, %	$X_{cp.} \pm S_x$	V, %	$X_{cp.} \pm S_x$	V, %	$X_{cp.} \pm S_x$	V, %	$X_{cp.} \pm S_x$	V, %
2015 г.										
АС-1, стандарт	77,5±1,4	5,7	7,3±0,4	17,1	1,0±0,3	105,4	9,3±0,4	13,5	7,9±1,1	42,4
30/1	82,4±2,7	10,2	7,4±0,2	7,0	0,4±0,2	174,8	8,9±0,3	11,2	5,5±0,5	26,1
30/10	82,7±1,6	6,2	7,2±0,3	14,3	0,8±0,2	98,6	8,6±0,3	11,2	6,3±0,5	26,0
47/1	82,8±0,8	3,2	7,1±0,2	8,0	0,3±0,2	161,0	8,8±0,5	18,4	5,2±0,7	43,3
47/2	83,0±2,1	8,0	7,4±0,3	13,1	0,1±0,1	316,2	8,5±0,4	13,9	4,1±0,4	29,2
2016 г.										
АС-1, стандарт	86,1±1,3	3,3	7,2±0,4	13,3	2,1±0,3	32,4	8,0±0,1	4,2	4,7±0,2	10,4
30/1	114,8±4,2	9,0	6,8±0,6	21,5	1,5±0,5	81,6	10,8±1,0	22,9	15,2±3,0	48,5
30/10	101,2±4,3	9,5	7,0±0,5	17,5	2,0±0,4	50,0	8,8±0,9	23,3	15,6±3,4	48,1
47/1	116,6±4,8	9,2	7,4±0,5	15,6	3,8±0,5	28,8	10,8±0,9	19,0	20,8±1,5	16,4
47/2	111,6±3,5	7,0	7,2±0,4	11,6	3,4±0,4	26,3	11,4±1,2	24,5	15,6±4,3	61,4
2017 г.										
АС-1, стандарт	61,0±4,6	17,0	5,2±0,5	21,1	1,0±0,3	70,7	7,4±0,6	18,1	4,2±0,6	31,0
30/1	64,8±3,0	10,3	6,4±0,7	26,1	0,2±0,2	223,6	7,6±1,1	30,3	3,8±0,6	34,3
30/10	74,8±3,1	9,3	6,2±1,1	38,5	2,4±1,0	91,3	9,2±0,8	19,4	6,8±1,5	50,3
47/1	69,8±2,2	7,1	5,4±0,7	28,1	1,2±0,7	136,9	7,6±1,0	28,8	2,8±0,7	53,0
47/2	73,2±4,2	13,0	6,2±0,4	13,5	1,6±0,7	94,8	8,8±0,6	14,8	3,6±1,3	82,4

В 2017 г. все образцы и стандарт имели неудовлетворительные урожайные данные. У образцов урожайность находилась в пределах 0,4–1,4 т/га, у стандарта – на уровне 1,6 т/га. Масса одной коробочки составила 5,4 г у образца 30/1 и 5 г – у образцов 47/1 и 47/2 (АС-1, (стандарт) – 5,8 г). Выход волокна оказался наибольшим у стандарта – 42,9%, а длина волокна у всех образцов превысила этот же показатель на образце-стандарте.

Так как продуктивность одного растения имеет прямую корреляционную связь с урожайностью, то целесообразно рассматривать этот признак в отдельности.

В среднем за 2015–2017 гг. изучения по хозяйственно ценным признакам отличились следующие образцы: 30/1, 47/1, 47/2. Образец 30/10 только по признаку

«выход волокна» имел наибольший показатель, по всем остальным признакам этот образец продемонстрировал наименьшие показатели по сравнению с другими образцами и стандартом.

По результатам мониторинга хозяйственно ценных признаков хлопчатника можно сказать, что динамика главного результирующего признака – урожайности – выглядит следующим образом:

- в 2015 г. все изучаемые образцы отличились хорошей урожайностью (2,5–2,8 т/га);
- в 2016 г. образец 30/10 имел урожайность 1,8 т/га, что является меньшей урожайностью по сравнению со стандартом (2,6 т/га), а все остальные образцы по этому показателю опережали стандарт;
- в 2017 г. урожайность отмечена как средняя и низкая у всей совокупности образцов, включая стандарт.

Таблица 2. Хозяйственно ценные признаки образцов хлопчатника, 2015–2017 гг.
Table 2. Economically valuable characteristics of cotton samples, 2015–2017

Название сорта, образца	Средняя масса одной коробочки, г	Выход волокна, %	Длина волокна, мм	Продуктивность одного растения, г	Урожайность, т/га
2015 г.					
АС-1, стандарт	5,3	39,4	29,0	35,3	3,9
30/1	4,0	39,1	33,7	25,0	2,8
30/10	3,7	41,2	28,5	22,9	2,5
47/1	5,6	31,1	31,3	22,6	2,5
47/2	5,1	34,7	31,3	23,7	2,6
2016 г.					
АС-1, стандарт	5,8	35,3	32,8	23,6	2,6
30/1	5,2	36,5	32,0	55,7	6,1
30/10	3,7	39,1	31,7	16,7	1,8
47/1	5,8	32,6	32,7	50,8	5,6
47/2	5,5	32,5	31,3	27,1	3,0
2017 г.					
АС-1, стандарт	5,8	42,9	30,3	14,5	1,6
30/1	5,4	31,5	31,2	7,4	0,8
30/10	3,6	39,8	31,6	12,4	1,4
47/1	5,0	30,1	31,0	8,6	0,9
1	2	3	4	5	6
47/2	5,0	34,7	31,8	3,6	0,4
Среднее за 2015–2017 гг.					
АС-1, стандарт	5,6	39,2	30,7	24,5	2,7
30/1	4,9	35,7	32,3	29,4	3,2
30/10	3,7	40,0	30,6	17,3	1,9
47/1	5,5	31,3	31,7	27,3	3,0
47/2	5,2	34,0	31,5	18,1	2,0

Таблица 3. Дисперсионный анализ урожайности изучаемых образцов хлопчатника, 2015–2017 гг.
Table 3. Dispersion analysis of the yield of the studied cotton samples, 2015–2017

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F _{критическое}
Между группами	4,25	4	1,06	0,32	0,856797	3,47805
Внутри групп	32,95	10	3,29			
Итого	37,19	14				

На этом этапе возникает вопрос: является изменчивость по признаку «урожайность» результатом генотипического или фенотипического разнообразия, то есть условий, в которых возделывалась культура хлопчатника?

В ходе проведения однофакторного дисперсионного анализа общая изменчивость раскладывалась на изменчивость, вызванную генотипом образцов, и на изменчивость, вызванную влиянием случайных факторов. Результат дисперсионного анализа приведен в табл. 3.

Так как $F(0,32)$ меньше, чем $F_{\text{критическое}}(3,48)$, расчет НСР не проводился. Доля влияния на урожайность генотипа образцов составила 11,4%, а доля случайных факторов – 88,6%.

Таким образом, урожайность изучаемых образцов в большей степени зависит от условий возделыва-

ния хлопчатника и, совершенствуя технологию, можно влиять на величину урожайности.

Выводы / Conclusion

Выделенные в результате сортоизучения образцы хлопчатника в период вегетации 2015–2017 гг. в большей степени подвергались воздействию природно-климатических факторов, генотип образцов оказал меньшее влияние на урожайность. Выделенные образцы оказались адаптированными к почвенно-климатическим условиям произрастания и продемонстрировали урожайность, близкую и превышающую этот показатель у сорта-стандарта. Для включения в дальнейшую селекционную работу с перспективой подачи на сорт, можно рекомендовать следующие образцы: 30/1, 47/1, 47/2 с урожайностью 3,2; 3,0; 2,0 т/га соответственно.

Автор несет ответственность за свою научную работу и предоставленные данные в научной статье.

The author is responsible for his scientific work and the data presented in the scientific article.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Hendrix B, Stewart J.M. Estimation of the nuclear DNA content of Gossypium species. *Annals of Botany*. 2005;95(5):789–797. DOI 10.1093/aob/mci078.
- Strygina K, Khlestkina E, Podolnaya L. Cotton genome evolution and features of its structural and functional organization. *Biological Communications*. 2020;65(1):15–27. DOI 10.21638/spbu03.2020.102.
- Gavrilova V, Shelenga T, Porokhovina E. The diversity of fatty acid composition in traditional and rare oil crops cultivated in Russia. *Biological Communications*. 2020;65(1):68–81. DOI 10.21638/spbu03.2020.106.
- Porokhovina E, Matveeva T, Khafizova G. Fatty acid composition of oil crops: genetics and genetic engineering. *Genet Resour Crop Evol*. 2022;69:2029–2045. DOI 10.1007/s10722-022-01391-w.
- Ledbetter K. Edible cottonseed research receives USDA approval. *The Austr. Cottongrower*. 2019;39(7):24–26.
- Подольная Л.П., Григорьев С.В., Илларионова К.В., Асфандиярова М.Ш., Туз Р.К., Ходжаева Н.А., Мирошниченко Е.В. Хлопчатник в России. Актуальность и перспективы. *Достижения науки и техники АПК*. 2015;29(7):56–58.
- Токарева Н.Д., Шахмедова Г.С., Жарикова Н.Ю. Сорта средневолокнистого хлопчатника для юга России. *Научный альманах*. 2015;8(10):1163–1166.
- Баймухаметова Э.А. Хлопчатник: особенности культуры, перспективы создания трансгенных отечественных сортов и их выращивания в России. *Биомика*. 2016;8(3):275–288.
- Токарева Н.Д., Токарев Н.А., Жарикова Н.Ю. Качество волокна и ткани астраханских сортов хлопчатника. *Инновационная наука*. 2017;2(3):39–41.
- Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений. Изд. 2-е, перераб. и доп. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео». 2009. 427 с.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. Москва: Альянс. 2011. 352 с.
- Давидян Г.Г., Рыкова Р.П., Кутузова С.Н. [и др.]. Изучение коллекции прядильных культур (хлопчатник, лен, конопля): методические указания. Ленинград. 1978. 21 с.
- Федорова В.А., Матвеева Н.И., Пучков М.Ю., Зволинский В.П., Калмыкова Е.В., Петров Ю.Н. Оптимизация овощных севооборотов Северного Прикаспия. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет. 2018. 188 с.
- Баврина А.П. Современные правила использования методов описательной статистики в медико-биологических исследованиях. *Медицинский альманах*. 2020;2(63):95–104.
- Туз Р.К. Влияние густоты стояния и сортовых особенностей на продуктивность хлопчатника в орошаемых условиях аридной зоны Северного Прикаспия: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Волгоград, 2005. 20 с.
- Мухитдинов С. М., Ботурова З., Шохзода С. Х. Основные моменты стадии развития поколений хлопковой совки и их численности в период вредоносной деятельности в агробиотопе. *Kishovarz*. 2021;2(91):23–26.
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022: 646 с.
- Муминов, Ф.А. Погода, климат и хлопчатник. Л.: Гидрометеиздат. 1991. 189 с.

ОБ АВТОРЕ:

Елена Георгиевна Мягкова, научный сотрудник, Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, кв. Северный, 8, с. Солёное Займище, Астраханская область, 416251, Российская Федерация
E-mail: govsn29@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-0631-9253

REFERENCES

- Hendrix B, Stewart J.M. Estimation of the nuclear DNA content of Gossypium species. *Annals of Botany*. 2005;95(5):789–797. DOI 10.1093/aob/mci078.
- Strygina K, Khlestkina E, Podolnaya L. Cotton genome evolution and features of its structural and functional organization. *Biological Communications*. 2020;65(1):15–27. DOI 10.21638/spbu03.2020.102.
- Gavrilova V, Shelenga T, Porokhovina E. The diversity of fatty acid composition in traditional and rare oil crops cultivated in Russia. *Biological Communications*. 2020;65(1):68–81. DOI 10.21638/spbu03.2020.106.
- Porokhovina E, Matveeva T, Khafizova G. Fatty acid composition of oil crops: genetics and genetic engineering. *Genet Resour Crop Evol*. 2022;69:2029–2045. DOI 10.1007/s10722-022-01391-w.
- Ledbetter K. Edible cottonseed research receives USDA approval. *The Austr. Cottongrower*. 2019;39(7):24–26.
- Podolnaya L.P., Grigoriev S.V., Illarionova K.V., Asfandiyarova M.Sh., Tuz R.K., Khodjaeva N.A., Miroshnichenko E.V. Cotton in Russia. Relevance and prospects. *Achievements of science and technology of agriculture*. 2015;29(7):56–58. (in Russian).
- Tokareva N.D., Shakhmedova G.S., Zharikova N.Yu. Varieties of medium-fibrous cotton for the south of Russia. *Scientific almanac*. 2015;8(10):1163–1166. (in Russian).
- Baymukhametova E.A. Cotton: features of culture, prospects for the creation of transgenic domestic varieties and their cultivation in Russia. *Biomics*. 2016;8(3):275–288. (in Russian).
- Tokareva N.D., Tokarev N.A., Zharikova N.Yu. The quality of the portage and fabrics of Astrakhan cotton varieties. *Innovative science*. 2017;2(3):39–41. (in Russian).
- Goncharov N.P., Goncharov P.L. Methodological foundations of plant breeding. Ed. 2nd, reprint, and add. Novosibirsk: Academic publishing house «Geo». 2009. 427 p. (in Russian).
- Dospikhov B.A. Methodology of field experience: (with the basics of statistical processing of research results). 6th edition, erased, reprinted from the 5th edition, 1985. Moscow: Alliance. 2011. 352 p. (in Russian).
- Davidyan G.G., Rykova R.P., Kutuzova S.N. [et al.]. Study of the number of spinning crops (cotton, flax, hemp): methodical instructions. Leningrad. 1978. 21 p. (in Russian).
- Fedorova V.A., Matveeva N.I., Puchkov M.Yu., Zvolinsky V.P., Kalmykova E.V., Petrov Yu.N. Optimization of vegetable crop rotations of the Northern Caspian. Volgograd: Volgograd State Agrarian University. 2018. 188 p. (in Russian).
- Bavrina A. P. Modern rules for the use of descriptive statistics methods in biomedical research. *Medical almanac*. 2020;2(63):95–104. (in Russian).
- Tuz R.K. The influence of the density of standing and varietal characteristics on the productivity of cotton in irrigated conditions of the arid zone of the Northern Caspian Sea: abstract of the dissertation Candidate of Agricultural Sciences Volgograd, 2005. 20 p. (in Russian).
- Mukhitdinov S. M., Boturova Z., Shokhzoda S. H. The main factors of the stage of development of generations of cotton scoops and their numbers during the period of harmful activities in the agrobiocenosis. *Kishovarz*. 2021;2(91):23–26. (in Russian).
- State Register of Breeding achievements approved for use. Vol. 1. «Plant varieties» (official publication). Moscow: FSBI «Rosinformagrotech», 2022: 646 p. (in Russian).
- Muminov, F.A. Weather, climate and cotton. L.: Hydrometeoizdat. 1991. 189 p. (in Russian).

ABOUT THE AUTHOR:

Elena Georgievna Myagkova, researcher, Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 8, Quarter Severny, village Solenoye Zaimishche, Astrakhan region, 416251, Russian Federation
E-mail: govsn29@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-0631-9253

УДК 631.8:633.1

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-104-109

Р.Р. Газизов, ✉
Е.А. Прищепенко,
Г.Ф. Рахманова,
Р.Р. Маснабиева

Татарский научно-исследовательский
институт агрохимии и почвоведения –
обособленное структурное
подразделение ФИЦ КазНЦ РАН,
Казань, Российская Федерация

✉ rasim_0410@mail.ru

Поступила в редакцию:
08.06.2022

Одобрена после рецензирования:
29.10.2022

Принята к публикации:
23.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-104-109

Rasim R. Gazizov, ✉
Elena A. Prishchepenko,
Gulnara F. Rakhmanova,
Rufina R. Masnavieva

Tatar Research Institute of Agrochemistry
and Soil Science – a separate structural
subdivision of the Federal Research
Center of Kazan Scientific Center
of the Russian Academy of Sciences,
Kazan, Russian Federation

✉ rasim_0410@mail.ru

Received by the editorial office:
08.06.2022

Accepted in revised:
29.10.2022

Accepted for publication:
23.11.2022

Влияние предпосевной обработки семян сапропелем и биогумусом на урожайность овса и ячменя и содержание основных элементов питания в зерне

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Выбор форм и видов препаратов для предпосевной обработки семян, а также регуляторов роста имеет важное значение для развития и уровня урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому поиск и применение эффективных и безопасных средств для обработки семян является актуальной задачей.

Методы. Вегетационный опыт заложен в 2018–2020 годах на овсе и ячмене в сосудах Вагнера объемом 5 кг. Семена культур перед посевом замачивались в суспензиях сапропеля и биогумуса в обычном виде и в ультрадисперсной форме, полученной методом диспергирования ультразвуком в деионизированной воде. Учет урожая – в фазу полной спелости культур со всех растений в сосуде. Качественный анализ растительных образцов осуществляли на приборах в соответствии с установленными ГОСТами.

Результаты. В опыте с овсом максимальная достоверная прибавка зерна получена в варианте с обработкой семян ультрадисперсной формой биогумуса – 17,8% по сравнению с фоном, в варианте с ультрадисперсным сапропелем – 9,6%. В опыте 2019 года с ячменем урожайность повысилась на 12,0 (обработка сапропелем) и 11,5% (обработка биогумусом) по сравнению с фоном, при использовании ультрадисперсных форм – на 34,8 и 29,8% соответственно. В 2020 году прибавка урожая при применении обычной формы составила 15 и 21,0%, ультрадисперсной – 21,3 и 28,0% соответственно. Содержание золы, азота, фосфора и калия в зерне овса увеличилось на 7,2; 4,8; 20,5 и 14,3% соответственно, достигнув максимума при обработке ультрадисперсными частицами. В опыте 2019 года с ячменем содержание золы повысилось на 16,1%, азота – на 27,7%, белка – на 16,4–18,3%, фосфора и калия – на 12,6 и 28,3% соответственно. В 2020 году содержание золы было максимальным среди всех вариантов и повысилось на 11,3%, фосфора на 13,6%, азота – на величину от 1,75 до 1,95%. Содержание белка в зерне составило 10,3–10,7%, калия – до 7%.

Ключевые слова: сапропель, биогумус, ячмень, овес, обработка семян, урожайность, ультрадисперсные частицы, химический состав зерна

Для цитирования: Газизов Р.Р., Прищепенко Е.А., Рахманова Г.Ф., Маснабиева Р.Р. Влияние предпосевной обработки семян сапропелем и биогумусом на урожайность овса и ячменя и содержание основных элементов питания в зерне. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 104–109. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-104-109>

© Газизов Р.Р., Прищепенко Е.А., Рахманова Г.Ф., Маснабиева Р.Р.

Influence of pre-sowing treatment of seeds with sapropel and biohumus on the yield of oats and barley and the content of basic nutrients in grain

ABSTRACT

Relevance. The choice of forms and types of preparations for presowing seed treatment, as well as growth regulators is important for the development and level of crop yields. Therefore, the search and application of effective and safe means for seed treatment is an urgent task.

Methods. The vegetation experiment was laid in 2018–2020 on oats and barley in 5 kg Wagner vessels. Seeds of cultures before sowing were soaked in suspensions of sapropel and biohumus in the usual form and ultrafine form, obtained by ultrasound dispersion in deionized water. Harvest accounting – in the phase of full ripeness of crops from all plants in the vessel. Qualitative analysis of plant samples was carried out on devices in accordance with the established state standards.

Results. In the experiment with oats, the maximum significant increase in grain was obtained in the variant with seed treatment with an ultrafine form of biohumus – 17.8% compared to the background, in the variant with ultrafine sapropel – 9.6%. In the 2019 experiment with barley, the yield increased by 12.0 (treatment with sapropel) and 11.5% (treatment with biohumus) compared to the background, when using ultrafine forms – by 34.8% and 29.8% respectively. In 2020, the yield increase when using usual form was 15 and 21.0%, ultrafine form – 21.3 and 28.0% respectively. The content of ash, nitrogen, phosphorus and potassium in oat grain increased by 7.2; 4.8; 20.5 and 14.3% respectively, reaching a maximum with the usage of ultrafine form. In the 2019 experiment with barley, the ash content increased by 16.1%, nitrogen – by 27.7%, protein – by 16.4–18.3%, phosphorus and potassium – by 12.6 and 28.3% respectively. In 2020, the ash content was the highest among all variants and increased by 11.3%, phosphorus – by 13.6%, and nitrogen – by 1.75–1.95%. The protein content in the grain was 10.3–10.7%, potassium – up to 7%.

Key words: sapropel, biohumus, barley, oats, seed treatment, yield, ultrafine particles, chemical composition of grain

For citation: Gazizov R.R., Prishchepenko E.A., Rakhmanov G.F., Masnavieva R.R. Influence of pre-sowing treatment of seeds with sapropel and biohumus on the yield of oats and barley and the content of basic nutrients in grain. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 104–109. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-104-109> (In Russian).

© Gazizov R.R., Prishchepenko E.A., Rakhmanov G.F., Masnavieva R.R.

Введение / Introduction

Интенсификация производства сельскохозяйственной продукции способствует повышению продуктивности культур, однако часто это достигается за счет увеличения затрат на технологические приемы. К тому же интенсивное применение агрохимикатов негативно влияет на здоровье почвы, что приводит к низкой эффективности использования культурами элементов питания и загрязнению окружающей среды [1].

В данной ситуации все большее внимание уделяется биопрепаратам и биоудобрениям, полученным из природного сырья.

Одним из самых безопасных методов обработки посевного материала является использование био- и гормональных препаратов, различных природных полифункциональных регуляторов роста, наноматериалов, которые наряду с увеличением продуктивности культур повышают их устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, улучшают сопротивляемость болезням, повышают усвояемость питательных веществ и при этом являются экологически безопасными [4–9].

Известно, что комплексным влиянием на развитие растений обладают наноразмерные материалы, но потенциал использования их в сельском хозяйстве пока не реализован [10, 11].

Наноразмерные частицы металлов и их оксиды как средства предпосевной обработки семенного материала способствует снижению зараженности семян зерновых культур (яровой пшеницы, ячменя) в 1,75–3,6 раза [12, 13].

Среди эффективных природных полифункциональных удобрений важная роль отводится биогумусу и сапропелю. Биологическая активность биогумуса определяется наличием гуминовых и фульвокислот, витаминов, природных фитогормонов, макро- и микроэлементов в виде биодоступных органических соединений [14].

Биогумус является экологически чистым органическим удобрением, свободным от химических добавок и патогенных организмов. Он ускоряет процесс прорастания семян, увеличивает скорость роста; при его применении наблюдается усиление энергии прорастания семян ячменя и других зерновых, зеленых культур, корнеплодов [15–18].

Благодаря составу и свойствам сапропели также представляют интерес в качестве безопасных удобрений для повышения почвенного плодородия и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур [19–22].

Целью исследований являлось изучение влияния предпосевной обработки суспензиями сапропели и биогумуса в нативной и ультрадисперсной форме на урожайность овса и ячменя, качественные показатели зерна.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования проводились в 2018–2020 гг. в вегетационном опыте в сосудах Вагнера объемом 5 кг. Почва опыта – серая лесная среднесуглинистая со следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,6%, pH_{KCl} – 5,9, H_r – 1,5 мг-экв./100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 19,3 мг-экв./100 г почвы, $N_{щел.}$ – 100,2 мг/кг, P_2O_5 – 122 мг/кг, K_2O – 115 мг/кг.

Повторность опытов трехкратная. В 2018 году объектом исследования стал овес сорта Конкур, в 2019–2020 гг. изучаемая культура – ячмень сорта Прерия. В качестве фона вносили в почву перед посевом комплексное минеральное удобрение азофоску с массовой долей питательных веществ N – 16%, P – 16%, K – 16% из расчета по 60 кг д.в. на гектар.

В опытах применяли сапропель месторождения озера Белое Республики Татарстан и биогумус производства «Грин-ПИК» (г. Ковров Владимирской области). Влажность сапропеля – 59%, $pH_{сол.}$ – 7,8, влажность биогумуса – 35%, $pH_{сол.}$ – 7,5.

Количественный химический состав сапропеля и биогумуса определен методом селективного атомно-абсорбционного анализа на спектрометре МГА-1000 и методом количественного анализа на спектрофотометре ПЭ-5400УФ.

При анализе образцов зерна использованы методики: определения зольности, ГОСТ 10847-2019; содержания общего азота в зерне, ГОСТ 13496.4-2019; общего фосфора в зерне, ГОСТ 26657-97; общего калия в зерне, ГОСТ 30483-97; клетчатки в зерне, ГОСТ 31675-2012.

Подготовленные суспензии с семенами культур помещали в шейкер на 2 часа для равномерного распределения вещества с последующим высевом в сосуды с почвой.

Величину урожайности определяли в фазу полной спелости культуры, со всех растений в сосуде, взвешивая на лабораторных весах.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью электронных таблиц «Microsoft Excel» по методу дисперсионного анализа Б.А. Доспехова.

Для получения ультрадисперсных частиц из сапропеля и биогумуса был использован метод ультразвукового воздействия. Исходные измельченные вещества помещали в деионизированную воду и подвергали ультразвуковому диспергированию на приборе УЗУ-0,25. В результате получили суспензию равномерно распределенных частиц вещества наноструктурного диапазона размером 5,0–120 нм, которые составляли не менее 60% от общего числа частиц. Дисперсность частиц изучаемых удобрений подтверждена методом атомно-силовой микроскопии и счетчика наночастиц.

Таблица 1. Состав сапропеля, в % на сухое вещество
Table 1. Composition of sapropel, in % of dry matter

Орган. в-во	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₃	Fe ₂ O ₃	Микроэлементы Mn, Cu, Zn – не превышают ПДК
31,3	18,9	11,7	5,1	1,23	0,45	0,82	1,27	2,42	

Таблица 2. Состав биогумуса, в % на сухое вещество
Table 2. Composition of biohumus, in % on dry matter

Орган. в-во	CaO	Al ₂ O ₃	N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Содержит комплекс микроэлементов
30,0	1,03	5,1	1,85	1,78	2,33	

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Анализировали урожайность культур по вариантам опыта (табл. 3). Результаты исследований 2018 года по предпосевной обработке семян овса в суспензиях сапропеля и биогумуса показали незначительную прибавку урожая культуры: в варианте с сапропелем – 3,4%, биогумусом – 5,5% относительно фона.

Использование ультрадисперсных форм сапропеля и биогумуса показало лучшую отзывчивость культуры, которая отразилась на увеличении урожайности овса, особенно в варианте с нанобиогумусом, где получена достоверная прибавка урожая зерна на 17,8% по сравнению с фоном. Действие ультрадисперсных частиц сапропеля по эффективности было несколько ниже варианта с применением нанобиогумуса ультрадисперсных частиц (получено на 9,6% зерна больше с каждого гектара), но также превысило показатели в вариантах с нативными удобрениями.

В 2019 году предпосевная обработка семян ячменя сапропелем и биогумусом позволила повысить урожайность культуры на 12,0 и 11,5% к фону соответственно. Замачивание семян в сапропеле и биогумусе в ультрадисперсной форме стимулировало семена к более быстрому прорастанию и последующему развитию растений ячменя в течение вегетации. Урожайность в этих вариантах повысилась на 34,8 и 29,8% к фону соответственно. Лучший показатель, в отличие от результатов 2018 года с овсом, получен вариантов с применением наносапропеля.

Урожайность ячменя в 2020 году была несколько ниже, чем в 2019 году, но также отмечали положительное влияние на прибавку зерна изучаемых удобрений. Сапропель и биогумус в нативной форме способствовали получению более высокой прибавки урожая по сравнению с 2019 годом, а применение их в ультрадисперсной форме способствовало достоверному увеличению урожайности на 21,3 и 28,0% по сравнению с фоном.

Таким образом, во все годы исследований все изучаемые варианты с предпосевной обработкой семян сапропелем и биогумусом повлияли на увеличение урожайности овса и ячменя, но лучшее действие оказали ультрадисперсные формы. Измельчение изучаемых удобрений до частиц наноразмерного диапазона (до 120 нм) приводило к значительному увеличению их активной поверхности, повышало растворение в слабых кислотах почвенного раствора, способствовало улучшению усвоения комплекса питательных веществ растениями.

Одним из важных этапов исследований стал анализ влияния изучаемых обработок на качественные показатели зерна овса и ячменя (табл. 4, 5).

Предпосевная обработка семян (в зависимости от того, химический или биологический препарат применялся), использование регуляторов роста преследуют различные цели, но применение биопрепаратов, богатых гумусовыми веществами, набором макро- и микроэлементов, вместе с другими факторами – внесенными удобрениями, климатическими условиями – влия-

Таблица 3. Влияние предпосевной обработки семян на урожайность овса и ячменя, г/сосуд зерн. ед.
Table 3. Influence of pre-sowing seed treatment on the yield of oats and barley, g/vessel of grain units

Варианты	Средняя урожайность, г/сосуд зерн. ед.			Прибавка к фону, +/-%		
	овес	ячмень		овес	ячмень	
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
1. Фон N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,84	8,23	6,28	–	–	–
2. Фон + предпосевная обработка семян суспензией сапропеля в дозе 1,5 кг/т	6,04	9,22	7,22	+3,4	+12,0	+15,0
3. Фон + предпосевная обработка семян суспензией биогумуса в дозе 1,5 кг/т	6,16	9,18	7,60	+5,5	+11,5	+21,0
4. Фон + предпосевная обработка семян суспензией наносапропеля в дозе 1,5 кг/т	6,40	11,09	7,62	+9,6	+34,8	+21,3
5. Фон + предпосевная обработка семян суспензией нанобиогумуса в дозе 1,5 кг/т	6,88	10,68	8,04	+17,8	+29,8	+28,0
НСР ₀₅ , г/сосуд	0,62	2,11	1,58	–	–	–

Таблица 4. Химический состав зерна овса в зависимости от вариантов предпосевной обработки семян, %
Table 4. The chemical composition of oat grain depending on the options for pre-sowing seed treatment, %

Варианты	Зола	Азот	Фосфор	Калий
1. Фон N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,01	2,10	0,44	0,42
2. Фон + предпосевная обработка семян суспензией сапропеля в дозе 1,5 кг/т	3,07	2,13	0,45	0,44
3. Фон + предпосевная обработка семян суспензией биогумуса в дозе 1,5 кг/т	3,13	2,18	0,46	0,44
4. Фон + предпосевная обработка семян суспензией наносапропеля в дозе 1,5 кг/т	3,20	2,20	0,49	0,45
5. Фон + предпосевная обработка семян суспензией нанобиогумуса в дозе 1,5 кг/т	3,22	2,20	0,53	0,48
НСР ₀₅	0,19	0,31	0,08	0,8

ет не только на уровень урожайности, но и на показатели качества зерна.

Так, использование в опыте биогуруса и сапропеля без ультрадисперсной обработки повысило содержание золы в зерне овса на 2,0 и 4,0% по сравнению с фоном (табл. 4). Более существенное влияние на уровень зольности наблюдали при обработке семян ультрадисперсными суспензиями биогуруса и сапропеля. Содержание золы в этих вариантах возросло на 4,2 и 2,9% по сравнению с обработкой обычными сапропелем и биогурусом, а по сравнению с фоном достоверно увеличилось на 6,3 и 7,2% соответственно.

К азоту овес наиболее требователен в первый период роста и развития, к началу цветения он поглощает его до 60%. Высокое содержание азота в зерне овса отмечено в вариантах с обработкой семян наносуспензиями биогуруса и сапропеля, прирост к фону составил 4,8%. Относительно макросуспензий сапропеля и биогуруса прирост содержания элемента составил 3,3 и 1% соответственно.

Изучаемые приемы оказались более эффективным для накопления азота в зерне овса благодаря содержанию его в удобрении и максимальной проницательной способности наночастиц при обработке семян и во время вегетации.

Содержание фосфора и калия в зерне овса повышалось во всех вариантах с предпосевной обработкой, в наибольшей степени в варианте с применением ультрадисперсного биогуруса – соответственно на 20,5 и 14,3% больше, чем в варианте с фоном. При обработке семян суспензией сапропеля и биогуруса в обычной форме показатель по фосфору вырос на 4,5%, по калию – на 4,8%.

Фосфор и калий играют важную роль в физиологических процессах в семенах зерновых культур. Фосфор наряду с азотом входит в состав белковых соединений – нулеопротеидов, являющихся основной частью клеточного

ядра. Также он является неотъемлемой частью других органических и минеральных соединений в семенах [21].

Фосфор является незаменимым макроэлементом в организме человека. В зерновых, бобовых, семенах и орехах фосфор находится в форме фитиновой кислоты, доступность которой также может быть увеличена в результате температурной переработки растительного сырья [22].

Калий оказывает положительное влияние на процессы колошения и налива зерна. Он ускоряет передвижение углеводов из стеблей и листьев в зерно, снижает поражение болезнями, увеличивает крупность и полноту зерна [21].

При определении показателей химического состава зерна ячменя установили, что в опыте 2019 года во всех изучаемых вариантах происходило более значительное по сравнению с фоном накопление элементов, по которым оценивается качество зерна. Зольность повысилась на 7,1–16,1%, содержание азотистых веществ – на 22–27,7%, белка – на 16,4–18,3%, фосфора и калия – на 12,6 и 28,3% соответственно. Максимальное достоверное накопление всех элементов показал вариант с предпосевной обработкой семян суспензией ультрадисперсного биогуруса.

Отмечали также, что в вариантах с обработкой семян ультрадисперсными суспензиями некоторые качественные показатели зерна выше по сравнению с применением макроаналогов. Так, содержание азота было на 3,6% выше, чем в зерне, обработанном обычным биогурусом, а содержание фосфора – на 10,3%.

Повторная закладка опыта в 2020 году подтвердила основные результаты исследований с этими удобрениями. Как и в 2019 году, в варианте с обработкой семян ячменя суспензией ультрадисперсного биогуруса содержание золы и фосфора было максимальным среди всех изучаемых вариантов. Содержание азота в зерне

Таблица 5. Влияние предпосевной обработки семян ячменя на химический состав зерна ячменя, %
Table 5. Influence of pre-sowing treatment of barley seeds on the chemical composition of barley grain, %

Варианты	Зола	Азот	Белок	P ₂ O ₅	K ₂ O
2019 г.					
1. Фон N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,6	1,59	9,93	0,76	0,43
2. Фон + предпосевная обработка семян суспензией сапропеля в дозе 1,5 кг/т	2,84	2,04	12,75	0,78	0,55
3. Фон + предпосевная обработка семян суспензией биогуруса в дозе 1,5 кг/т	3,03	2,12	13,25	0,78	0,54
4. Фон + предпосевная обработка семян суспензией наносапропеля в дозе 1,5 кг/т	2,94	2,19	13,68	0,85	0,59
5. Фон + предпосевная обработка семян суспензией нанобиогуруса в дозе 1,5 кг/т	3,11	2,20	13,75	0,87	0,60
НСР ₀₅	0,39	0,41	0,92	0,13	0,18
2020 г.					
1. Фон N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,67	1,75	10,93	1,25	1,0
2. Фон + предпосевная обработка семян суспензией сапропеля в дозе 1,5 кг/т	2,69	1,85	11,56	1,38	1,05
3. Фон + предпосевная обработка семян суспензией биогуруса в дозе 1,5 кг/т	2,69	1,80	11,25	1,00	1,03
4. Фон + предпосевная обработка семян суспензией наносапропеля в дозе 1,5 кг/т	2,70	1,95	12,18	1,40	1,06
5. Фон + предпосевная обработка семян суспензией нанобиогуруса в дозе 1,5 кг/т	3,01	1,83	11,43	1,42	1,07
НСР ₀₅	0,21	0,19	0,38	0,27	0,2

варьировало от 1,75 до 1,95%, достигая наибольшего показателя в варианте с обработкой семян ультрадисперсным сапропелем. Содержание белка в зерне в разрезе изучаемых вариантов было на уровне 10,3–10,7%, то есть изменялось незначительно, а по сравнению с 2019 годом накопление было значительно ниже.

Достоверное повышение содержания P_2O_5 на 12% и 13,6% по сравнению с фоном наблюдали в вариантах с обработкой семян ультрадисперсными суспензиями сапропеля и биогумуса. Сапропель в обычной форме также показал хорошую эффективность, и показатель обеспеченности фосфором увеличился здесь на 10,4%.

Отмечали и увеличение содержания K_2O в зерне, хотя оно было не таким существенным, как в варианте

с фосфором. В разрезе вариантов показатель повысился на 3–7%, достигая максимального значения при обработке ультрадисперсным биогумусом.

Выводы / Conclusion

Таким образом, предпосевная обработка суспензиями сапропеля и биогумуса наряду с другими факторами оказывает положительный эффект на повышение урожайности овса и ячменя. Увеличение урожайности достигало 17,8% в опыте с овсом, 34,8% и 28% – в опытах с ячменем в 2019 и 2020 годах соответственно. Лучшее действие на прибавку зерна овса и ячменя оказало применение сапропеля и особенно биогумуса в ультрадисперсной форме.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Материалы подготовлены в рамках государственного задания № FMEG-2021-0003, регистрационный номер: 121021600147-1.

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.

FUNDING

The materials were prepared within the framework of the state assignment No. FMEG-2021-0003, registration number: 121021600147-1.

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

- Guha T, Gopal G, Kundu R, Mukherjee. Nanocomposites for Delivering Agrochemicals: A Comprehensive Review. *A Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2020; 68 (12): 3691–3702. DOI: 10.1021/acs.jafc.9b06982.
- Qian Y, Qin C, Chen M, Lin S. Nanotechnology in soil remediation—applications vs. implications. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2020; 201: 110815. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110815>.
- Ефремова Ю.В. Продуктивность озимой пшеницы при обработке семян стимуляторами роста. *Аграрная Россия*. 2015; 5: 21–24.
- Кравец А.В., Бобровская Д.Л., Касимова Л.В., Зотикова А.П. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы гуминовым препаратом из торфа. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2011; 4(78): 22–24.
- Плечова О.И. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы биопрепаратами на основе diazotrophs. *Агрохимический вестник*. 2013; 3: 38–40.
- Рабинович Г.Ю., Смирнова Ю.Д. Эффективность применения биопрепаратов в растениеводстве. *Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса*. 2017; 3(32): 25–30.
- Рябчинская Т.А., Харченко Г.Л., Саранцева Н.А., Бобрешова И.Ю., Злотников А. К. Полифункциональное действие препарата Альбит при предпосевной обработке семян яровой пшеницы. *Агрохимия*. 2009; 10: 39–47.
- Смирнова Ю.Д., Курилина С.Н. Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы биопрепаратом ЖФБ на урожайность и биологические свойства почвы. В сборнике: *Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса. Коллективная монография*. Иваново, 2019; 49–52.
- Kah M, Tufenkji N, White JC. Nano-enabled strategies to enhance crop nutrition and protection. *Nat. Nanotechnol.* 2019; 14: 532–540. <https://doi.org/10.1038/s41565-019-0439-5>.
- Usman M., Farooq M., Wakeel A., Nawaz A., Cheema S.A., Rehman H.U., Ashraf I., Sanaullah M. Nanotechnology in agriculture: Current status, challenges and future opportunities. *The Science of the total environment*. 2020; 721: 137778. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137778>.
- Hoang AS, Cong HH, Shukanov VP. et al. Evaluation of metal nanoparticles as growth promoters and fungi inhibitors for cereal crops. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 2022; 9: 12. <https://doi.org/10.1186/s40538-021-00277-w>.
- Hoang S.A., Nguyen L.Q., Nguyen N.H. et al. Metal nanoparticles as effective promoters for Maize production. *Sci Rep.* 2019; 9: 13925. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50265-2>.
- Гаранович И., Титок В., Максимова С. Биогумус в питомниководстве. *Наука и инновации*. 2020; 5(207): 44–48.
- Ручин А.Б. Для чего нужен биогумус? *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2014; 4-1: 62–64.
- Хурнова А.М., Федосеев О.Н. Оптимизация использования биогумуса в экологическом огородничестве (на примере томатов). *Нива Поволжья*. 2019; 1 (50): 44–51.

REFERENCES

- Guha T, Gopal G, Kundu R, Mukherjee. Nanocomposites for Delivering Agrochemicals: A Comprehensive Review. *A Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2020; 68 (12): 3691–3702. DOI: 10.1021/acs.jafc.9b06982.
- Qian Y, Qin C, Chen M, Lin S. Nanotechnology in soil remediation—applications vs. implications. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2020; 201: 110815. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110815>.
- Efremova YU. V. Productivity of winter wheat when seeds are treated with growth stimulants. *Agrarian Russia*. 2015; 5: 21–24. (In Russian).
- Kravec A.V., Bobrovskaya D.L., Kasimova L.V., Zotikova A.P. Presowing treatment of spring wheat seeds with a humic preparation from peat. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2011; 4(78): 22–24. (In Russian).
- Plechova O.I. Presowing treatment of spring wheat seeds with biopreparations based on diazotrophs. *Agrochemical Bulletin*. 2013; 3: 38–40. (In Russian).
- Rabinovich G.YU., Smirnova YU.D. The effectiveness of the use of biological products in crop production. *Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex*. 2017; 3(32): 25–30. (In Russian).
- Ryabchinskaya T.A., Harchenko G.L., Saranceva N.A., Bobreshova I.YU., Zlotnikov A.K. Polyfunctional effect of Albit during pre-sowing treatment of spring wheat seeds. *Agrochemistry*. 2009; 10: 39–47. (In Russian).
- Smirnova YU. D., Kurilina S. N. Influence of pre-sowing treatment of spring wheat seeds with a biological product of ZhFB on the yield and biological properties of the soil. In the collection: *Current trends in scientific support of the agro-industrial complex. Collective monograph*. Ivanovo, 2019; 49–52. (In Russian).
- Kah M, Tufenkji N, White JC. Nano-enabled strategies to enhance crop nutrition and protection. *Nat. Nanotechnol.* 2019; 14: 532–540. <https://doi.org/10.1038/s41565-019-0439-5>.
- Usman M., Farooq M., Wakeel A., Nawaz A., Cheema S.A., Rehman H.U., Ashraf I., Sanaullah M. Nanotechnology in agriculture: Current status, challenges and future opportunities. *The Science of the total environment*. 2020; 721: 137778. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137778>.
- Hoang AS, Cong HH, Shukanov VP. et al. Evaluation of metal nanoparticles as growth promoters and fungi inhibitors for cereal crops. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 2022; 9: 12. <https://doi.org/10.1186/s40538-021-00277-w>.
- Hoang S.A., Nguyen L.Q., Nguyen N.H. et al. Metal nanoparticles as effective promoters for Maize production. *Sci Rep.* 2019; 9: 13925. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50265-2>.
- Garanovich I., Titok V., Maksimova S. Biohumus in nursery. *Science and innovation*. 2020; 5(207): 44–48. (In Russian).
- Ruchin A.B. What is biohumus for? *Actual problems of the humanities and natural sciences*. 2014; 4-1: 62–64. (In Russian).
- Hurnova A.M., Fedoseev O.N. Optimization of the use of vermicompost in ecological gardening (on the example of tomatoes). *Niva of the Volga region*. 2019; 1 (50): 44–51. (In Russ.).

16. Voko M.P., Kulkarni M.G., Finnie J.F., J. Van Staden. Seed priming with vermicompost leachate, *Ecklonia maxima* extract-Kelpak and smoke-water induce heat stress amelioration and growth in *Vigna unguiculata* L. seedlings. *South African Journal of Botany*. 2022; 147: 686–696. ISSN 0254-6299. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.02.025>.

17. Валов, В.В. Перспективы добычи и использование сапропелей в Республике Бурятия. *Устойчивое развитие науки и образования*. 2020; 7(46): 21–25.

18. Васильев О. А. Эффективность использования сапропеля в качестве удобрения картофеля. *Лучшая исследовательская статья 2020: сборник статей III Международного научно-исследовательского конкурса, Петрозаводск, 20 декабря 2020 года. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука». 2020; 47–59.*

19. Морозов В.В., Савельева Л.Н. Использование сапропеля для органического земледелия в условиях Псковской области. *Научное обеспечение инновационного развития АПК: материалы международной научно-практической конференции, Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. Великие Луки: 2020; С. 214–222.*

20. Shahryari R, Mollasadeghi V. Increasing of wheat grain yield by use of a humic fertilizer. *Advances in Environmental Biology*. 2011; 5: 516–518. ISSN 1995-075.

21. Клименко, Н. Н., Абрамова И. Н., Кузнецова Е. Н. Влияние минеральных удобрений на показатели качества зерна яровой пшеницы в условиях Иркутского района. *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова*. 2019; 1(54): 36–43.

22. Sormunen-Cristian R. Effect of barley and oats on feedintake, live weight gain and some carcass characteristics of fattening lambs *Small Ruminant Research*. 2013;109: 22–27.

16. Voko M.P., Kulkarni M.G., Finnie J.F., J. Van Staden. Seed priming with vermicompost leachate, *Ecklonia maxima* extract-Kelpak and smoke-water induce heat stress amelioration and growth in *Vigna unguiculata* L. seedlings. *South African Journal of Botany*. 2022; 147: 686–696. ISSN 0254-6299. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.02.025>.

17. Valov, V.V. Prospects for the extraction and use of sapropels in the Republic of Buryatia. *Sustainable development of science and education*. 2020; 7(46): 21–25. (In Russian).

18. Vasil'ev, O.A. Efficiency of using sapropel as a potato fertilizer. *Best research article 2020: collection of articles of the III International Research Competition, Petrozavodsk, December 20, 2020. – Petrozavodsk: International Center for Scientific Partnership «New Science». 2020; 47–59. (In Russian).*

19. Morozov V.V., Savel'eva L.N. The use of sapropel for organic farming in the conditions of the Pskov region. *Scientific support for the innovative development of the agro-industrial complex: materials of the international scientific-practical conference, Velikolukskaya State Agricultural Academy. – Velikiye Luki: 2020; P. 214–222. (In Russian).*

20. Shahryari R, Mollasadeghi V. Increasing of wheat grain yield by use of a humic fertilizer. *Advances in Environmental Biology*. 2011; 5: 516–518. ISSN 1995-075.

21. Klimentko, N.N., Abramova I.N., Kuznetsova E.N. Influence of mineral fertilizers on the quality indicators of spring wheat grain in the conditions of the Irkutsk region. *Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy. V.R. Filippova*. 2019; 1(54): 36–43. (In Russian).

22. Sormunen-Cristian R. Effect of barley and oats on feedintake, live weight gain and some carcass characteristics of fattening lambs / R. Sormunen-Cristian. *Small Ruminant Research*. 2013;109: 22–27.

ОБ АВТОРАХ:

Расим Рашидович Газизов,

кандидат сельскохозяйственных наук, Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения — обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, ул. Оренбургский тракт 20а, г. Казань, 420059, Российская Федерация
E-mail: rasim_0410@mail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9922-9037>

Елена Александровна Прищепенко,

кандидат сельскохозяйственных наук, Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения — обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, ул. Оренбургский тракт 20а, г. Казань, 420059, Российская Федерация
E-mail: pea77@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9068-3014>

Гульнара Фанисовна Рахманова,

кандидат сельскохозяйственных наук, Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения — обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, ул. Оренбургский тракт 20а, г. Казань, 420059, Российская Федерация
E-mail: gulnara_rakhmanova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0261-3049>

Руфина Ринатовна Маснавиева,

младший научный сотрудник, Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения — обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, ул. Оренбургский тракт 20а, г. Казань, 420059, Российская Федерация
E-mail: rufina.masnavieva.63@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8267-2016>

ABOUT THE AUTHORS:

Rasim Rashidovich Gazizov,

Candidate of Agricultural Sciences, Tatar Research Institute of Agrochemistry and Soil Science – a separate structural subdivision of the Federal Research Center of Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Kazan. 20a st. Orenburg tract, Kazan, 420059, Russian Federation
E-mail: rasim_0410@mail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9922-9037>

Elena Alexandrovna Prishchepenko,

Candidate of Agricultural Sciences, Tatar Research Institute of Agrochemistry and Soil Science – a separate structural subdivision of the Federal Research Center of Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Kazan. 20a st. Orenburg tract, Kazan, 420059, Russian Federation
E-mail: pea77@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9068-3014>

Gulnara Fanisovna Rakhmanova,

Candidate of Agricultural Sciences, Tatar Research Institute of Agrochemistry and Soil Science – a separate structural subdivision of the Federal Research Center of Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Kazan. 20a st. Orenburg tract, Kazan, 420059, Russian Federation
E-mail: gulnara_rakhmanova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0261-3049>

Rufina Rinatovna Masnavieva,

junior Researcher, Tatar Research Institute of Agrochemistry and Soil Science – a separate structural subdivision of the Federal Research Center of Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Kazan. 20a st. Orenburg tract, Kazan, 420059, Russian Federation
E-mail: rufina.masnavieva.63@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8267-2016>

Н.Г. Зубко¹, ✉
Т.В. Долженко^{2,3}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Российская Федерация

² Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ ООО «ИЦЗР», Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ sacura0@yandex.ru

Поступила в редакцию:
18.08.2022

Одобрена после рецензирования:
29.10.2022

Принята к публикации:
23.11.2022

Natalya G. Zubko¹, ✉
Tatyana V. Dolzhenko^{2,3}

¹ All-Russian Research Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russian Federation

² St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russian Federation

³ ICZR LLC, St. Petersburg, Russian Federation

✉ sacura0@yandex.ru

Received by the editorial office:
18.08.2022

Accepted in revised:
29.10.2022

Accepted for publication:
23.11.2022

Действие фунгицидов на содержание фотосинтетических пигментов в растениях пшеницы яровой

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Количество научных работ, рассматривающих вопросы косвенного действия применения фунгицидов в период вегетации на урожайность пшеницы посредством их влияния на физиологические процессы и пигментный состав растений этой культуры, немногочисленно. Существует только несколько отечественных и зарубежных работ по этому вопросу. Необходимость проведения исследований влияния обработок препаратами фунгицидного действия на пигментный состав растений продиктована тем, что современные химические средства защиты растений, являясь физиологически активными веществами, могут оказывать определённое влияние на растения путём торможения или усиления их физиологических и биохимических процессов.

Методы. Материалом для лабораторных и полевых исследований были пять фунгицидов («Амистар Трио, КЭ» (125 г/л пропиконазола + 100 г/л азоксистробина + 30 г/л ципроконазола); «Триада, ККР» (140 г/л пропиконазола + 140 г/л тебуконазола + 72 г/л эпоксиконазола); «Фоликкур, КЭ» (250 г/л тебуконазола); «Эвито Т, КЭ» (250 г/л тебуконазола + 180 г/л флуоксастробина); «Солигор, КЭ» (224 г/л спирокарбама + 148 г/л тебуконазола + 53 г/л протиоконазола)), используемых для защиты пшеницы яровой от болезней в период вегетации. Для изучения их действия на содержание пигментов в листовом аппарате нами были проведены обработки этими препаратами пшеницы яровой сортов Дарья и Ленинградская 6 в максимальной норме применения. Количество пигментов в опытных и контрольных вариантах определяли спектрофотометрическим методом с последующей статистической обработкой полученных данных с помощью дисперсионного анализа.

Результаты. Препарат «Триада, ККР» при его однократном применении на 4-е сутки после обработки растений яровой пшеницы сорта Дарья привёл к существенному снижению содержания хлорофиллов и общего количества пигментов в листовом аппарате. Существенные изменения в сторону увеличения содержания фотосинтетических пигментов выявлены на 8-е сутки после 2-й обработки препаратом «Солигор, КЭ» в полевых опытах на сорте Дарья.

Ключевые слова: фунгициды, фотосинтетические пигменты, хлорофилл а, хлорофилл b, каротиноиды, пропиконазол, тебуконазол

Для цитирования: Зубко Н.Г., Долженко Т.В. Действие фунгицидов на содержание фотосинтетических пигментов в растениях пшеницы яровой. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 110–118. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-110-118>

© Зубко Н.Г., Долженко Т.В.

The effect of fungicides on the content of photosynthetic pigments in spring wheat plants

ABSTRACT

Relevance. The number of scientific papers dealing with the indirect effect of the use of fungicides during the growing season on wheat yield through their effect on physiological processes and pigment composition in plants of this crop is not numerous. There are only a few domestic and foreign works on this issue. The need to conduct research on the effect of treatments with fungicidal preparations on the pigment composition in plants is dictated by the fact that modern chemical plant protection products, being physiologically active substances, can have a certain effect on plants by inhibiting or enhancing their physiological and biochemical processes.

Methods. The material for laboratory and field studies were five fungicides («Amistar Trio, CE» (125 g/l propiconazole + 100 g/l azoxystrobin + 30 g/l ciproconazole); «Triada, CSC» (140 g/l propiconazole + 140 g/l tebuconazole + 72 g/l epoxiconazole); «Folicur, CE» (250 g/l tebuconazole); «Evito T, CE» (250 g/l tebuconazole + 180 g/l fluoxastrobin); «Soligor, CE» (224 g/l spiroxamine + 148 g/l tebuconazole + 53 g/l prothioconazole)), that are used to protect spring wheat from diseases during the growing season. To study their effect on the content of pigments in the leaf apparatus, we carried out treatments with these preparations of spring wheat varieties Daria and Leningradskaya 6 in the maximum application rate. The amount of pigments in the experimental and control variants was determined by the spectrophotometric method followed by statistical processing of the data obtained using a computer program for dispersion analysis «Diana 1».

Results. The preparation «Triada, CSC» on the 4th day after single application on spring wheat plants of the Daria variety led to a significant decrease in the content of chlorophylls and the total amount of pigments in the leaf apparatus. Significant changes in the direction of increasing the content of photosynthetic pigments were detected on the 8th day after the 2nd treatment with «Soligor, CE» used in field experiments on the Daria variety.

Key words: fungicides, photosynthetic pigments, chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids, propiconazole, tebuconazole

For citation: Zubko N.G., Dolzhenko T.V. The effect of fungicides on the content of photosynthetic pigments in spring wheat plants. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 110–118. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-110-118> (In Russian).

© Zubko N.G., Dolzhenko T.V.

Введение / Introduction

Химическая защита растений является на сегодняшний день одним из самых распространённых и эффективных методов, применяемых при возделывании сельскохозяйственных культур во всем мире, при этом борьбе с различными грибными заболеваниями уделяется особое внимание, так как они не только снижают урожай, но и представляют опасность для человека и животных [1, 2]. При возделывании сортов интенсивного типа на высоком уровне азотного питания получение высоких и стабильных урожаев без защиты растений от болезней невозможно [3, 4].

Основными требованиями к ассортименту химических средств защиты растений на сегодняшний день является высокая биологическая эффективность, низкие нормы применения, безопасность для защищаемых растений и окружающей среды и наличие высокоточных методов контроля остаточных количеств действующих веществ пестицидов и их метаболитов [5, 6].

Эффективности фунгицидов в отношении основных болезней сельскохозяйственных культур и их безопасности для окружающей среды посвящено большое количество статей и методических рекомендаций [7–9]. Количество же научных работ, рассматривающих вопросы косвенного действия применения фунгицидов в период вегетации на урожайность пшеницы посредством их влияния на физиологические процессы и пигментный состав в растениях этой культуры, немногочисленно, и информация, содержащаяся в них, до сих пор имеет противоречивый характер. Существует только небольшой ряд отечественных и зарубежных работ по этому вопросу.

Необходимость проведения такой научной работы была высказана еще в работе Ж.Л. Лукпанова (1973). Он обосновал это тем, что современные химические средства защиты растений, являясь физиологически активными веществами, могут оказывать определённое влияние на растения путём торможения или усиления их физиологических и биохимических процессов [10]. Важность этого аспекта изучения продиктована ещё и тем фактом, что процесс фотосинтеза является ключевым в формировании продуктивности агрофитоценоза и уровень потенциального урожая во многом зависит от величины листовой поверхности посевов, а также от интенсивности фотосинтетических процессов, проходящих в растениях [11]. Целью применения фунгицидов на пшенице является увеличение продолжительности жизни листьев и замедление старения флагового листа, который обладает самым высоким вкладом фотосинтетических ассимилятов в рост зерна [12].

В исследованиях А.А. Иванова, Н.И. Шабновой, Ю.С. Дунаевой и А.А. Кособрюхова (2013) при обработке фунгицидом «Амистар Трио, концентрат эмульсии (КЭ)» (125 г/л пропиконазола + 100 г/л азоксистробина + 30 г/л ципроконазола) пшеницы сорта Иволга препарат увеличивал длительность функционирования листьев растений с поддержанием повышенной интенсивности фотосинтеза и активности нитратредуктазы и усиливал водный обмен за счёт увеличения скорости транспирации [13].

В Орловской области Н.Н. Лысенко, Е.Г. Прудниковой, Н.Л. Хилковой и Е.И. Чекалиным (2011) на производственных посевах пшеницы яровой сорта Дарья в присутствии засухи и болезней было отмечено, что в фазу налива зерна через 5 дней после обработки фунгицидом «Титул 390, концентрат коллоидного раствора (ККР)» (390 г/л пропиконазола) различий по эффективности

поглощения и использования квантов света хлорофиллом между контролем и опытом не обнаружено [14]. В работе Lucia D. Moreyra, Daniela S. Garanzini, Sandra Medici не обнаружено влияния на содержание пигментов в листовом аппарате *Bidens laevis* (L.) при применении и другого триазола (тебуконазола) [15].

Также было изучено влияние применения средств защиты растений на фотосинтетическую активность посевов озимой пшеницы сорта Мироновская 808 в Орловской области. Обработка фунгицидом «Тилт, КЭ» (250 г/л пропиконазола) способствовала увеличению продолжительности активной деятельности листьев, особенно флаг-листа, в среднем на 7–9 дней, при этом листовая поверхность сохранялась в этом варианте до конца восковой спелости. Общий фотосинтетический потенциал за период вегетации при обработке фунгицидом был также выше, чем в вариантах без его применения [16, 17]. Аналогичные исследования были проведены Н.А. Квасовым (1999) в Ставропольском крае [18].

В работе Ю.В. Карпец, Ю.Е. Колупаевой, Т.О. Ястреб и др. (2016) было показано, что обработка седаксаном в концентрации 0,1 мг/мл не влияла на рост растений и содержание фотосинтетических пигментов в листьях озимой пшеницы сортов Досконала, Новокиевская и Бунчук при нормальном увлажнении, но способствовала сохранению содержания хлорофиллов и каротиноидов в листьях растений, подвергнутых засухе [19].

Согласно информации, приведённой в монографии Е.И. Кошкина (2016), контактные препараты, содержащие медь, негативно влияют на ультраструктуру хлоропластов, вызывая перекисное окисление липидов в их мембранах, что впоследствии оказывает негативный эффект на световые реакции фотосинтеза, особенно связанные с фотосистемой II (ФС II), вызывая ингибирование выделения кислорода. У ячменя медь тормозит синтез хлорофилла и его интеграцию в фотосистемы. Стробилурины (в частности пираклостробин) при применении их на озимой пшенице, не влияя на состав пигментов в листовом аппарате, снижали индекс фотосинтеза и транспирации, но замедляли старение листьев за счёт уменьшения количества активных форм кислорода и содержания этилена в них, удлиняя тем самым период активного фотосинтеза. Бензимидазолы ингибируют фотосинтез в растениях многих сельскохозяйственных культур. Вызывая снижение содержания хлорофиллов, дезорганизуя структуру хлоропластов, ингибируя электронный транспорт и инактивируя ФС II, они повышают содержание каротиноидов для включения механизмов фотопротекции, уменьшая тем самым негативные последствия от применения этой группы препаратов на фотосинтез. При обработке этими фунгицидами наблюдается увеличение флуоресценции хлорофилла.

Представители фунгицидов класса триазолы, имеющие разные действующие компоненты, могут как ингибировать, так и стимулировать фотосинтез в случае повышения содержания хлорофиллов и внутриклеточной концентрации CO₂ при фотосинтезе. Отмечена также интересная особенность этой группы фунгицидов – они активируют биосинтез хлорофиллов и ускоряют дифференциацию хлоропластов за счёт увеличения в листьях растений содержания цитокининов. Отдельным пунктом в книге отмечено также, что сохранение листьев зелёными во второй половине вегетации, что положительно сказывается на урожайности, связано не только с влиянием действующих веществ на физиологические

процессы, но и с прямым действием самого препарата, то есть подавлением патогенов [20]. Подробно действие триазолов на физиологические процессы в растениях описано также в обзоре Т.П. Побежимовой, А.В. Корсукова, Н.В. Дорофеева (2019), в котором указано, что применение фунгицидов на основе триазолов увеличивают содержание хлорофилла и других пигментов в растениях, сопровождаясь накоплением крахмала и подавлением активность α -амилазы, фруктанэзогидролазы [1]. Негативное действие флудиоксонила, бензимидазолов и триадимефона, принадлежащего к химическому классу триазолов, на фотосинтетический аппарат растений упоминается в обзоре E.V. Baibakova, E.E. Nefedjeva, Małgorzata Suska-Malawska, Mateusz Wilk, G.A. Sevriukova, V.F. Zheltobriukhov (2019) [21]. Снижение содержания фотосинтетических пигментов при обработке пшеницы дифеноконазолом описано в статье Liu R., Li J., Zhang L., Feng T., Zhang Z., Zhang B. (2021) [22].

Сведения о влиянии триазоловых фунгицидов на содержание пигментов в листовом аппарате пшеницы содержатся также в монографии В.М. Юрина, А.И. Соколика, А.П. Кудряшова и др. (2011). Ростретардантный эффект при применении триазолов теоретически, как пишут авторы, должен быть обусловлен увеличением синтеза хлорофиллов после проведения обработок. Однако было показано, что применение таких фунгицидов приводило к снижению содержания этих пигментов в листьях озимой пшеницы на единицу сухого веса [23].

В исследовании, проведённом Е.В. Байбаковой (2022) на проростках пшеницы, не установлено снижение содержания фотосинтетических пигментов при применении препаратов на основе ципроконазола, флудиоксонила, азоксистробина, протиоконазола и прохлораза [24]. В ряде исследований было установлено, что повреждённые болезнями листья имеют более низкое содержание хлорофилла. Применение фунгицидов в оптимальных нормах применения и соотношениях действующих веществ при этом приводило к увеличению содержания хлорофиллов в листьях пшеницы и ячменя в связи с тем, что увеличивалось количество здоровых растений. Таким образом, фунгициды продемонстрировали свою эффективность, и подтвердилась необходимость их применения. В ряде случаев было также отмечено, что смеси некоторых действующих веществ, например таких как ципроконазол и флудиоксонил, в этом аспекте обладают преимуществами перед индивидуальными действующими веществами [25–28].

В работе С.А.В. Agudelo (2014) отмечается значительное повышение содержания хлорофилла при обработке препаратами на основе бикафена (125 г/л) при норме применения 1 л/га; флуоксастробина (100 г/л) при норме применения 2 л/га; протиоконазола (250 г/л) при применении в норме 0,8 л/га и смеси бикафена и протиоконазола (75 + 150 г/л) в норме применения 1,25 л/га на всех ярусах листьев озимой пшеницы сорта Ритмо в фазы середины молочной спелости (BBCH 75) и середины восковой спелости (BBCH 85). Обработки препаратами на основе спирокарба (500 г/л) в норме применения 0,75 л/га, боскалида (500 г/кг) при применении в норме 1 кг/га и смеси спирокарба и протиоконазола (300 + 160 г/л) в норме применения 1,25 л/га к существенному изменению в составе пигментов не приводили [29].

В исследованиях китайских учёных, которые были проведены в 2006–2007 г., при однократном применении в фазе 59 по Задоксу (полное колошение) однокомпонентных фунгицидов содержащих 375 г/л карбендазима, 125 г/л тебуконазола и 250 г/л азоксистробина,

было отмечено значительно большее содержание хлорофиллов а и b на флаг-листьях в фазе развития озимой пшеницы 80 по Задоксу (начало восковой спелости) после обработки этими препаратами по отношению к контролю. В более ранние фазы развития растений после обработки значительных различий по содержанию хлорофиллов не наблюдалось [30].

Бразильскими учёными было изучено в условиях теплицы влияние двукратной обработки (в стадиях по Задоксу: 30 – начало удлинения стебля и 45 – конец фазы выхода в трубку) комбинированным зарегистрированным в этом государстве фунгицидом «Приори Экстра, СК» (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола) на состав фотосинтетических пигментов в растениях пшеницы сорта Кварцо. Под действием фунгицида происходило уменьшение количества пигментов в листьях пшеницы [31].

В работе литовских учёных по многоаспектному исследованию на посевах озимой пшеницы фунгицидов на основе действующих веществ из классов триазолы и стробилурины отмечено более высокое содержание хлорофиллов в вариантах с применением препаратов на основе стробилуринов, чем триазолов [32]. Китайскими учёными также было установлено более высокое содержание фотосинтетических пигментов в проростках пшеницы, обработанных азоксистробином, по отношению к контролю [33].

Канадские учёные в своих исследованиях выявили положительное влияние фунгицидов на основе паклобутразола, пропиконазола и тетраконазола на пигментный состав пшеничных проростков, предварительно обработанных паракватом. Фунгициды на основе паклобутразола и тетраконазола нивелировали отрицательное действие параквата, увеличивая содержание хлорофиллов и каротиноидов в растениях. Пропиконазол при этом таким эффектом не обладал [34].

Коллективом индийских учёных было выявлено отрицательное влияние высоких норм применения фунгицидов на основе карбендазима на количество фотосинтетических пигментов в растениях [35].

Материал и методы исследования / Materials and method

В качестве базовой методики определения пигментов в листьях растений яровой пшеницы была взята методика С.В. Трифонова (2011) [36]. Модификация методики была проведена с использованием патента «Способ определения хлорофилла в растениях гречихи», авторами которого являются сотрудники Орловского государственного аграрного университета (ОГАУ) В.Т. Лобков и Г.В. Наполова (2003) [37].

Для исследования в лабораторных условиях были взяты 2 трёхкомпонентных препарата с содержанием пропиконазола: «Триада, ККР» (140 г/л пропиконазола + 140 г/л тебуконазола + 72 г/л эпоксиконазола) и «Амистар Трио, КЭ» (125 г/л пропиконазола + 100 г/л азоксистробина + 30 г/л ципроконазола), которые применяли однократно в фазу 37 развития культуры по Задоксу (флаг-лист) в максимальной норме применения, рекомендуемой Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов, разрешённых для применения на территории Российской Федерации: 0,6 л/га («Триада, ККР») и 1,0 л/га («Амистар Трио, КЭ») в условиях отсутствия болезней.

Для проведения исследований растения пшеницы яровой сортов Дарья и Ленинградская 6 выращивали в искусственных климатических условиях. Растения

выращивали в пластиковых горшочках в климатостате «КС-200 СПУ» при ночной температуре 18 °С и дневной – 22 °С с продолжительностью дня и ночи по 12 часов. В качестве грунта была использована готовая садовая смесь с содержанием основных элементов питания $N_{120}P_{230}K_{300}$ и микроэлементов (железа, серы, бора, марганца, меди, молибдена и цинка), pH солевой суспензии (pH_{KCl}) 5,8 и влажностью не более 60%. В каждый горшочек засыпали по 1 кг этого грунта и высевали по 10 зёрен. Опыт в климатостате был заложен в трёхкратной повторности. Полив осуществляли водой комнатной температуры через каждые 1–2 дня. В зависимости от влажности почвы в каждый горшочек добавляли от 100 до 150 мл воды при каждом поливе. Освещённость в климатостате была 4200 лк. Параллельно с опытными выращивали контрольные варианты.

Отбор проб в трёхкратной повторности на анализ после однократной обработки препаратом «Триада, ККР» на пшенице яровой сортов Дарья и Ленинградская 6 проводили на 4-е сутки после обработки; после однократной обработки препаратом «Амистар Трио, КЭ» – на 8-е и 17-е сутки.

Затем, после лабораторных экспериментов, в Гатчинском районе Ленинградской области на посевах пшеницы яровой сорта Дарья нами было проведено изучение влияния применения фунгицидов на пигментный состав в динамике в полевых условиях на естественном инфекционном фоне. Предшественником этой культуры являлась пшеница озимая, почва при этом была дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая с содержанием гумуса 2,5% и pH 4,6. Было проведено предпосевное внесение азотоса (125 кг/га) и подкормка аммиачной селитрой (150 кг/га).

В исследования были взяты: в качестве однокомпонентного препарата на основе тебуконазола – «Фолликур, КЭ» (250 г/л тебуконазола); двухкомпонентный препарат «Эвито Т, КЭ» (250 г/л тебуконазола + 180 г/л флуоксастробина) и трёхкомпонентный препарат «Солигор, КЭ» (224 г/л спирокарбама + 148 г/л тебуконазола + 53 г/л пропиконазола). Эти фунгициды применяли двукратно в фазах развития культуры по Задоксу 33 (появление 3-го узла) и 49 (выдвижение колоса) в нормах применения соответственно: два первых – по 1 л/га, а последний – при первой обработке 0,4 л/га; при второй – 0,8 л/га.

Отбор проб на анализ пигментного состава осуществляли в четырёхкратной повторности на 8-е, 15-е и 30-е сутки после второй обработки. Параллельно с этим отбором брали образцы в варианте без обработок. В анализ брали только флаг-лист с 5 случайно выбранных растений из каждой повторности.

Для средней пробы выбирали только флаг-листья пшеницы яровой. По проведённой нами модификации навеску материала брали в количестве 200 мг, измельчали ножницами и закладывали в мерные пробирки на 15 мл со шлифом 14/23. Заливали 10 мл 96%-ного спирта, плотно закрывали притёртыми пробками и оставляли экстрагироваться на 48 часов в холодильнике.

Анализ полученных экстрактов на содержание хлорофилла и каротиноидов проводили на спектрофотометре «ПромЭкоЛаб ПЭ-5400УФ» в стеклянных кюветках с рабочей длиной кюветы 10 мм. В кювету сравнения заливали 96%-ный спирт. Анализировали контрольные и опытные образцы по каждой повторности. Кюветы помещали в кюветную камеру и определяли оптическую плотность (D) вытяжки при длинах волн, соответствующих максимумам поглощения хлорофилла а и в

и каротиноидов. Коэффициенты экстинкции измеряли при длинах волн, на которых происходит максимум поглощения: для каротиноидов – при 440,5 нм, хлорофилла а – 665 нм, хлорофилла в – 649 нм. Исходный экстракт разбавляли в 6 раз для получения достоверных коэффициентов экстинкции.

Концентрации хлорофилла а и в в экстрактах в 96%-ном спирте рассчитывали по формулам:

$$C_a \text{ (мг/л)} = 13,70 \cdot D_{665} - 5,76 \cdot D_{649},$$

$$C_b \text{ (мг/л)} = 25,80 \cdot D_{649} - 7,60 \cdot D_{665},$$

где C_a и C_b – концентрации хлорофилла а и в мг/л [38].

Для определения концентрации каротиноидов (мг/л) в суммарном экстракте пигментов была использована формула Ветштейна:

$$C_{\text{кар}} = 4,695 \cdot D_{440,5} - 0,268 (C_{a+b}),$$

где C_{a+b} – суммарное содержание хлорофиллов а и в в растворе (мг/л) [39].

Установив концентрацию пигментов в экстракте, определяли их содержание в исследуемом материале с учётом объёма вытяжки и навески пробы по формуле:

$$A = V \cdot C / (P \cdot 1000),$$

где C – концентрация пигментов в мг/л; V – объём вытяжки в мл; P – навеска растительного материала в г; A – содержание пигмента в растительном материале в мг/г сухой массы [36].

Получив данные по вышеуказанным критериям по каждой повторности, выводили средние значения этих показателей. По ним и проводили сравнение между опытными и контрольными образцами по влиянию обработок изучаемыми препаратами на содержание основных пигментов в листьях яровой пшеницы сортов Дарья и Ленинградская 6. Статистическую обработку полученных результатов по оценке существенности различий в пигментном составе проводили с помощью дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Нами была выявлена тенденция к уменьшению количества пигментов на 8-е сутки после опрыскивания под действием обработки фунгицидом «Амистар Трио, КЭ», содержащим в составе пропиконазол, ципроконазол и азоксистробин, в растениях яровой пшеницы сортов Дарья и Ленинградская 6 по отношению к контролю. По результатам статистической обработки это уменьшение носило несущественный характер (табл. 1).

Препарат «Триада, ККР», содержащий пропиконазол, тебуконазол и эпоксиконазол, при его однократном применении на 4-е сутки после обработки растений яровой пшеницы сорта Дарья привёл к существенному снижению содержания хлорофиллов ($HCP_{05} = 3,80$ мг/г) и общего количества пигментов в листовом аппарате ($HCP_{05} = 4,27$ мг/г). Изменение содержания хлорофиллов и пигментов в сторону уменьшения в листовом аппарате яровой пшеницы сорта Ленинградская 6 носило несущественный характер. На содержание каротиноидов применение этих препаратов влияния не оказывало.

В процессе наших исследований в полевых условиях были получены данные по влиянию фунгицидов на состав хлорофиллов (по каждому пигменту) яровой пшеницы сорта Дарья, представленные в табл. 2. В первой колонке указаны не названия изученных препаратов, а комбинации их действующих веществ. Согласно

Таблица 1. Влияние однократной обработки фунгицидами на суммарное содержание пигментов в листовом аппарате яровой пшеницы (2014 г.)

Table 1. The effect of a single treatment with fungicides on the total content of pigments in the leaf apparatus of spring wheat (2014)

Сорт	Вариант	Содержание пигментов в листовом аппарате, мг/г сухой массы	
		Хлорофилл a+b	Хлорофилл a+b + каротиноиды
«Амистар Трио, КЭ»			
Дарья	8-е сутки после обработки	10,62	12,06
	контроль	11,59	13,11
Ленинградская 6	8-е сутки после обработки	10,11	11,51
	контроль	11,32	12,65
	НСП ₀₅	4,92	5,79
Дарья	17-е сутки после обработки	7,82	9,53
	контроль	8,59	9,76
Ленинградская 6	17-е сутки после обработки	7,96	8,97
	контроль	8,22	9,29
	НСП ₀₅	4,85	5,52
«Триада, ККР»			
Дарья	4-е сутки после обработки	11,30	13,35
	контроль	16,22	18,88
Ленинградская 6	4-е сутки после обработки	9,05	11,03
	контроль	9,82	11,80
	НСП ₀₅	3,80	4,27

Таблица 2. Влияние двукратной обработки фунгицидами на содержание хлорофиллов а и b в листовом аппарате яровой пшеницы сорта Дарья

Table 2. Influence of double treatment with fungicides on the content of chlorophylls a and b in the leaf apparatus of spring wheat variety Darya

Комбинации действующих веществ фунгицидов	Содержание хлорофилла а на n-е сутки после 2-й обработки, мг/г сухой массы			Содержание хлорофилла b на n-е сутки после 2-й обработки, мг/г сухой массы		
	8-е	15-е	30-е	8-е	15-е	30-е
Тебуконазол (250 г/л)	8,50	8,52	7,38	5,05	5,17	3,63
Тебуконазол (250 г/л) + флуоксастробин (180 г/л)	7,94	9,12	7,04	4,52	5,61	3,56
Тебуконазол (148 г/л) + протиоконазол (53 г/л) + спирокарсамин (224 г/л)	8,58	8,98	8,43	5,45	5,36	4,05
Контроль (без обработки)	7,16	8,97	8,16	4,03	5,60	3,92
HCP ₀₅	1,47	1,54	1,44	1,49	1,97	1,40

данным этой таблицы, на 8-е сутки после обработок наименьшее содержание хлорофиллов отмечалось в контроле, а наибольшее – в варианте с применением препарата на основе спирокарсамина, тебуконазола и протиоконазола. К 15-м суткам после проведения обработки во всех вариантах опыта произошло увеличение содержания хлорофиллов, а на 30-е сутки после обработки снижение – их содержания в листовом аппарате пшеницы яровой.

На рис. 1 представлен график изменения содержания каротиноидов в листовом аппарате яровой пшеницы сорта Дарья под действием фунгицидов в динамике.

Обработки препаратом на основе тебуконазола практически не приводили к изменению содержания каротиноидов в листовом аппарате яровой пшеницы на всём протяжении проведения эксперимента. Применение двухкомпонентного препарата на основе флуоксастробина и тебуконазола к 15-м суткам после проведения

обработок привело к увеличению содержания каротиноидов, а к 30-м – к его падению. Количество каротиноидов в листовом аппарате яровой пшеницы непрерывно росло после проведения обработок препаратом «Солигор, КЭ» по аналогии с контролем, но в контроле оно было ниже. HCP₀₅ на 8-е, 15-е и 30-е сутки после 2-й обработки составляла соответственно 0,21; 0,39 и 0,26 мг/г в пересчёте на сухое вещество.

Результаты статистической обработки данных по оценке влияния применения фунгицидов на содержание пигментов (по группам) показали, что вышеобозначенные тенденции носили несущественный характер.

Тенденции как в отношении к суммарным показателям хлорофиллов а и b, так и в отношении к общему содержанию пигментов после обработок фунгицидами носят одинаковый характер. Данные, приведённые на рис. 2, отражают закономерность изменения содержания пигментов под действием обработок фунгицидами по аналогии

Рис. 1. Содержание каротиноидов в растениях яровой пшеницы сорта Дарья, двукратно обработанных фунгицидами

Fig. 1. The content of carotenoids in plants of spring wheat of the Daria variety, twice treated with fungicides

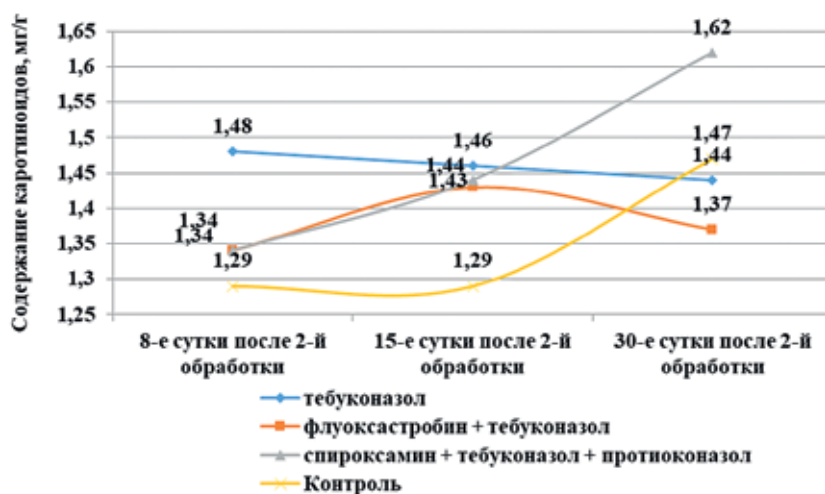
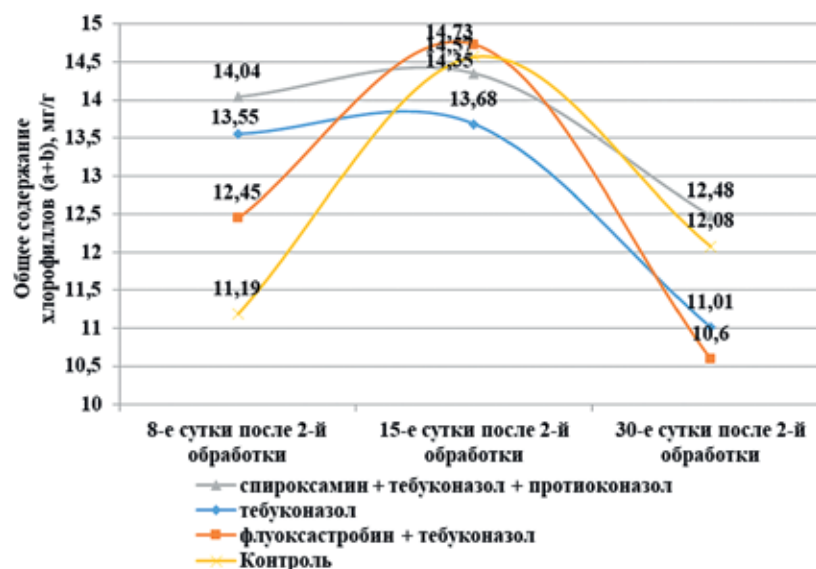
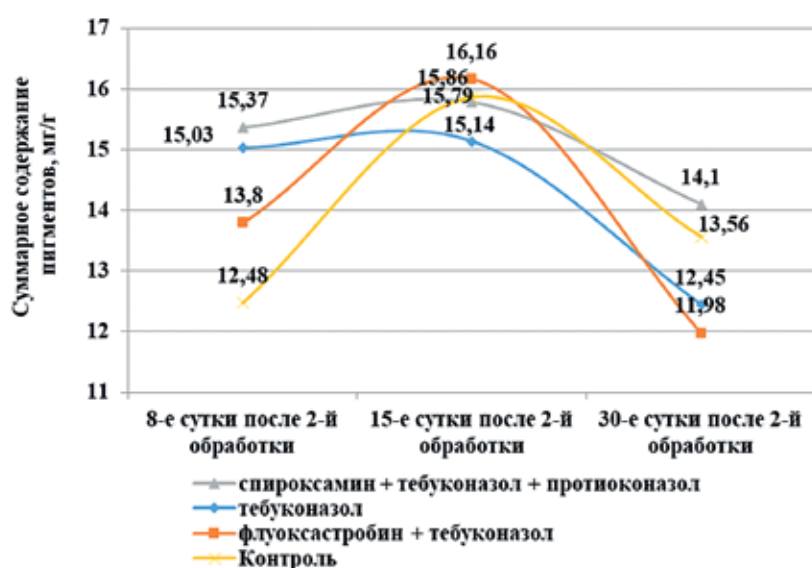


Рис. 2. Суммарное содержание пигментов в растениях яровой пшеницы сорта Дарья, двукратно обработанных фунгицидами

Fig. 2. The total content of pigments in plants of spring wheat of the Darya variety, twice treated with fungicides



с закономерностями изменения количества хлорофиллов по отдельности (а и б). Однако, стоит отметить, что применение препарата «Солигор, КЭ» на основе спирокамина, тебуконазола и протионазола на 8-е сутки после проведения обработки привело к существенно статистически достоверному увеличению содержания пигментов (содержание хлорофиллов а+б и общий пигментный состав) в листовом аппарате яровой пшеницы сорта Дарья по отношению к контролю (НСР₀₅ по сумме хлорофиллов – 2,84 мг/г; НСР₀₅ по суммарному содержанию пигментов – 2,76 мг/г сухой массы).

Данные по эффективности против возбудителей мучнистой росы и септориозно-пиренофрозной пятнистости, зафиксированных в 2015 году в качестве основных возбудителей болезней вегетирующих растений, свидетельствуют о высокой биологической эффективности препарата «Фоликур, КЭ»: 97,4–100% против мучнистой росы и 89,8–98,5% против пятнистостей. Препарат «Эвито Т, КС» обеспечивал снижение развития мучнистой росы на 97,9–100%; пятнистостей – на 89,0–97,0%. Биологическая эффективность трёхкомпонентного препарата «Солигор, КЭ» против мучнистой росы составила 100% и против пятнистостей – 91,4–100%. Развитие болезней в контроле – до 16,3% (мучнистая роса) и до 24,5% (пятнистости).

Результаты опытов по оценке влияния фунгицидов на урожайность яровой пшеницы сорта Дарья приведены в табл. 3.

Согласно этим сведениям, наибольшую статистически достоверную прибавку урожайности относительно контроля обеспечивало применение трёхкомпонентного препарата «Солигор, КЭ». По массе зерна с 1 колоса существенные различия между контролем и опытом выявлены только в варианте с применением препарата «Фоликур, КЭ». По массе 1000 зерен отмечены существенные различия между контролем и опытом у всех изучаемых препаратов.

В связи с тем, что биологическая эффективность трёх изучаемых фунгицидов против мучнистой росы и септориозно-пиренофрозной пятнистости была высокой (89–100%) и примерно одинаковой во всех вариантах опыта, возможно, что наибольшие по-

Таблица 3. Влияние обработок фунгицидами на урожайность яровой пшеницы сорта Дарья в Ленинградской области
Table 3. The effect of fungicide treatments on the yield of spring wheat of the Darya variety in the Leningrad region

№ п/п	Комбинация действующих веществ	Норма применения, л/га	Кратность обработок	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность		Масса зерна с 1 колоса, г
					ц/га	% к контролю	
1	Тебуконазол (250 г/л)	1,0	2	43,2	56,5	122,0	1,26
2	Тебуконазол (250 г/л) + флуоксастробин (180 г/л)	1,0	2	44,3	59,7	128,7	1,10
3	Тебуконазол (148 г/л) + протиокназол (53 г/л) + спирокарсамин (224 г/л)	0,4 + 0,8	2	44,8	64,8	142,3	1,13
4	Контроль (без обработки)	–	–	39,6	46,3	–	0,90
HCP ₀₅				3,4	9,6	–	0,30

казатели массы 1000 зёрен и прибавки урожайности при применении препарата «Солигор, КЭ» являются следствием не только его высокой биологической эффективности, но и его влияния на пигментный состав в листовом аппарате яровой пшеницы через неделю после проведения второй обработки. Прибавки по показателям массы 1000 зёрен и урожайности по двум остальным препаратам стоит объяснить прежде всего их высокой биологической эффективностью, так как в ходе проведения опыта было выявлено незначительное влияние на пигментный состав в листовом аппарате яровой пшеницы.

Согласно исследованиям В.Г. Ладыгина и Г.Н. Ширшиковой (2006), каротиноиды в растениях выполняют ряд важнейших функций, а именно: фотозащитную, светособирающую, структурную, а также принимают непосредственное участие в процессах фотосистем I и II. Светособирающая функция, которую выполняют ряд каротиноидов, заключается в передаче поглощённой энергии света на хлорофилл b. Фотозащитная функция заключается в том, что при избыточном освещении в присутствии кислорода каротиноиды ксантофилловых циклов предохраняют хлорофиллы и липиды фотосинтетических мембран от фотодеструкции [40]. В наших исследованиях применение препарата «Солигор, КЭ» приводило пусть к незначительному, но увеличению этих важных для растения пигментов, что способствовало лучшему сохранению хлорофиллов в листовом аппарате растений пшеницы яровой сорта Дарья, вследствие чего деятельность фотосинтетического аппарата сохранялась дольше, чем при обработках препаратами

«Фоликур, КЭ» и «Эвито Т, КС». Более того, в варианте с применением наблюдалось существенное начальное увеличение продуктивности фотосинтеза в фазе колошения – налива зерна, что, вероятно, привело к более интенсивному накоплению полезных веществ будущего урожая. В связи с этим сильное влияние на урожайность обработок этого препарата можно объяснить не только его высокой биологической эффективностью против болезней пшеницы яровой, но и его косвенным положительным действием на фотосинтетические процессы в растениях, отвечающие за продуктивность.

Выводы / Conclusion

В результате проведённых лабораторных исследований фунгицида «Амистар Трио, КЭ» было установлено, что существенного влияния на пигментный состав листьев яровой пшеницы сортов Дарья и Ленинградская 6 он не оказал. Препарат «Триада, ККР» на 4-е сутки после обработки снижал общее содержание хлорофиллов (11,30 мг/г – опыт; 16,22 мг/г – контроль, при HCP₀₅ 3,80 мг/г сухой массы) и общее содержание фотосинтетических пигментов (13,35 мг/г – опыт; 18,88 мг/г – контроль, при HCP₀₅ 4,27 мг/г сухой массы) в листовом аппарате пшеницы яровой только сорта Дарья. Существенные изменения в сторону увеличения содержания фотосинтетических пигментов выявлены на 8-е сутки после 2-й обработки препаратом «Солигор, КЭ» в полевых опытах на сорте Дарья. Содержание хлорофиллов и общее содержание пигментов в опыте было соответственно 14,04 и 15,37 мг/г сухой массы; в контроле – 11,19 и 12,48 мг/г сухой массы при HCP₀₅ 2,84 и 2,76 мг/г.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Побежимова Т.П., Корсукова А.В., Дорофеев Н.В., Грабельных О.И. Физиологические эффекты действия на растения фунгицидов триазольной природы. *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2019; Т. 9; 3: 461–475
2. Sharma, A.; Kumar, V.; Thukral, A.; Bhardwaj, R. Responses of Plants to Pesticide Toxicity: An Overview. *Planta Daninha*. 2019. 37: e019184291, Doi: 10.1590/S0100-83582019370100065.
3. Санин С.С., Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Карлова Л.В., Корнева Л.Г., Рулева О.М., Санин Ст.С. Технологии интенсивного зернопроизводства и защита растений. *Защита и карантин растений*. 2021. 5: 9–16. DOI 10.47528/102658634_2021_5_9
4. Шпанёв А.М., Смук В.В. Влияние азотного питания на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы в Северо-Западном регионе РФ. *Агрохимия*. 2019. 1: 58–65 DOI: 10.1134/S0002188119010101
5. Долженко В.И., Сухорученко Г.И., Лаптев А.Б. Развитие химического метода защиты растений в России. *Защита и карантин растений*. 2021. 4: 3–13, DOI 10.47528/102658634_2021_4_3

REFERENCES

1. Pobezhimova T.P., Korsukova A.V., Dorofeev N.V., Grabel'nyh O.I. Physiological effects of triazole fungicides on plants. *Izvestiya vuzov. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2019; T. 9; 3: 461–475 (In Russian.)
2. Sharma, A.; Kumar, V.; Thukral, A.; Bhardwaj, R. Responses of Plants to Pesticide Toxicity: An Overview. *Planta Daninha*. 2019. 37: e019184291, Doi: 10.1590/S0100-83582019370100065.
3. Sanin S.S., Sanduhadze B.I., Mamedov R.Z., Karlova L.V., Korneva L.G., Ruleva O.M., Sanin St.S. Technologies of intensive grain production and plant protection. *Plant protection and quarantine*. 2021. 5: 9–16 (In Russian.)
4. Shpanyov A.M., Smuk V.V. Influence of nitrogen nutrition on the phytosanitary state of winter wheat crops in the North-West region of the Russian Federation.. 2019. 1: *Agrochemistry*. 58–65 (In Russian.)
5. Dolzhenko V.I., Suhoruchenko G.I., Laptiev A.B. Development of the chemical method of plant protection in Russia. *Plant protection and quarantine*. 2021. 4: 3–13 (In Russian.)

6. Гришечкина Л.Д., Долженко В.И., Кунгурцева О.В., Ишкова Т.И., Здрозжевская С.Д. Развитие исследований по формированию современного ассортимента фунгицидов. *Агрохимия*. 2020. 9: 32–47
7. Гришечкина Л.Д. Агробиологическое и экотоксикологическое обоснование формирования ассортимента фунгицидов для защиты пшеницы. В автореф. диссертации на соискание учёной степени доктора сельскохозяйственных наук. Санкт-Петербург-Пушкин. 2018: 15–34
8. Говоров Д.Н., Живых А.В., Шабельникова А.А. Применение пестицидов. Год 2020-й. *Защита и карантин растений*. 2021. 6: 3–4. DOI 10.47528/1026\$8634_2021_6_3
9. Крупенько Н. А., Одицова И. Н. Особенности действия и ретроспективный анализ эффективности фунгицидов для защиты пшеницы мягкой озимой от болезней листового аппарата. *Вестник защиты растений*. 2020. 103(4): 224–232 doi.org/10.31993/2308-6459-2020-103-4-13741
10. Лукпанов Ж.Л. Изменение основных физиологических и биохимических показателей пшеницы под влиянием пестицидов. *Защита зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков. Труды Казахского научно-исследовательского института защиты растений*. Алма-Ата; 1973; Т. XII: 202–207
11. Федулов Ю.П., Подушин Ю.В. *Фотосинтез и урожай. В кн. Фотосинтез и дыхание растений: учеб. пособие*. Краснодар: КубГАУ. 2019. 51–57
12. Tsialtas J.T., Theologidou G.S., Karaoglanidis G.S. Effects of pyraclostrobin on leaf diseases, leaf physiology, yield and quality of durum wheat under Mediterranean conditions. *Crop Protection*. 2018. 113: 48–55.
13. Иванов А.А., Шабнова Н.И., Дунаева Ю.С., Кособрюхов А.А. Увеличение продолжительности жизни листьев пшеницы при обработке растений фунгицидом. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2013; Т. 45; 2: 164–172
14. Лысенко Н.Н., Макеева Т.Ф., Прудникова Е.Г., Прудникова Н.Л. Влияние удобрений и фунгицидов на фитосанитарное, физиологическое состояние и продуктивность зерновых культур. *Вестник Орловского государственного аграрного университета*. 2012; 4 (37): 14–20
15. Moreyra L.D., Garanzini D.S., Medici S., Menone M.L. Evaluation of growth, photosynthetic pigments and genotoxicity in the wetland macrophyte *Bidens laevis* exposed to tebuconazole. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2019; Vol. 102; 3: 353–357. DOI: 10.1007/s00128-019-02539-8.
16. Макаров В.И. Эффективность применения удобрений и пестицидов в интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы на серых лесных почвах. *Удобрения и мелиоранты в интенсивном земледелии Центрально-Чернозёмной зоны. Сборник научных трудов Воронежского сельскохозяйственного института имени К.Д. Глинки*. Воронеж; 1989: 78–82
17. Макаров В.И., Коломейченко В.В. Влияние удобрений и средств химической защиты растений на фотосинтетическую деятельность и урожай озимой пшеницы. *Удобрения и мелиоранты в интенсивном земледелии Центрально-Чернозёмной зоны. Сборник научных трудов Воронежского сельскохозяйственного института имени К.Д. Глинки*. Воронеж; 1989: 59–68
18. Квасов Н.А. Влияние комплексного применения средств химизации на формирование урожая озимой пшеницы по различным предшественникам. *Пути повышения качества зерна сельскохозяйственных культур. Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства*. Ставрополь; 1999: 117–130
19. Карпец Ю.В., Колупаев Ю.Е., Ястреб Т.О., Луговая А.А., Заярная Е.Ю. Влияние фунгицида сепаксан на устойчивость растений пшеницы (*Triticum aestivum* L.) различных экотипов к почвенной засухе. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія*. 2016; 3(39): 39–47
20. Кошкин Е.И. Физиологические эффекты фунгицидов и гербицидов. В кн. *Патофизиология сельскохозяйственных культур: учеб. пособие*. Москва: Проспект. 2016. 87–106
21. Baibakova E.V., Nefedjeva E.E., Małgorzata Suska-Malawska, Mateusz Wilk, Seviukova G.A., Zheltobriukhov V.F. Modern Fungicides: Mechanisms of Action, Fungal Resistance and Phytotoxic effects. *Annual Research & Review in Biology*. 2019. 3(32): 1–16.
22. Liu, R.; Li, J.; Zhang, L.; Feng, T.; Zhang, Z.; Zhang, B. Fungicide Difenoconazole Induced Biochemical and Developmental Toxicity in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plants*. 2021. 10: 2304, doi.org/10.3390/plants10112304.
23. Юрин В.М., Соколик А.И., Кудряшов А.П., Дитченко Т.И., Яковец О.Г., Крытнская Е.Н. Пестициды и растения: влияние на ион-транспортные системы плазматической мембраны: монография. Минск: Изд. Центр БГУ. 2011. 23–30
24. Байбакова Е.В. Физиологические аспекты повышения устойчивости проростков пшеницы и ячменя к ретардантному действию фунгицидов. Диссертация на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук. Волгоград; 2022. 59–61, 111–116
25. Baybakova E. V., Nefedieva E. E., Suska-Malawska M. The influence of cyproconazole, fludioxonil and preparations on their basis on the growth of wheat and barley, and grains contamination with fungal diseases. Conference: *The All-Russian Scientific Conference with International Participation and Schools of Young Scientists "Mechanisms of resistance of plants and microorganisms to unfavorable environmental"*. 2018: 102–105.
6. Grishechkina L.D., Dolzhenko V.I., Kungurceva O.V., Ishkova T.I., Zdrozhevskaya S.D. Development of research on the formation of a modern range of fungicides. *Agrochemistry*. 2020. 9: 32–47 (In Russian.)
7. Grishechkina L.D. Agrobiological and ecotoxicological substantiation of the formation of an assortment of fungicides for the protection of wheat. *Abstract dissertations for the degree of doctor of agricultural sciences*. Sankt-Peterburg-Pushkin. 2018: 15–34 (In Russian.)
8. Govorov D.N., Zhiviyh A.V., Shabel'nikova A.A. Application of pesticides. Year 2020. *Plant protection and quarantine*. 2021. 6: 3–4 (In Russian.)
9. Krupen'ko N. A., Odincova I. N. Peculiarities of action and retrospective analysis of the effectiveness of fungicides for the protection of soft winter wheat from leaf diseases. *Herald of plant protection*. 2020. 103(4): 224–232 (In Russian.).
10. Lukpanov Zh.L. Changes in the basic physiological and biochemical parameters of wheat under the influence of pesticides. *Proceedings of the Kazakh Research Institute of Plant Protection harvest*. Alma-Ata; 1973; T. XII: 202–207 (In Russian.)
11. Fedulov YU.P., Podushin YU.V. *Photosynthesis and rotection of crops from pests, diseases and weeds. In Photosynthesis and respiration of plants*. Krasnodar: KubGAU. 2019. 51–57 (In Russian.).
12. Tsialtas J.T., Theologidou G.S., Karaoglanidis G.S. Effects of pyraclostrobin on leaf diseases, leaf physiology, yield and quality of durum wheat under Mediterranean conditions. *Crop Protection*. 2018. 113: 48–55.
13. Ivanov A.A., Shabnova N.I., Dunaeva Yu.S., Kosobryuhov A.A. Increasing the lifespan of wheat leaves when treating plants with a fungicide. *Physiology and biochemistry of cultivated plants*. 2013; T. 45; 2: 164–172 (In Russian.)
14. Lysenko N.N., Makeeva T.F., Prudnikova E.G., Prudnikova N.L. The effect of fertilizers and fungicides on the phytosanitary, physiological state and productivity of grain crops. *Bulletin of the Oryol State Agrarian University*. 2012; 4 (37): 14–20 (In Russian.)
15. Moreyra L.D., Garanzini D.S., Medici S., Menone M.L. Evaluation of growth, photosynthetic pigments and genotoxicity in the wetland macrophyte *Bidens laevis* exposed to tebuconazole. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2019; Vol. 102; 3: 353–357. DOI: 10.1007/s00128-019-02539-8.
16. Makarov V.I. The effectiveness of fertilizers and pesticides in intensive winter wheat cultivation technology on gray forest soils. *Fertilizers and ameliorants in intensive agriculture of the Central Chernozem zone. Collection of scientific papers of the Voronezh Agricultural Institute named after K.D. Glinka*. Voronezh; 1989: 78–82 (In Russian.)
17. Makarov V.I., Kolomeychenko V.V. The effect of fertilizers and chemical plant protection products on photosynthetic activity and winter wheat yield. *Fertilizers and ameliorants in intensive agriculture of the Central Chernozem zone. Collection of scientific papers of the Voronezh Agricultural Institute named after K.D. Glinka*. Voronezh; 1989: 59–68 (In Russian.)
18. Kvasov N.A. The effect of the complex application of chemicalization agents on the formation of the winter wheat crop according to various precursors. *Ways to improve the quality of grain crops. Collection of scientific papers of the Stavropol Research Institute of Agriculture*. Stavropol; 1999: 117–130 (In Russian.)
19. Karpec Yu.V., Kolupaev Yu.E., Yastreb T.O., Lugovaya A.A., Zayarnaya E.Yu. The effect of sedaxan fungicide on the resistance of wheat plants (*Triticum aestivum* L.) of various ecotypes to soil drought. *Visnik of Kharkiv National Agrarian University. Series Biology*. 2016; 3(39): 39–47 (In Ukrainian)
20. Koshkin E.I. Physiological effects of fungicides and herbicides. In *Pathophysiology of agricultural crops*. Moscow: Prospekt. 2016. 87–106 (In Russian.)
21. Baibakova E.V., Nefedjeva E.E., Małgorzata Suska-Malawska, Mateusz Wilk, Seviukova G.A., Zheltobriukhov V.F. Modern Fungicides: Mechanisms of Action, Fungal Resistance and Phytotoxic effects. *Annual Research & Review in Biology*. 2019. 3(32): 1–16.
22. Liu, R.; Li, J.; Zhang, L.; Feng, T.; Zhang, Z.; Zhang, B. Fungicide Difenoconazole Induced Biochemical and Developmental Toxicity in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plants*. 2021. 10: 2304, doi.org/10.3390/plants10112304.
23. Yurin V.M., Sokolik A.I., Kudryashov A.P., Ditchenko T.I., Yakovets O.G., Krytynskaya E.N. Pesticides and plants: influence on ion transport systems of plasma membrane: monograph. Minsk: Izd. Centr BGU. 2011. 23–30 (In Russian.)
24. Bajbakova E.V. Physiological aspects of increasing the resistance of wheat and barley seedlings to the retardant action of fungicides. Dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences. Volgograd; 2022. 59–61, 111–116 (In Russian.)
25. Baybakova E. V., Nefedieva E. E., Suska-Malawska M. The influence of cyproconazole, fludioxonil and preparations on their basis on the growth of wheat and barley, and grains contamination with fungal diseases. Conference: *The All-Russian Scientific Conference with International Participation and Schools of Young Scientists "Mechanisms of resistance of plants and microorganisms to unfavorable environmental"*. 2018: 102–105.

26. Байбакова Е.В., Нефедьева Е.Э. Анализ эффективности и фитотоксичности нового трёхкомпонентного фунгицида. *Аграрная наука*. 2019. 2: 160–164. doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-2-160-164
27. Байбакова Е.В., Нефедьева Е.Э., Белопухов С.Л., Зорькина О.В., Желтобрюхов В.Ф., Колотова О.В., Могилевская И.В. Физиологические особенности действия флудиоксонила и ципроконазола на прорастание зерновок пшеницы. *Электронный научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо»*. 2021. 45(3): 1–19
28. Нефедьева Е.Э. Зорькина О.В., Гераскин С.А., Белопухов С.Л. Влияние различных соотношений азоксистробина, пропиконазола и прохлораза на токсигенные свойства фитопатогенных грибов. *Бутлеровские сообщения*. 2021. Т.65; 1: 98–104. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/21-65-1-98
29. Agudelo C.A.B. Effects of fungicides on physiological parameters and yield formation of wheat assessed by non-invasive sensors, Inaugural. Dissertation zur Erlangung des Grades Doktor der Agrarwissenschaften der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, vorgelegt am 15.05.2013; Tunja; Kolumbien; 2014: 25–73.
30. Yan-Jun Zhang, Xiao Zhang, Chang-Jun Chen, Ming-Guo Zhou, Han-Cheng Wang Effects of fungicides JS399-19, azoxystrobin, tebuconazole, and carbendazim on the physiological and biochemical indices and grain yield of winter wheat. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2010; 98: 151–157.
31. Marques L.N.; Balardin R.S.; Stefanello M.T.; Pezzini D.T.; Gulart C.A.; J.P. de Ramos; Faria J.G. Physiological, biochemical, and nutritional parameters of wheat exposed to fungicide and foliar fertilizer. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*. 2016; Т. 37; 3: 1243–1254.
32. Gaurilčikienė I., Butkutė B., Mankevičienė A. A Multi-aspect Comparative Investigation on the Use of Strobilurin and Triazole – based Fungicides for Winter Wheat Disease Control. *Fungicides*. 2010: 69–94.
33. Chiu-Yueh LAN, Kuan-Hung LIN, Wen-Dar HUANG, Chang-Chang CHEN Physiological Effects of the Fungicide Azoxystrobin on Wheat Seedlings under Extreme Heat. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2019. 47(3): 683–690. DOI:10.15835/nbha47311448.
34. Gilley A., Fletcher R.A. Relative efficacy of paclobutrazol, propiconazole and tetraconazole as stress protectants in wheat seedlings. *Plant Growth Regulation*. 1997; 21: 169–175.
35. Rangwala Tasneem, Bafna Angurbala, Maheshwari R.S. Harmfull effects of Fungicide Treatment on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seedlings. *International Research Journal of Environment Sciences*. 2013; 2(8): 1–5.
36. Трифонов С.В. Определение содержания основных пигментов фотосинтетического аппарата в листьях высших растений. Методические указания к лабораторной работе. Специальный физический практикум для магистрантов. Красноярск: ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет». 2011: 15 с.
37. Лобков В.Т., Наполева Г.В. Способ определения хлорофилла в растениях гречихи, Патент на изобретение № 2244916. Орловский государственный аграрный университет; дата публикации – 20.01.2005; дата начала действия патента – 02.07.2003
38. Winternans I.F., A. De Mots Spectrophotometric Characteristics of Chlorophyll a and b their Pheophytins in Ethanol. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1965; 109: 448–453.
39. Wettstein P. Von Chrotyll – letal und der submicroscopische Form wechsel der Plastiden. *Experimental Cell Research*. 1957; 12; 4: P. 427–431.
40. Ладугин В.Г., Ширшикова Г.Н. Современные представления о функциональной роли каротиноидов в хлоропластах эукариот. *Молекулярная биология, цитология, ботаника*. Т. 67; 2006; 3: 163–189
26. Bajbakova E.V., Nefed'eva E.E. Analysis of the effectiveness and phytotoxicity of a new three-component fungicide. *Agrarian science*. 2019. 2: 160–164 (In Russian.)
27. Bajbakova E.V., Nefed'eva E.E., Belopuhov S.L., Zor'kina O.V., Zheltobryuhov V.F., Kolotova O.V., Mogilevskaya I.V. Physiological features of the action of fludioxonil and cyproconazole on the germination of wheat grains. *Electronic scientific and production journal "AgroEcolInfo"*. 2021. 45(3): 1–19 (In Russian.)
28. Nefed'eva E.E. Zor'kina O.V., Geras'kin S.A., Belopuhov S.L. Influence of different ratios of azoxystrobin, prothioconazole and prochloraz on toxigenic properties of phytopathogenic fungi. *Butlerov messages*. 2021. Т.65; 1: 98–104 (In Russian.)
29. Agudelo C.A.B. Effects of fungicides on physiological parameters and yield formation of wheat assessed by non-invasive sensors, Inaugural. Dissertation zur Erlangung des Grades Doktor der Agrarwissenschaften der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, vorgelegt am 15.05.2013; Tunja; Kolumbien; 2014: 25–73.
30. Yan-Jun Zhang, Xiao Zhang, Chang-Jun Chen, Ming-Guo Zhou, Han-Cheng Wang Effects of fungicides JS399-19, azoxystrobin, tebuconazole, and carbendazim on the physiological and biochemical indices and grain yield of winter wheat. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2010; 98: 151–157.
31. Marques L.N.; Balardin R.S.; Stefanello M.T.; Pezzini D.T.; Gulart C.A.; J.P. de Ramos; Faria J.G. Physiological, biochemical, and nutritional parameters of wheat exposed to fungicide and foliar fertilizer. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*. 2016; Т. 37; 3: 1243–1254.
32. Gaurilčikienė I., Butkutė B., Mankevičienė A. A Multi-aspect Comparative Investigation on the Use of Strobilurin and Triazole – based Fungicides for Winter Wheat Disease Control. *Fungicides*. 2010: 69–94.
33. Chiu-Yueh LAN, Kuan-Hung LIN, Wen-Dar HUANG, Chang-Chang CHEN Physiological Effects of the Fungicide Azoxystrobin on Wheat Seedlings under Extreme Heat. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2019. 47(3): 683–690. DOI:10.15835/nbha47311448.
34. Gilley A., Fletcher R.A. Relative efficacy of paclobutrazol, propiconazole and tetraconazole as stress protectants in wheat seedlings. *Plant Growth Regulation*. 1997; 21: 169–175.
35. Rangwala Tasneem, Bafna Angurbala, Maheshwari R.S. Harmfull effects of Fungicide Treatment on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seedlings. *International Research Journal of Environment Sciences*. 2013; 2(8): 1–5.
36. Trifonov S.V. Determination of the content of the main pigments of the photosynthetic apparatus in the leaves of higher plants. Methodological guidelines for laboratory work. A special physical workshop for undergraduates. Krasnoyarsk: FGAOU VPO "Siberian Federal University". 2011: 15 p. (In Russian.)
37. Lobkov V.T., Napolova G.V. Method for determining chlorophyll in buckwheat plants, Patent for invention No. 2244916; 02.07.2003 (In Russian.)
38. Winternans I.F., A. De Mots Spectrophotometric Characteristics of Chlorophyll a and b their Pheophytins in Ethanol. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1965; 109: 448–453.
39. Wettstein P. Von Chrotyll – letal und der submicroscopische Form wechsel der Plastiden. *Experimental Cell Research*. 1957; 12; 4: P. 427–431.
40. Ladygin V.G., Shirshikova G.N. Modern ideas about the functional role of carotenoids in eukaryotic chloroplasts. *Molecular biology, cytology, botany*. Т. 67; 2006; 3: 163–189 (In Russian.)

ОБ АВТОРАХ:

Наталья Геннадьевна Зубко,
младший научный сотрудник,
Всероссийский научно-исследовательский институт
защиты растений,
ш. Подбельского, д. 3, г. Пушкин, Санкт-Петербург,
196608, Российская Федерация
e-mail: sacura0@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5956-8931>

Татьяна Васильевна Долженко,
доктор биологических наук,
доцент, ведущий научный сотрудник
– Санкт-Петербургский государственный аграрный
университет,
д. 2, Петербургское шоссе, г. Пушкин, Санкт-Петербург,
196601, Российская Федерация
– ООО «ИЦЗР», ул. Пушкинская, д. 20, лит. А, г. Пушкин,
Санкт-Петербург, 196607, Российская Федерация
e-mail: dolzhenkov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4139-2664>

ABOUT THE AUTHORS:

Natalia Gennadievna Zubko,
junior researcher,
St. Petersburg All-Russian Institute of Plant Protection,
h. Podbelskogo, 3, Pushkin, St. Petersburg, 196608,
Russian Federation
e-mail: sacura0@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5956-8931>

Tatiana Vasilyevna Dolzhenko,
doctor of biological sciences,
associate professor, professor
– St. Petersburg State Agrarian University,
2, Petersburg Highway, Pushkin, St. Petersburg, 196601,
Russian Federation
– LLC «ICZR», st. Pushkinskaya, 20, lit. A, Pushkin, St. Petersburg,
196607, Russian Federation
e-mail: dolzhenkov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4139-2664>

УДК 633.174:632.35

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-119-124

**М.Н. Кинчарова, ✉
Е.В. Матвиенко**

Поволжский научно-исследовательский
институт селекции и семеноводства
им. П.Н. Константинова – филиал
Самарского федерального
исследовательского центра РАН,
Самара, Российская Федерация

✉ potatolab@mail.ruПоступила в редакцию:
17.06.2022Одобрена после рецензирования:
10.10.2022Принята к публикации:
23.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-119-124

**Marina N. Kincharova, ✉
Evgeny V. Matvienko**

Volga Scientific Research Institute
of Selection and Seed-Growing named
after P.N. Konstantinov – branch of
the Samara Federal Scientific Center of RAS,
Samara, Russian Federation

✉ potatolab@mail.ruReceived by the editorial office:
17.06.2022Accepted in revised:
10.10.2022Accepted for publication:
23.11.2022

Оценка влияния предпосевной обработки семян зернового сорго фунгицидами на развитие пятнистостей в условиях лесостепи Самарской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Представляется значимой оценка эффективности современных фунгицидов и их влияния на развитие листовых инфекций сорго зернового с целью оптимизации приемов защиты растений от болезней.

Методы. Исследования проводились на полях Поволжского НИИСС им. П.Н. Константинова в 2014–2016 гг. на зерновом сорго сорта Премьера. Листовые болезни учитывали глазомерно в полевых условиях в фазы цветения, молочной, восковой и полной спелости зерна. Оценивали среднюю пораженность каждого растения, а также устанавливали распространенность и интенсивность развития заболевания. Обработка семян проводилась непосредственно перед посевом. Биологическую эффективность изучаемых фунгицидов определяли по распространенности и интенсивности развития заболевания.

Результаты. Анализ листьев показал, что пятнистости на листьях сорго вызывает достаточно широкий комплекс патогенов, относящихся к царству грибов. На пораженных листьях в зоне пятен были выявлены мицелии и споронии грибов *Alternaria sp.*, *Fusarium sp.*, *Helminthosporium sp.* и др. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что развитие пятнистостей грибного происхождения на сорго в лесостепи Самарской области в значительной мере зависит от гидротермических условий года: чем более засушливые условия мая и июня, чем больше осадков и ниже температура в июле, тем выше пораженность сорго листовой пятнистостью. Предпосевная обработка семян фунгицидами подавляла развитие грибной пятнистости на сорте Премьера в 2014 году на 13,6–47,0%, 2015 году – на 6,9–62,2% и в 2016 году – на 3,5–53,7%. При этом наиболее высокая биологическая эффективность была при обработке семян фунгицидами контактно-системного действия «Фундазол» и «Витарос»; она составляла 25,0–75,0% по распространенности и 26,2–62,2% по интенсивности развития пятнистости.

Ключевые слова: сорго зерновое, пятнистость листьев, развитие болезней, распространенность, фунгициды, биологическая эффективность

Для цитирования: Кинчарова М.Н., Матвиенко Е.В. Оценка влияния предпосевной обработки семян зернового сорго фунгицидами на развитие пятнистостей в условиях лесостепи Самарской области. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 119–124.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-119-124>

© Кинчарова М.Н., Матвиенко Е.В.

Evaluation of the effect of pre-sowing treatment of grain sorghum seeds with fungicides on the development of blotches in the conditions of forest-steppe of the Samara region

ABSTRACT

Relevance. It is important to evaluate the effectiveness of modern fungicides and their effect on the development of leaf infections of grain sorghum in order to optimize plant protection against diseases.

Methods. The studies were carried out in the fields of the Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P.N. Konstantinov on grain sorghum variety Premiere in 2014–2016. Leaf diseases were estimated by eye in the field during the phases of flowering, milky, waxy, and full grain ripeness. The average lesion of each plant was evaluated, and the prevalence and intensity of disease development was established. Seeds were treated immediately before sowing. Biological effectiveness of the studied fungicides was determined by prevalence and intensity of disease development.

Results. Analysis of leaves showed that quite a wide complex of pathogens belonging to the kingdom of fungi caused blotches on sorghum leaves. Mycelium and spores of fungi *Alternaria sp.*, *Fusarium sp.*, *Helminthosporium sp.* and others were detected on the affected leaves in the stain area. The obtained results allow us to conclude that the development of the fungal leaf blotches in sorghum in the conditions of forest-steppe of the Samara region considerably depends on hydrothermal conditions of the year: the more arid are conditions of May and June, the higher amount of precipitation and the lower temperature is in July, the higher is leaf blotch infestation of sorghum. Seed pretreatment with fungicides suppressed fungal leaf blotch development in the Premiere variety by 13.6–47.0% in 2014, 6.9–62.2% – in 2015, and 3.5–53.7% – in 2016. At the same time, the highest biological efficacy showed treatment of seeds with fungicides of contact-system action “Fundazol” and “Vitaros”; was 25.0–75.0% in prevalence and 26.2–62.2% in the intensity of leaf blotch development.

Key words: grain sorghum, leaf blotch disease, disease development, prevalence, fungicides, biological efficacy

For citation: Kincharova M.N., Matvienko E.V. Evaluation of the effect of pre-sowing treatment of grain sorghum seeds with fungicides on the development of blotches in the conditions of forest-steppe of the Samara region. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 119–124.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-119-124> (In Russian).

© Kincharova M.N., Matvienko E.V.

Введение / Introduction

Современные ресурсосберегающие технологии возделывания культурных растений предъявляют высокие требования как к качеству подготовки поля и особенно семенного ложа, так и к качеству подготовки семенного материала. При этом минимальная обработка почвы способствует накоплению возбудителей болезней и фитофагов, их сохранению на растительных остатках и в почве, что существенно усложняет в дальнейшем самого уязвимого этапа на промежутке от прорастания. Необходимо отметить, что почва представляет собой агрессивную среду вследствие того, что большинство этих организмов питаются как самими растениями, так и их остатками [1]. Это означает, что каждое высеванное семя должно дать здоровое, полноценное растение, способное противостоять болезням и повреждениям и реализовать потенциальный урожай.

Исследованиями различных авторов установлено, что большая часть растений погибает от вредных организмов в фазу от начала посева вплоть до образования двух листьев, поэтому проросткам нужна полноценная защита, которую могут дать только эффективные препараты, используемые для протравливания семян [2], имеющие широкий спектр действия и пролонгированный эффект [3]; это наиболее важно в стрессовых агроклиматических условиях.

Одним из наиболее важных и сдерживающих факторов увеличения продуктивности культурных растений в условиях изменения климата и дальнейшего прогнозного повышения среднесуточной температуры воздуха и снижения количества осадков в регионе [4] будут являться ряд опасных возбудителей болезней и изменения их спектра.

Чаще всего развитию болезней способствуют погодные условия, складывающиеся на определенном этапе органогенеза растений. Максимальный ущерб отрасли наносится при эпифитотийном развитии болезни; он сильно зависит от наследственной восприимчивости или устойчивости сорта, вида сорговых культур, уровня поражения растений болезнью, видового состава возбудителей, а также от особенностей почвы, сроков сева и характера осадков во время вегетации [5, 6].

Установлено, что защитное действие протравливания семян проявляется также в снижении поражённости растений листостеблевыми заболеваниями. Например, существенная эффективность препаратов выявлена против грибов *Peronospora manshurica* Naum, *Septoria glycines* Hemmi и *Cercospora sojina* Hara на сое при обработке семян препаратом «Максим XL 035FS», она составила до 52,9% [7].

По данным С.Д. Таварализода [8], протравливание семян яровой пшеницы препаратами «Бункер, ВСК» (в дозе 0,5 л/т) и «Виал ТрасТ, ВСК» (0,5 л/га) способствовало снижению поражения растений болезнями в период вегетации в 1,5–2,3 раза в фазе кущения – выхода в трубку и в 1,6–2,1 раза – в фазу молочной спелости по сравнению с контролем. Развитие септориоза в фазе кущения в варианте с обработкой семян фунгицидом «Бункер, ВСК» составило 9,3%; это в 1,7 раза меньше, чем в контроле. «Виал ТрасТ» – 6,52%, что в 2,5 раза ниже, чем в контроле.

Опираясь на литературные данные, следует отметить, что против возбудителей корневых гнилей большинство современных протравителей семян показывают среднюю биологическую эффективность в полевых условиях [9, 10, 11].

В отношении сорго зернового нами не было найдено источников с достоверно значимыми данными в отношении влияния протравливания семян фунгицидами на поражение растений листовыми инфекциями.

Имеется очень ограниченная информация о реакции зернового сорго на фунгициды, особенно для документирования того, вызывает ли применение протравливания на семенах повышение устойчивости растений к листовым болезням.

Dan D. Fromme et al. [12] и P.E. Zida et al. [13] отмечают, что обработки семян фунгицидами в их исследованиях достоверно улучшали развитие растений сорго зернового и повышали урожайность. Растения сорго давали сильный ответ на обработку семян. Простая гипотеза, объединяющая результаты, может заключаться в том, что обработка семян прямо или косвенно обеспечивает защиту от патогенов, распространяющихся до высокого уровня, на полях с низкой исходной урожайностью, низкой исходной всхожестью и сильным эффектом обработки семян. Только анализ обработки семян и севооборота доказывает, что различия в давлении со стороны патогенов, переносимых почвой, являются важным фактором, определяющим эффект от обработки семян.

Целью наших исследований являлось определение эффекта протравливания семян зернового сорго сорта Премьера препаратами «Фундазол», «Витарос» и «Фитолавин» на развитие листовых пятнистостей грибного происхождения в период вегетации в лесостепи Самарской области.

Материал и методы исследования / Materials and method

Работа была проведена в Поволжском научно-исследовательском институте селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова в 2014–2016 гг.

Полевые опыты закладывались на опытно-производственных полях института в 2-кратной повторности с использованием сорта зернового сорго Премьера. Для посева использовали кондиционные, полновесные семена согласно требованиям ГОСТ Р 52325-2005. Площадь деланки составляла 7,5 м². Глубина посева – 4–5 см.

Обработка семенного материала проводилась непосредственно перед посевом ручным способом при расходе рабочего раствора из расчета 10 л/т. Методика фитопатологических исследований – общепринятая в РФ [14, 15].

Варианты предпосевной обработки семян: 1) контроль (без обработки); 2) «Фундазол, СП» – 2 кг/т; 3) «Фитолавин, ВРК» – 1,5 л/т; 4) «Витарос, ВСК» – 3 л/т.

«Фундазол, СП» – фунгицид системного и контактного действия. Относится к классу бензимидазолов. Действующее вещество: беномил (500 г). Применяется против большого спектра грибных болезней семян и листьев растений. Обладает как профилактическим, так и лечебным свойствами.

«Витарос, ВСК» – контактно-системный фунгицид с двухкомпонентным действующим веществом: 98 г/л тирам + 198 г/л карбоксин. Рекомендован к применению для защиты от комплекса почвенных инфекций. Подавляет развитие возбудителей заболеваний, находящихся как на поверхности посадочного материала, так и внутри него.

«Фитолавин, ВРК» – системный биологический бактерицид с действующим веществом фитобактериомицин (комплекс стрептотрициновых антибиотиков с биологической активностью 120 000 ЕА/мл). В 1 л

тре препарата – 32 г действующего вещества. Наряду с бактерицидным действием обладает также и фунгицидным эффектом. Используется для профилактики развития корневых гнилей, угловатой пятнистости листьев, альтернариоза, фузариоза, антракноза и других.

Учет листовых болезней проводили в полевых условиях глазомерно в трехкратной повторности. Индивидуально по каждому листу отмечали пораженную часть, занимаемую пятнами, вызванными развитием болезни, в процентах от его общей площади. При анализе данных оценивали среднюю пораженность (%) каждого растения и устанавливали распространенность и интенсивность развития заболевания.

Учеты распространенности и интенсивности развития грибной пятнистости в посевах зернового сорго Премьера проводили в фазы цветения, молочной и восковой спелости зерна, а также в полную спелость зерна.

Видовую принадлежность возбудителей, вызывающих листовые пятнистости, определяли в лабораторных условиях методом световой микроскопии с предварительным содержанием материала во влажной камере.

Распространенность болезни (P) рассчитывали по формуле (1):

$$P = \frac{n \times 100}{N}, \quad (1)$$

где P – распространенность болезни, %; N – общее число обследованных растений в пробе; n – количество больных растений в пробе.

Развитие (R), или интенсивность развития болезни, отражающее среднюю интенсивность поражения, определяли по формуле А.Е. Чумакова, Т.И. Захаровой [16] (2):

$$R = \frac{\sum(a * b)}{N}, \quad (2)$$

где R – развитие болезни, % или балл; $\sum(a * b)$ – сумма произведений числа растений на соответствующий % или балл поражения; N – общее количество учтенных растений (здоровых и больных).

Биологическую эффективность (C) препаратов по распространенности и интенсивности развития болезни в сравнении с контролем рассчитывали по модифицированной формуле Аббота [17] (3):

$$C = (P - p) / P \times 100, \quad (3)$$

где C – биологическая эффективность, %;

P и p – распространенность (развитие) болезни соответственно в контроле и опыте.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

При оценке наличия патогенов установлено, что пятнистости листьев сорго в Самарской области вызывает достаточно широкий комплекс патогенов, относящихся к царству грибов. На пораженных листьях в зоне пятен чаще всего выявлялись мицелии и спорангии грибов *Alternaria sp.*, *Fusarium sp.* и *Helminthosporium sp.* Кроме того, отмечались также и другие виды как патогенных, так и слабопатогенных грибов: *Stemphylium sp.*, *Verticillium sp.*, *Trichothecium roseum*, *Cladosporium herbarum*, *Cercospora sorghi*, *Ascochyta sorghina*, *Fusarium sp.*, *Nigrospora oryzae* и *Botrytis cinerea*.

На листьях сорго в основном отмечались пятна коричневого, красно-коричневого до почти черного цве-

тов разного размера и конфигурации. Так как пятнистости на листьях зернового сорго часто были заселены целыми комплексами грибов и симптомы сложно было отнести к какому-то одному возбудителю, то в данном исследовании мы относили их в одну группу под общим названием «грибная пятнистость».

Выявлено, что предпосевная обработка семян фунгицидами снижала распространенность грибной пятнистости на сорте сорго зернового Премьера на 10–36,6% в 2014 году, 6,7–40,0% – в 2015 году и 5,0–46,7% – в 2016, а также подавляла развитие болезни на 13,6–47,0%, на 6,9–62,2% и на 3,5–53,7% соответственно (табл. 1–3). Наибольшая эффективность в 2014 году была достигнута по фунгицидам контактно-системного действия «Витарос» и «Фундазол», в 2015 году – по варианту с применением «Фундазола» и в 2016 году – «Витарос».

Следует отметить, что погодные условия мая 2014 года складывались следующим образом: температура воздуха превышала среднееголетние показатели на 4,4°C, а осадков выпало несколько ниже (70%) среднееголетней нормы, это благоприятные условия для всходов сорго. В июне количество осадков превышало среднееголетнюю норму на 5,2 мм, а температура воздуха была близка к среднееголетним показателям, что позволило более эффективно оценить действие используемых препаратов. Июль отличался засушливостью и недобором суммы активных температур.

Предпосевная обработка семян сорго фунгицидом «Витарос» была наиболее эффективной против пятнистости на сорте Премьера в фазу цветения, когда биологическая эффективность по интенсивности развития составила 43,1% против 31,8% на варианте с «Фундазолом». Важно отметить, что в фазах молочной, восковой и полной спелости максимальную эффективность по этому показателю проявили «Витарос» (44,4; 44,8 и 46,0% соответственно) и «Фундазол» (44,4; 45,7 и 47,0% соответственно) (табл. 1).

На варианте с системным биологическим препаратом «Фитолавин» происходило снижение защитного действия с фазы молочной спелости зерна до фазы полной спелости: по распространенности – с 30,7 до 12,5% и по интенсивности развития – с 25,2% до 17,3%.

В 2015 году превышение среднесуточных температур над среднееголетними составляло 1,5°C, в третьей декаде мая максимальная температура воздуха достигала значений в 30,0–33,0°C. Количество осадков было в пределах нормы, причем большая их часть выпала в первые две декады мая, а гидротермический коэффициент увлажнения за месяц составил ГТК = 0,8, что свидетельствует о создании благоприятных условий для полевой всхожести сорго. Предпосевная обработка семян в этих условиях оказала влияние на распространенность и развитие пятнистости. Эффективность предпосевной обработки семян фунгицидами «Фундазол» и «Витарос» в фазу цветения составляла по распространенности 45,4%, интенсивности развития – 33,3%. Наименьшая эффективность была отмечена на варианте с «Фитолавином»: по распространенности – 18,1%, а по интенсивности развития – 23,0% (табл. 2).

К фазе молочной и полной спелости зерна эффективность «Витароса» против грибной пятнистости на сорте Премьера в среднем по распространенности и развитию болезни постепенно снижалась до 37,5–25,0%, по развитию она также снижалась к восковой спелости

и к полной спелости до 46,0–47,0%. К моменту окончания вегетации наибольшая биологическая эффективность наблюдалась при обработке семян «Фундазол»; она составляла 50,0% по распространенности и 57,0–62,2% – по развитию пятнистости против 25,0–

37,5% и 46,0–54,6% на «Витаросе» по сравнению с контролем.

В 2016 году в большинстве дней мая наблюдалась очень теплая, с достаточным количеством осадков погода. Превышение среднесуточных температур над

Таблица 1. Влияние протравителей семян на поражение посевов зернового сорго сорта Премьера листовой пятнистостью в 2014 г.
Table 1. Influence of seed disinfectants on leaf blotch infestation of grain sorghum variety Premiere in 2014

Вариант, фаза развития (дата учета)		Пораженность растений грибной пятнистостью			
		распространенность		интенсивность развития	
		%	С, %*	%	С, %
Цветение (12.07)	Контроль	66,6	–	4,4	–
	«Фундазол»	40,0	39,9	3,0	31,8
	«Фитолавин»	46,6	30,0	3,8	13,6
	«Витарос»	33,3	50,0	2,5	43,1
Молочная спелость зерна (09.08)	Контроль	76,6	–	19,8	–
	«Фундазол»	40,0	47,7	11,0	44,4
	«Фитолавин»	53,3	30,7	14,8	25,2
	«Витарос»	46,6	39,1	11,0	44,4
Восковая спелость зерна (15.08)	Контроль	80,0	–	22,5	–
	«Фундазол»	50,0	37,5	12,2	45,7
	«Фитолавин»	60,0	25,0	18,2	19,1
	«Витарос»	50,0	37,5	12,4	44,8
Полная спелость зерна (25.08)	Контроль	80,0	–	30,0	–
	«Фундазол»	50,0	37,5	15,9	47,0
	«Фитолавин»	70,0	12,5	24,8	17,3
	«Витарос»	50,0	37,5	16,2	46,0

Примечание: * – С – биологическая эффективность

Таблица 2. Влияние протравителей семян на поражение посевов зернового сорго сорта Премьера листовой пятнистостью в 2015 г.
Table 2. Influence of seed disinfectants on leaf blotch infestation of grain sorghum variety Premiere in 2015

Вариант, фаза развития (дата учета)		Пораженность растений грибной пятнистостью			
		распространенность		интенсивность развития	
		%	С, %	%	С, %
Цветение (13.07)	Контроль	73,3	–	3,9	–
	«Фундазол»	40,0	45,4	2,6	33,3
	«Фитолавин»	60,0	18,1	3,0	23,0
	«Витарос»	40,0	45,4	2,6	33,3
Молочная спелость зерна (07.08)	Контроль	80,0	–	12,8	–
	«Фундазол»	40,0	50,0	5,5	57,0
	«Фитолавин»	70,0	12,5	11,1	13,2
	«Витарос»	50,0	37,5	5,8	54,6
Восковая спелость зерна (17.08)	Контроль	80,0	–	15,5	–
	«Фундазол»	40,0	50,0	6,2	60,0
	«Фитолавин»	73,3	8,3	13,1	15,4
	«Витарос»	56,6	29,2	8,2	47,0
Полная спелость зерна (28.08)	Контроль	80,0	–	18,8	–
	«Фундазол»	40,0	50,0	7,1	62,2
	«Фитолавин»	76,6	4,2	17,5	6,9
	«Витарос»	60,0	25,0	10,0	46,8

*С – биологическая эффективность

Таблица 3. Влияние протравителей семян на поражение посевов зернового сорго сорта Премьера листовой пятнистостью в 2016 г.
Table 3. Influence of seed disinfectants on leaf blotch infestation of grain sorghum variety Premiere in 2016

Вариант, фаза развития (дата учета)		Пораженность растений грибной пятнистостью			
		распространенность		интенсивность развития	
		%	C, %	%	C, %
Цветение (10.07)	Контроль	20,0	–	2,8	–
	«Фундазол»	6,6	67,0	2,0	28,5
	«Фитолавин»	15,0	25,0	2,7	3,5
	«Витарос»	6,6	67,0	2,0	28,5
Молочная спелость зерна (09.08)	контроль	40,0	–	10,4	–
	«Фундазол»	10,0	75,0	6,8	34,6
	«Фитолавин»	30,0	25,0	9,5	8,6
	«Витарос»	10,0	75,0	6,1	41,3
Восковая спелость зерна (19.08)	Контроль	63,3	–	18,8	–
	«Фундазол»	30,0	52,6	11,8	37,2
	«Фитолавин»	56,6	10,5	19,3	-2,7
	«Витарос»	20,0	68,4	10,0	46,8
Полная спелость зерна (29.08)	Контроль	73,3	–	22,5	–
	«Фундазол»	40,0	45,4	16,6	26,2
	«Фитолавин»	76,6	-4,5	26,5	-17,8
	«Витарос»	26,6	63,7	10,4	53,7

Примечание: * – C – биологическая эффективность

среднегодовыми составляло 1,4°C, в третьей декаде мая максимальная температура воздуха достигала 28,0–32,0°C. Количество осадков достигло нормы только к третьей декаде мая (ГТК = 0,5).

Таким образом, осадки способствовали хорошему увлажнению верхнего слоя почвы и получению дружных всходов. Предпосевная обработка семян оказала влияние на снижение распространенности и развития грибной пятнистости во все генеративные фазы развития сорго – цветения, молочно-восковой и полной спелости зерна.

При этом лучшая биологическая эффективность отмечена при обработке семян «Витаросом» (табл. 3).

В наших исследованиях с предпосевной обработкой семян биологическая эффективность «Фундазола» и «Витароса» против листовой пятнистости в фазу цветения составила у сорта Премьера 28,5%; «Фитолавина» соответственно, 3,5%.

Однако стоит отметить, что защитное действие «Витароса» распространялось вплоть до полной спелости зерна, его эффективность в фазу молочной спелости составила 41,3%, а в фазы восковой и полной спелости зерна – соответственно 46,8 и 53,7%.

Таким образом, отмечено, что предпосевная обработка семян сорго сорта Премьера фунгицидами «Фундазол» и «Витарос» снижала распространение грибной листовой пятнистости в 1,3–2,0 раза в 2014–2015 годах и в 1,8–4,0 раза – в условиях 2016 года; по интенсивности развития – в 1,4–1,9 раза в 2014 году, в 1,5–2,6 раза – в 2015 и в 1,4–2,2 раза – в 2016 году. Биологический препарат «Фитолавин» незначительно снижал распространение болезни (в 1,1–1,4 раза) и интенсивность развития болезни (в 1,1–1,3 раза), а в условиях 2016 года интенсивность развития по этому варианту хотя и не существенно, но возрастала по сравнению с контролем от фазы цветения до полной спелости зерна.

Корреляционная зависимость показателей пораженности растений сорго пятнистостью листьев грибного происхождения (*Alternaria sp.*, *Fusarium sp.* и *Helminthosporium sp.*) от среднемесячной температуры воздуха в мае и июне составила в фазу цветения по вариантам опыта: по распространенности – 0,25–0,80 и интенсивностью развития болезни – 0,52–0,69, а от условий июля получена отрицательная корреляционная зависимость – соответственно от –0,42 до –0,73 по распространенности и от –0,81 до –0,87 по интенсивности развития пятнистости.

Выводы / Conclusion

Полученные результаты позволяют заключить, что развитие пятнистости, вызываемой грибами *Alternaria sp.*, *Helminthosporium sp.*, *Fusarium sp.*, на сорго в условиях Самарской области в значительной мере зависит от гидротермических условий года, прежде всего от температуры воздуха в мае, июне и июле, а также от суммы осадков, выпавших в этот период. Чем засушливее и жарче складываются условия в мае и июне и в то же время чем прохладнее и более обеспечен влагой июль, тем выше пораженность сорго грибной пятнистостью. Более четко эта связь отмечается по интенсивности развития болезни по сравнению с ее распространенностью.

Предпосевная обработка семян фунгицидами подавляла развитие грибной пятнистости на сорте Премьера в зависимости от препарата в 2014 году в пределах 13,6–47,0%, в 2015 году – 6,9–62,2% и в 2016 году – 3,5–53,7%.

При этом наиболее высокая биологическая эффективность при обработке семян фунгицидами контактно-системного действия «Фундазол» и «Витарос», она составляла 37,5–75,0% по распространенности и 26,2–62,2% – по развитию пятнистости.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курылева А.Г. Влияние предпосевной обработки семян биопрепаратами на урожайность и качество зерна яровой пшеницы. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2012; 1 (26): 19–23.
2. Крончев Н.И., Пырова С.А., Сергаченко С. Н. и др. Влияние препарата НАГРО на урожайность яровой пшеницы в условиях Ульяновской области. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2019; 2 (21) 4. 2: 15–17. Режим доступа: <https://research-journal.org/agriculture/vliyanie-preparata-nagro-na-urozhajnost-yarovoj-pshenicy-v-usloviyakh-ulyanovskoy-oblasti/> (дата обращения: 20.05.2022.)
3. Перцева Е.В., Васин В.Г., Бурлака Г.А. Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность яровой пшеницы. *Вестник Ульяновской сельскохозяйственной академии*. 2019; 3(47): 78–85.
4. Кинчаров А.И., Дёмина Е.А. Анализ и краткосрочный прогноз изменения климатических условий в адаптивной селекции яровых зерновых. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2022; 1: 23–30. <https://doi.org/10.31857/s2500262722010057>.
5. Каплин В.Г., Матвиенко Е.В. Болезни сорго в лесостепи Самарской области и обоснование предпосевной обработки семян в борьбе с ними: монография. *Кинель: СГСХА*. 2014. 110 с..
6. Матвиенко Е.В. Эффективность предпосевной обработки семян препаратами против красного бактериоза (*Pseudomonas andropogoni*) на сорговых культурах в лесостепи Самарской области. *Известия Самарской ГСХА*. 2013; 4: 54–59.
7. Безмутко С.В., Кожевникова И.А. Оценка эффективности применения новых протравителей фунгицидного действия для защиты сои от основных грибных фитопатогенов. *Аграрная наука*. 2019; (2): 165–168. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-2-165-168>
8. Таварализода С.Д. Эффективность фунгицидов против болезней яровой пшеницы. *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: материалы международной научно-практической конференции. Мар. гос. ун-т. – Йошкар-Ола, 2021; V. XXIII: 138–142.*
9. Абеленцев В.И. Возможности современных протравителей семян зерновых культур. *Защита и карантин растений*. 2011; 2: 19–21.
10. Здрозhevskaya С.Д., Гришечкина Л.Д. Влияние погодных условий на эффективность протравителей. *Защита и карантин растений*. 2019; 2: 11–12.
11. Кекало А.Ю. Экологизированный способ защиты семян пшеницы от фитопатогенов. *Аграрная наука*. 2021; 354 (11–12): 129–133. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-129-133>
12. Dan D. Fromme, Trey Price, Josh Lofton, Tom Isakeit, Ronnie Schnell, Syam Dodia, Daniel Stephenson, W. James Grichar, and Keith Shannon. Effect of Fungicide Applications on Grain Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Growth and Yield. *International Journal of Agronomy Volume*. 2017; Article ID 5927816, 7 pages. <https://doi.org/10.1155/2017/5927816>
13. P.E. Zida, B.J. Nèya, W.R. Soalla, S.M. Jensen, M.S. Stokholm, M. Andresen, M.H. Kabir, P. Sérémé and O.S. Lund. Effect of sorghum seed treatment in Burkina Faso varies with baseline crop performance and geographical location. *African Crop Science Journal*, 2016; Vol. 24 (2): 109–125. <http://dx.doi.org/10.4314/acsj.v24i2.1>
14. Торопова Е.Ю. Фитосанитарная диагностика агроэкосистем. *Барнаул*, 2017; 210 с.
15. Танский В.И. (ред.) Экологический мониторинг и методы совершенствования защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: методические рекомендации. *СПб: ВИЗР*, 2002. – 76 с.
16. Чумаков А.Е., Захарова Т.И. Мредоносность болезней сельскохозяйственных культур. М.: *Агропромиздат*, 1990. 126 с.
17. Долженко В.И. (ред.) Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. *СПб.: ВИЗР*. 2009. – 378 с.

ОБ АВТОРАХ:

Марина Николаевна Кинчарова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова, Студенческий пер., 3а, г. Самара, 443001, Российская Федерация
E-mail: potatolab@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1987-8708>
Евгений Владимирович Матвиенко, кандидат биологических наук, Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова, Студенческий пер., 3а, г. Самара, 443001, Российская Федерация
E-mail: opel0076687@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3171-153X>

REFERENCES

1. Kuryleva A.G. Influence of pre-sowing treatment of seeds with biological preparations on the yield and quality of grain of spring wheat. *Agrarnaya nauka Euro-North-East*. 2012; 1 (26): 19–23. (In Russian)
2. Kronchev N.I., Pyrova S.A., Sergachenko S.N. et al. Effect of NAGRO preparation on the yield of spring wheat in the conditions of Ulyanovsk region. *International research journal*. 2019; 2 (21) 4. 2: 15–17. – Accessed mode: <https://research-journal.org/agriculture/vliyanie-preparata-nagro-na-urozhajnost-yarovoj-pshenicy-v-usloviyakh-ulyanovskoy-oblasti/> (date of reference: 20.05.2022.) (In Russian).
3. Pertseva E.V., Vasin V.G., Burlaka G.A. Influence of seed pretreatment on the productivity of spring wheat. *Bulletin of the Ulyanovsk Agricultural Academy*. 2019; 3(47): 78–85 (In Russian).
4. Kincharov A.I., Demina E.A. Analysis and short-term forecast of changes in climatic conditions in the adaptive breeding of spring cereals. *Russian agricultural science*. 2022; 1: 23–30 (In Russian)] <https://doi.org/10.31857/s2500262722010057>.
5. Kaplin V.G., Matvienko E.V. Sorghum diseases in forest-steppe of Samara region and justification of pre-sowing seed treatment to combat them: monograph. *Kinel: SGSKHA RSC*. 2014. 110 p. (In Russian).
6. Matvienko E.V. Effectiveness of pre-sowing seed treatment with preparations against red bacteriosis (*Pseudomonas andropogoni*) on sorghum crops in forest-steppe of Samara region. *Proceedings of the Samara State Agricultural Academy*. 2013; 4: 54–59. (In Russian).
7. Bezmutko S.V., Kozhevnikova I.A. Evaluation of the effectiveness of new fungicidal protectants to protect soybean from the main fungal phytopathogens. *Agrarian science*. 2019; (2): 165–168. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-2-165-168>
8. Tavaralozoda S.D. Effectiveness of fungicides against diseases of spring wheat. *Actual issues of improving the technology of production and processing of agricultural products: Mosolov Readings: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Mar. State University. – Yoshkar-Ola, 2021; Volume XXIII: 138–142 (In Russian).*
9. Abelencev V.I. Possibilities of modern seed dressing for grain crops. *Protection and quarantine of plants*. 2011; 2: 19–21 (In Russian).
10. Zdrozhevskaya S.D., Grishchikina L.D. Influence of weather conditions on the effectiveness of disinfectants. *Protection and quarantine of plants*. 2019; 2: 11–12 (In Russian).
11. Kekalo A.Yu. An eco-friendly way to protect wheat seeds from phytopathogens. *Agrarian Science*. 2021; 354 (11–12): 129–133. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-129-133>
12. Dan D. Fromme, Trey Price, Josh Lofton, Tom Isakeit, Ronnie Schnell, Syam Dodia, Daniel Stephenson, W. James Grichar, and Keith Shannon. Effect of Fungicide Applications on Grain Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Growth and Yield. *International Journal of Agronomy Volume*. 2017; Article ID 5927816, 7 pages <https://doi.org/10.1155/2017/5927816>
13. P.E. Zida, B.J. Nèya, W.R. Soalla, S.M. Jensen, M.S. Stokholm, M. Andresen, M.H. Kabir, P. Sérémé and O.S. Lund. Effect of sorghum seed treatment in Burkina Faso varies with baseline crop performance and geographical location. *African Crop Science Journal*, 2016; Vol. 24 (2): 109–125. <http://dx.doi.org/10.4314/acsj.v24i2.1>
14. Toropova E.Yu. Phytosanitary diagnostics of agroecosystems. *Barnaul*, 2017. 210 p. (In Russian).
15. Tanskij V.I. (red.) Environmental monitoring and methods for improving the protection of grain crops from pests, diseases and weeds: guidelines. *SPb: VIZR*, 2002. 76 p. (In Russian)
16. Chumakov A.E., Zakharova T.I. Harmfulness of agricultural crops diseases. Moscow: *Agropromizdat*, 1990. 126 p. (In Russian).
17. Dolzhenko V.I. (red.) Methodological guidelines for registration testing of fungicides in agriculture. *St. Petersburg, All-Russian Institute of Plant Protection*. 2009. 378 c. (In Russian).

ABOUT THE AUTHORS:

Marina Nikolaevna Kincharova, candidate of agricultural sciences, associate professor, Samara Federal Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P.N. Konstantinov, 3a, Studencheskiy pereulok, Samara, 443001, Russian Federation
E-mail: potatolab@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1987-8708>
Evgeny Vladimirovich Matvienko, candidate of biological sciences, Samara Federal Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P.N. Konstantinov, 3a, Studencheskiy pereulok, Samara, 443001, Russian Federation
E-mail: opel0076687@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3171-153X>

УДК 634.8.037+ 631.895

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-125-129

**А.А. Григорьев,
И.А. Авдеенко** ✉

Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко – филиал Федерального Ростовского аграрного научного центра, Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация

✉ irinaavdeenko@yandex.ru

Поступила в редакцию:
09.06.2022Одобрена после рецензирования:
29.09.2022Принята к публикации:
23.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-125-129

**Alexander A. Grigoriev,
Irina A. Avdeenko** ✉

All-Russian Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya.I. Potapenko – branch of the Federal Rostov Agricultural Research Center, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation

✉ irinaavdeenko@yandex.ru

Received by the editorial office:
09.06.2022Accepted in revised:
29.09.2022Accepted for publication:
23.11.2022

Регенерационная способность привитых черенков в стратификационной камере при использовании растворов физиологически активных веществ

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В настоящее время регуляторы роста набирают все большую популярность и становятся все более востребованы как среди садоводов-любителей, так и среди научных деятелей и исследователей; связано это с их способностью стимулировать и регулировать рост и развитие различных культур. В настоящее время применение стимуляторов роста в практике питомниководства изучено на вариантах некорневых обработок в стратификационной камере, на школке и при замачивании базальной части черенка непосредственно перед посадкой. Применение стимуляторов роста на компонентах прививки непосредственно перед её проведением в литературе не освещено, что делает наши исследования востребованными и актуальными.

Целью исследования является совершенствование элементов технологии производства привитых саженцев винограда при вымачивании компонентов прививки в ростостимулирующих препаратах для повышения качества и выхода привитых виноградных саженцев из стратификационной камеры.

Методы и результаты исследований. Методы исследований – общепринятые в практике питомниководства винограда (Колесник Л.В., Мельник С.А., Щигловская В.И.). В результате исследований было установлено, что наибольшую регенерационную активность по сорту Цимлянский черный проявлял вариант с вымачиванием подвойного компонента прививки в препарате «НаноКремний»; в этом варианте на 15-й день стратификации у 96,7% растений наступило распускание почек, а у 95,9% прививок образовался круговой каллюс. По сорту Каберне Совиньон выделился вариант с вымачиванием привойной части в препарате «НаноКремний» (93,3% и 92,5% соответственно). Наиболее полно стимуляция ростовых процессов после посадки отражается на вариантах с применением к сорту Цимлянский черный препаратов «НаноКремний» (80,0%) и «Cultimar» (88,3%).

Ключевые слова: виноград, черенок, посадочный материал, препараты, регуляторы роста, удобрения, микроэлементы, минералы, гуминовые кислоты

Для цитирования: Григорьев А.А., Авдеенко И.А. Регенерационная способность привитых черенков в стратификационной камере при использовании растворов физиологически активных веществ. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 125–129.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-125-129>

© Григорьев А.А., Авдеенко И.А.

Regenerative ability of grafted cuttings in the callusing room when using solutions of physiologically active substances

ABSTRACT

Relevance. Currently, growth regulators are gaining increasing popularity and are in great demand both among amateur gardeners and among scientists and researchers; this is due to the ir ability to stimulate and regulate the growth and development of various crops. Currently, the use of cultivar stimulants in nursery practice has been studied variants with non-root treatments in the callusing room at nursery garden and when soaking the basal part of the cuttings immediately before planting. There is no study of the use of growth stimulants on the components of grafting immediately before its implementation in the literature, what makes our research desirable and relevant.

The aim of the study is to improve the elements of the technology of production of grafted grape seedlings by soaking the components of grafting in growth-stimulating preparations to improve the quality and yield of grafted grape seedlings from the callusing room.

Methods and results. Methods of research – generally accepted in the practice of grape nursery (Kolesnik L.V., Melnik S.A., Shchiglovskaya V.I.). It was found that the greatest regenerative activity for the Tsimlyansky Cherniy variety was shown in the variant with soaking of the rootstock component of the grafting in the “NanoCremniy” preparation, in which 96.7% of plants had budding on the 15th day of callusing and 95.9% of grafting seedlings had a circular callus. On the Cabernet Sauvignon variety, a variant with soaking of the graft part in the “NanoCremniy” preparation was distinguished (93.3% and 92.5% respectively). The most complete stimulation of growth processes after planting is reflected in the variants with the use on the Tsimlyansky Cherniy variety preparations “NanoCremniy” (80.0%) and “Cultimar” (88.3%).

Key words: grapes, cuttings, planting material, preparations, growth regulators, fertilizers, trace elements, minerals, humic acids

For citation: Grigoriev A.A., Avdeenko I.A. Regenerative ability of grafted cuttings in the callusing room when using solutions of physiologically active substances. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 125–129. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-125-129> (In Russian).

© Grigoriev A.A., Avdeenko I.A.

Введение / Introduction

Регуляторы роста растений составляют обширную группу природных и синтетических физиологически активных соединений, малые дозы которых влияют на метаболизм растений, их рост и развитие [1, 2].

В последние годы синтезировано большое количество химических веществ, обладающих весьма многообразной направленностью воздействия на растения [3]. Данные вещества повышают всхожесть семян, предотвращают полегание растений, повышают их засухоустойчивость, зимостойкость, регулируют плодообразование, ускоряют созревание плодов и плодоношение, улучшают укоренение черенков, повышают качество посадочного материала [4, 5]. Поэтому понятен тот интерес, который проявляют к физиологически активным веществам ученые и специалисты, занятые в сфере сельскохозяйственного производства [6, 7, 8].

Создание продуктивных виноградников на основе привитой культуры во многом зависит от ризогенной активности виноградного черенка [9]. Несмотря на то, что данная биологическая особенность является специфичной для винограда, на нее можно эффективно влиять различными способами, одним из которых и является применение регуляторов роста и развития растений – способ, зарекомендовавший себя в сельскохозяйственной практике как эффективный приём с высокой отдачей при умеренных затратах [10–14].

Приобрести качественный посадочный материал в виде привитых виноградных саженцев было трудно всегда, а на данный момент это достаточно дорого. Одним из эффективных и экономически дешёвых способов размножения винограда является укоренение одревесневших черенков винограда. Однако привитая культура винограда обладает рядом преимуществ: это ускорение процесса плодоношения виноградников, повышенная их урожайность, лучшая устойчивость к заболеваниям и вредителям [15, 16]. Поэтому совершенствование технологии производства привитого посадочного материала винограда с использованием регуляторов роста является актуальной темой исследований.

Цель исследования – совершенствование элементов технологии производства привитых саженцев винограда при вымачивании компонентов прививки в ростостимулирующих препаратах для повышения качества и выхода привитых виноградных саженцев из стратификационной камеры. Для достижения поставленной цели была сформулирована задача – определение влияния вымачивания в регуляторах роста компонентов прививки перед проведением прививки на сокращение периода стратификации; каллусообразование, выход и качество растений после стратификации; образование первичного прироста у растений в школке.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования проводили на привитых черенках винограда в прививочном комплексе и стратификационной камере, посадка и выращивание привитых саженцев проводились на школке опытного поля ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко (г. Новочеркасск, 2020–2021 гг.).

В опыте использовалась технология прививок винограда, общепринятая в производстве. Вымачивание подвойного и привойного материала в стимуляторах роста проводили в течение 20 часов перед проведением прививки при температуре раствора 27–30 °С, в следующих концентрациях препаратов: «Гумат +7 ЙОД» – 5 г, «Cultimar» – 10 мл, «НаноКремний» – 1 мл, «Радифарм» –

25 мл на 5 литров воды из расчета минимального количества действующего вещества каждого препарата согласно рекомендаций производителя.

Привитые черенки выращивались в стратификационной камере в контролируемой среде. Средняя температура находилась на уровне 27–28 °С, а влажность воздуха – 90–95%. Помещение искусственно вентилировалось несколько раз в день, из-за чего в камере не было застоя воздуха, и влага практически не оседала на стенах, потолке, полу камеры.

Опыт был поставлен в трехкратной повторности по 20 привитых черенков винограда на следующих сортах: привой – Цимлянский черный, Каберне Совиньон; подвой – Кобер 5 ББ. Учеты и наблюдения проведены в соответствии с общепринятыми методиками [7, 8] и согласно ГОСТ 31783-2012.

Привитые саженцы после стратификации выращивались в школке открытым способом с мульчированием почвы черной пленкой. Схема посадки 0,2 × 0,15 м. Школка поливная (дождевание), почва представлена черноземом обыкновенным.

В опыте использовались препараты различной природы от разных производителей. Препарат «Cultimar» позиционируется как уникальный продукт на основе морских водорослей (74%) с сочетанием таких микроэлементов, как бор (0,2%), магний (5%) и сера (12%), комплекса витаминов, белков, сахаров, минеральных солей и др. Уникальность данного препарата аргументируется проведением специальной операции по ферментации водорослей, в результате которой продукт получает специфичный органо-минеральный состав, способствующий активации роста растения.

Гуминовые кислоты выступают одним из основных веществ, регулирующих уровень плодородия почвы, роста и развития растений, а также их продуктивности. Смесь солей гуминовых кислот занимает 75% состава препарата «Гумат +7 ЙОД»; она усилена комплексом микроэлементов в доступной форме (I – 0,005%; Mo – 0,018%; Co – 0,02%; Mn – 0,17%; Cu, Zn, B – по 0,2%; Fe – 0,4%; K – 5%), крайне необходимых для стимуляции развития корневой системы саженцев, активизации ростовых процессов и увеличения устойчивости растений к различным негативным факторам окружающей среды.

Препарат «НаноКремний» создан на основе микроконцентрата кремния (50%), элемента, который наряду с фосфором составляет основу макроэнергетических соединений растений, обеспечивает повышение устойчивости к неблагоприятным абиотическим факторам, увеличение механической и биохимической защиты, обладает выраженным ростостимулирующим эффектом; его действие усиленно железом (6%), медью (1%), цинком и бором (по 0,5%).

«Радифарм» содержит в себе экстракт морских водорослей (20,3%), аминокислоты (13,9%), N (4,6%), K₂O (2,4%), соль индолилуксусной кислоты (0,29%), Zn (0,23%) и комплекс витаминов (0,06%). Препарат способствует улучшению питательного и водного режима клеток, стимулируя синтез хлорофилла, повышает иммунитет растений, особенно устойчивость к низким температурам.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Как уже описывалось ранее, факторы внешней среды в период стратификации были полностью контролируемы, из-за чего оставалось только 2 фактора, способных непосредственно повлиять на результаты

исследований. Одним из таких факторов являлся сорт привойного черенка, а вторым фактором являлся исследуемый препарат.

Из данных табл. 1 очевидно, что раньше всего регенерационную активность при использовании сорта Цимлянский черный начали проявлять варианты с применением препарата «НаноКремний»; выделились варианты с вымачиванием только привойной (44,2% распускания почек, 7,5% образования каллуса) и только подвойной (57,4% распускания почек, 8,3% образования каллуса) частей, что в целом лучше, чем у контрольного варианта (31,6% распускания почек, 14,1 %

образования каллуса). Такая тенденция сохранилась и к 15-му дню в стратификационной камере: у вариантов с применением «НаноКремния» распускание почек и образование каллуса превысило 90%. На сорте Каберне Совиньон наблюдалась практически идентичная ситуация, однако наибольшую активность проявил вариант с обработкой только привойной части «НаноКремнием» (на 15-й день – 93,3% распускания почек, 92,5% образования каллуса). Также неплохо проявил себя препарат «Радифарм», по всем вариантам опыта на двух сортах. Наименьшую продуктивность показали препараты «Гумат +7 ЙОД» и «Cultimar»; в неко-

Таблица 1. Регенерационная активность прививок при вымачивании компонентов прививки в стимуляторах роста в период стратификации (среднее за 2020–2021 гг.)

Table 1. Regenerative activity of grafting seedlings after soaking grafting components in growth stimulants during callusing (average for 2020–2021)

Варианты опыта	Распускание почек / круговой каллус, %			
	Цимлянский черный		Каберне Совиньон	
	день 7	день 15	день 7	день 15
1. Контроль (вода) – привой + подвой	31,6 / 14,1	61,7 / 63,4	25 / 10,8	49,2 / 49,2
2. «Гумат +7» – привой	10,0 / 1,6	51,7 / 74,2	15,0 / 5,8	56,9 / 89,2
3. «Гумат +7» – подвой	25,0 / 2,5	60,8 / 81,7	20,0 / 8,3	55,0 / 74,6
4. «Гумат +7» – привой + подвой	31,6 / 3,4	71,1 / 90,9	11,7 / 5,0	52,5 / 77,5
5. «Cultimar» – привой	19,2 / 3,4	69,2 / 93,4	13,3 / 2,5	47,5 / 78,4
6. «Cultimar» – подвой	18,4 / 6,7	52,5 / 82,5	15,0 / 5,0	47,5 / 63,3
7. «Cultimar» – привой + подвой	20,0 / 2,5	72,5 / 85,0	32,5 / 4,2	58,5 / 84,2
8. «НаноКремний» – привой	44,2 / 7,5	93,4 / 95,9	45,0 / 8,4	93,3 / 92,5
9. «НаноКремний» – подвой	57,4 / 8,3	96,7 / 95,9	50,9 / 10	68,3 / 92,5
10. «НаноКремний» – привой + подвой	28,4 / 16,6	72,5 / 73,4	36,7 / 4,2	68,3 / 61,7
11. «Радифарм» – привой	19,6 / 12,5	65,9 / 95,9	33,4 / 5,8	73,3 / 97,5
12. «Радифарм» – подвой	47,1 / 7,5	63,0 / 85,8	39,2 / 4,2	80,0 / 89,0
13. «Радифарм» – привой + подвой	26,3 / 1,6	71,7 / 90,8	17,5 / 7,0	76,7 / 85,2

Таблица 2. Качество прививок под воздействием вымачивания в регуляторах роста перед высадкой (среднее за 2020–2021 гг.)

Table 2. Quality of grafting seedlings under the influence of soaking in growth regulators before planting (average for 2020–2021)

Варианты опыта	Цимлянский черный			Каберне Совиньон		
	выход прививок после стратификации, %		сред. длина побегов, см	выход прививок после стратификации, %		сред. длина побегов, см
	1-й сорт	2-й сорт		1-й сорт	2-й сорт	
1. Контроль (вода) – привой + подвой	71,7	11,6	8,5	42,6	27,5	8,5
2. «Гумат +7» – привой	57,5	30,8	8,7	66,7	30,0	14,4
3. «Гумат +7» – подвой	69,1	27,5	13,0	61,6	33,3	12,1
4. «Гумат +7» – привой + подвой	74,2	16,6	11,0	73,3	26,7	14,5
5. «Cultimar» – привой	92,5	7,5	12,9	63,3	36,7	13,3
6. «Cultimar» – подвой	67,5	30	10,6	50,8	25,0	9,1
7. «Cultimar» – привой + подвой	85,0	5,0	10,8	76,6	16,6	16,3
8. «НаноКремний» – привой	92,5	5,0	14,8	96,7	1,6	18,4
9. «НаноКремний» – подвой	85,8	4,1	12,4	71,6	28,3	17,8
10. «НаноКремний» – привой + подвой	86,6	13,4	14,8	60,0	26,6	12,9
11. «Радифарм» – привой	84,2	15,8	9,3	87,5	12,5	13,8
12. «Радифарм» – подвой	82,3	17,5	11,0	92,5	7,5	13,6
13. «Радифарм» – привой + подвой	78,3	21,7	10,5	82,5	4,1	15,9

торых вариантах качественные показатели оказались ниже, чем в контрольном варианте по двум сортам опыта.

По завершении стратификации (25-й день) был проведен качественный анализ привитых саженцев перед высадкой в школку. В табл. 2 представлен выход прививок, а также средняя длина побегов. Можно заметить, что соотношение суммы первосортных и второсортных саженцев не составляет 100% – связано это с тем, что некоторые саженцы прививки вообще не срастались и считались браком. В целом, выход прививок по всем вариантам опыта был высоким, например в вариантах с применением «Радифарма» и «НаноКремния» он превышал 90%. Однако в вариантах с использованием «Гумат +7 ЙОД» на сорте Цимлянский черный наблюдался наименьший выход первосортных прививок, который составил в варианте с обработкой привоя 57,5%, а подвоя – 69,1% при выходе контрольного варианта 71,7%. Также исключение составил вариант с обработкой «Cultimar» подвойной части (67,5%). На сорте Каберне Совиньон все обработки с применением препаратов показали выход от 50,8 до 96,7%, что существенно больше контрольного варианта (42,6%).

Наибольшую длину прироста на сорте Цимлянский черный показали варианты с обработкой «НаноКремнием» (обработка привойной части 14,8 см), на сорте Каберне Совиньон наблюдалась идентичная ситуация (вариант с обработкой привоя препаратом «НаноКремний» – 18,4 см). На обоих сортах по всем вариантам опыта с применением препаратов длина прироста была выше, чем в контрольном варианте с приростом 8,5 см у обоих сортов.

Перед высадкой растений в школку побег практически полностью удаляют по причине проведения посадки в конце весны. Данный период характеризуется большой разницей дневной и ночной температуры с вероятностью весенних заморозков, что крайне негативно отражается на молодых побегах, большая часть из которых просто не переживает таких температурных колебаний. В связи с этим необходимо, чтобы растения как можно скорее обновили свои побеги и вступили в фазу фотосинтеза.

Из данных табл. 3 видно, какое влияние оказывают обработки препаратами перед стратификацией на дальнейшую жизнедеятельность растений. На 10-й день после высадки в поле все варианты опыта с использованием препаратов проявляли большую активность, чем контрольный вариант с обработкой

Таблица 3. Появление первого прироста в полевых условиях на 10-й день (среднее за 2020–2021 гг.)

Table 3. The appearance of the first increment in field conditions on day 10 (average for 2020–2021)

Варианты опыта	Количество саженцев с листочками, %	
	Цимлянский черный	Каберне Совиньон
1. Контроль (вода) – привой + подвой	71,7	11,6
2. «Гумат +7» – привой	57,5	30,8
3. «Гумат +7» – подвой	69,1	27,5
4. «Гумат +7» – привой + подвой	74,2	16,6
5. «Cultimar» – привой	92,5	7,5
6. «Cultimar» – подвой	67,5	30
7. «Cultimar» – привой + подвой	85,0	5,0
8. «НаноКремний» – привой	92,5	5,0
9. «НаноКремний» – подвой	85,8	4,1
10. «НаноКремний» – привой + подвой	86,6	13,4
11. «Радифарм» – привой	84,2	15,8
12. «Радифарм» – подвой	82,3	17,5
13. «Радифарм» – привой + подвой	78,3	21,7

водой. Однако на сорте Цимлянский черный два варианта – с использованием препарата «Гумат +7 ЙОД» (вариант с привойной частью и вариант с привойно-подвойной частью) и вариант с обработкой привойно-подвойных частей «Радифармом» – показали результаты хуже, чем в контрольном варианте, чего нельзя сказать о тех же вариантах на сорте Каберне Совиньон, которые были лучше контроля. На обоих сортах хорошо себя показали обработки препаратами «Cultimar» и «НаноКремний».

Выводы / Conclusion

Анализ результатов исследований 2020–2021 годов показывает, что обработка компонентов виноградной прививки росторегулирующими препаратами перед проведением прививки оказывает положительное влияние на регенерационную активность растений (свыше 90%). Эффективность применения препарата зависит от сорта привойной части виноградной прививки. Выход растений из стратификационной камеры по всем вариантам опыта с применением препаратов существенно увеличивается (с 42,6 до 96,7%), за исключением препарата «Гумат +7 ЙОД» в вариантах с обработкой сорта Цимлянский черный. Ростостимулирующие препараты оказали положительное влияние на активность роста растений после посадки в школку. Почти по всем вариантам опыта наблюдался более активный рост молодых побегов; исключение, как и ранее, составил «Гумат +7 ЙОД» на вариантах с обработкой сорта Цимлянский черный.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Григорьев А.А., Авдеенко И.А. Определение влияния ростостимулирующего препарата «Гумат +7» на выход, приживаемость и качество привитых виноградных саженцев. *Вестник КрасГАУ*. 2021; 9 (174): 79–85. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-9-79-85>
2. Гинда Е. Влияние регуляторов роста на регенерационные процессы при выращивании посадочного материала винограда. *Stinta agricola*. 2019; 1: 78–83. eLIBRARY ID: 42952807. EDN: KJCGXY
3. Аббасова Г.Ф. Влияние удобрений на урожайность и качество столового сорта винограда в Гянджа-Казакской зоне Азербайджана. *Аграрная наука*. 2018; 5: 53–55. eLIBRARY ID: 35152991. EDN: XRKLSX
4. Кирсанова Е.В. Экологически чистый препарат Черказ как фактор повышения продуктивности агроценоза. *Природные Ресурсы – основа экономической стратегии*, 2002: 223–227. eLIBRARY ID: 8373618. EDN: HBGGCH
5. Titova L., Avdeenko I., Grigoriev A. Use of trace elements in modern nursery management of grape grafts. *ASE-I – 2021. AIP Conference Proceedings*. 2021: 020007. <https://doi.org/10.1063/5.0076365>
6. Ferrari V. et al. Chemical evaluation of by-products of the grape industry as potential agricultural fertilizers. *Journal of Cleaner Production*. 2019; 208: 297–306. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.032>
7. Titova L., Avdeenko I., Grigoriev A., Ostrovskaya K. Determination of the effect of the growth-stimulating preparation "Gumat +7" on the yield, survival rate and quality of grafted grape cuttings. *ASE-I – 2021. AIP Conference Proceedings*. 2021; 2442 (1): 020002. <https://doi.org/10.1063/5.0076364>
8. Kurapina N., Ratanov M., Nikolskaya O., Kikteva Y. Increasing the output of grape seedlings using biostimulants of natural origin. *BIO Web of Conferences*. 2020; 25 (2): 05009. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202505009>
9. Казахмедов Р.Э., Агаханов А.Х. Агробиологические особенности перспективных сортов винограда селекции ДСОСВНО в изменяющихся климатических условиях юга России. *Аграрная наука*. 2022; 5: 98–104. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-98-104>
10. Авдеенко, И.А. Влияние препаратов различной природы на показатели развития корнесобственных саженцев. *Современные аспекты управления плодородием агроландшафтов и обеспечения экологической устойчивости производства сельскохозяйственной продукции*. 2020: 113–117. eLIBRARY ID: 44135319. EDN: LVEUPH
11. Малтабар Л.М., Радчевский П.П., Малтабар А.Л. Влияние Витазима на регенерационную способность черенков подвойных филлоксероустойчивых сортов винограда. *Интерактивная ампелогRAFIA и селекция винограда*. 2012: 138–139.
12. Мalykh G.P., Avdeenko I.A., Grigoriev A.A. Сравнительная оценка влияния препаратов различной природы на показатели развития корнесобственных саженцев столовых сортов винограда. *Вестник КрасГАУ*. 2021; 2: 3–9. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-333-10-30-32>
13. Цаценко Н.Н., Браткова Л.Г., Машченко М.Н., Макаров К.А. Влияние росторегулирующих препаратов нового поколения на рост и развитие мериклонов винограда. *Сельскохозяйственный журнал*. 2018; 2 (11): 22–28. <https://doi.org/10.25930/c8ty-1257>
14. Хардикина С.В., Верхошентсева Ю.П. Влияние гуминовых препаратов на корнеобразование и укоренение черенков винограда в условиях Оренбуржья. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2013; 10 (159): 230–232. eLIBRARY ID: 20840504. EDN: ROBJML
15. Егоров Е.А., Шадрин Ж.А., Кочьян Г.А. Современные тенденции развития виноградарства и виноделия в России. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2018; 4 (364): 100–104. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2018.4.27>
16. Егоров Е.А., Бунцевич Л.Л. Технологические основы и организация производства саженцев и другого посадочного материала садовых культур. *Садоводство и виноградарство*. 2018; 2: 39–42. <https://doi.org/10.25556/VSTISP.2018.2.12305>
17. Колесник Л.В. Физиологические основы прививки винограда. – *Труды Кишиневского с.-х. института*. 1956; 10: 71–76.
18. Мельник С.А. Амперометрический метод определения листовой поверхности виноградного куста. *Труды Одес. СХИ*. 1957; 8: 82–87

ОБ АВТОРАХ:

Александр Александрович Григорьев, младший научный сотрудник лаборатории питомниководства винограда, аспирант «Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко» – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», пр. Бакалановский 166, г. Новочеркасск, Ростовская область, 346421, Российская Федерация E-mail: grigoriev_sanya_2033@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-8345-526X>

Ирина Алексеевна Авдеенко, младший научный сотрудник лаборатории питомниководства винограда, «Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко» – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», пр. Бакалановский 166, г. Новочеркасск, Ростовская область, 346421, Российская Федерация E-mail: irinaavdeenko@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0001-7111-7933>

REFERENCES

1. Grigoriev A.A., Avdeenko I.A. Determining the growth-stimulating preparation "Humate +7" effect on the grafted grape seedlings' yield, survival rate and quality. *Bulletin of KSAU*. 2021; 9 (174): 79–85. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-9-79-85> (In Russian)
2. Ginda E. The influence of growth regulators on regeneration processes in the cultivation of grape planting material. *Stinta agricola*. 2019; 1: 78–83. eLIBRARY ID: 42952807. EDN: KJCGXY (In Russian)
3. Abbasova G.F. Effect of fertilizers on the yield and quality of table grapes in the Ganja-Kazakh region of Azerbaijan. *Agrarian Science*. 2018; 5: 53–55. eLIBRARY ID: 35152991. EDN: XRKLSX (In Russian)
3. Kirsanova E.V. Environmentally friendly drug Cherkaz as a factor of increasing the productivity of agroecosystem. *Natural Resources – the basis of Economic Strategy*, 2002: 223–227. eLIBRARY ID: 8373618. EDN: HBGGCH (In Russian)
5. Titova L., Avdeenko I., Grigoriev A. Use of trace elements in modern nursery management of grape grafts. *ASE-I – 2021. AIP Conference Proceedings*. 2021: 020007. <https://doi.org/10.1063/5.0076365>
6. Ferrari V. et al. Chemical evaluation of by-products of the grape industry as potential agricultural fertilizers. *Journal of Cleaner Production*. 2019; 208: 297–306. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.032>
7. Titova L., Avdeenko I., Grigoriev A., Ostrovskaya K. Determination of the effect of the growth-stimulating preparation "Gumat +7" on the yield, survival rate and quality of grafted grape cuttings. *ASE-I – 2021. AIP Conference Proceedings*. 2021; 2442 (1): 020002. <https://doi.org/10.1063/5.0076364>
8. Kurapina N., Ratanov M., Nikolskaya O., Kikteva Y. Increasing the output of grape seedlings using biostimulants of natural origin. *BIO Web of Conferences*. 2020; 25 (2): 05009. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202505009>
9. Kazakhmedov R.E., Agakhanov A.KH. Agrobiological features of promising grape varieties of DSOSVNO selection in the changing climatic conditions of the South of Russia. *Agrarian Science*. 2022; 5: 98–104. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-98-104> (In Russian)
10. Avdeenko, I.A. Influence of preparations of different nature on indicators of development of root seedlings. *Modern aspects of agricultural landscape fertility management and ensuring environmental sustainability of agricultural production*. 2020: 113–117. eLIBRARY ID: 44135319. EDN: LVEUPH (In Russian)
11. Maltabar L.M., Radchevsky P.P., Maltabar A.L. The effect of Vitazim on the regenerative ability of cuttings of rootstock phylloxera-resistant grape varieties. *Interactive ampelography and grape selection*. 2012: 138–139. (In Russian)
12. Malykh G.P., Avdeenko I.A., Grigoriev A.A. Comparison assessment of the influence of various types of drugs on the development indicators of root-bearing seedlings of table grape varieties. *Bulletin of KSAU*. 2021; 2: 3–9. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-333-10-30-32> (In Russian)
13. Tsatsenko N.N., Bratkova L.G., Mashchenko M.N., Makarov K.A. Influence of the growth regulating preparations of new generation on growth and development of micro grape cuttings. *Agricultural journal*. 2018; 2 (11): 22–28. <https://doi.org/10.25930/c8ty-1257>
14. Khardikova S.V., Verhoshentseva Y.P. Effect of humic preparations and rooting cuttings grapes in Orenburg. *Vestnik of the Orenburg State University*. 2013; 10 (159): 230–232. eLIBRARY ID: 20840504. EDN: ROBJML
15. Egorov E.A., Shadrina ZH.A., Kochyan G.A. Modern trends in the development of the vine and wine industry in Russia. *Izvestiya vuzov. Food technology*. 2018; 4 (364): 100–104. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2018.4.27>
16. Egorov E.A., Buntsevich L.L. Technological bases and organization of production of saplings and other landing material of horticultural cultures. *Horticulture and viticulture*. 2018; 2: 39–42. <https://doi.org/10.25556/VSTISP.2018.2.12305>
17. Kolesnik L.V. The physiological basis of grafting grapes. – *Proceedings of the Chisinau Agricultural Institute*. 1956; 10: 71–76 (In Russian)
18. Melnik S.A. Ampelometric method for determining the leaf surface of a grape bush. *Proceedings of the Odes. ARI*, 1957; 8: 82–87

ABOUT THE AUTHORS:

Alexander Alexandrovich Grigoriev, junior researcher of laboratory of grape nursery, postgraduate student «All-Russian Research Ya. I. Potapenko Institute for Viticulture and Winemaking» – Branch of the Federal State Budget Scientific Institute «Rostov Agricultural Research Centre», 166, Baklanovsky Ave., Novocherkassk, Rostov region, 346421, Russian Federation E-mail: grigoriev_sanya_2033@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-8345-526X>

Irina Alekseevna Avdeenko, junior researcher of laboratory of grape nursery, «All-Russian Research Ya. I. Potapenko Institute for Viticulture and Winemaking» – Branch of the Federal State Budget Scientific Institute «Rostov Agricultural Research Centre», 166, Baklanovsky Ave., Novocherkassk, Rostov region, 346421, Russian Federation E-mail: irinaavdeenko@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0001-7111-7933>

С.А. Набатников¹, ✉
Л.Ю. Мартиросян²

¹ ООО «НАБАТНИКОВО», д. Акишево,
 Московская область, Российская
 Федерация

² Всероссийский научно-
 исследовательский институт
 сельскохозяйственной биотехнологии,
 Москва, Российская Федерация

✉ s.nabatnikov@mail.ru

Поступила в редакцию:
 04.10.2022

Одобрена после рецензирования:
 30.10.2022

Принята к публикации:
 23.11.2022

Abstract

 creative commons

Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-130-134

Sergey A. Nabatnikov¹, ✉
Levon Yu. Martirosyan²

¹ LLC "NABATNIKOVO", Akishevo village,
 Moscow region, Russian Federation

² All-Russian Research Institute
 of Agricultural Biotechnology, Moscow,
 Russian Federation

✉ s.nabatnikov@mail.ru

Received by the editorial office:
 04.10.2022

Accepted in revised:
 30.10.2022

Accepted for publication:
 23.11.2022

Некоторые аспекты использования Кипрея узколистного (*Chamaenérion angustifolium*)

РЕЗЮМЕ

Актуальность: Кипрей узколистный (иван-чай) популярен в народной медицине, рекомендуемой отвар корневищ или чай из заваренных листьев при лечении целого ряда заболеваний. Официальная медицина также рекомендует применять листья кипрея в ряде случаев, хотя кипрей так и не внесен в реестр лекарственных растений. Культивирование кипрея в контролируемых условиях гарантирует качество, но сопряжено с трудностями, поскольку семена его чрезвычайно малы по размеру и легко уносятся ветром. Ферментирование листьев кипрея, вкус, аромат и содержание биологически активных веществ не поддается стандартизации, так как зависит от состава диких дрожжей, участвующих в ферментировании. Использование специально подобранных штаммов дрожжей для направленной ферментации обогащает продукт целевыми биологически активными веществами.

Ключевые слова: кипрей узколистный, свойства, семена, культивирование, направленная ферментация, обогащение ценными веществами, перспективы

Для цитирования: Набатников С.А., Мартиросян Л.Ю. Некоторые аспекты использования Кипрея узколистного (*Chamaenérion angustifolium*). *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 130–134. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-130-134>

© Набатников С.А., Мартиросян Л.Ю.

Some aspects of the use of Blooming Sally (*Chamaenérion angustifolium*)

ABSTRACT

Relevance: Blooming Sally – (fireweed) is popular in folk medicine, which recommends a decoction of rhizomes or tea from brewed leaves for treatment of a number of diseases. Official medicine also recommends the use of fireweed leaves in some cases, although fireweed has not been included in the register of medicinal plants. Cultivation of fireweed under controlled conditions guarantees quality, but is difficult because the seeds are extremely small and easily blown away by the wind. Results of fireweed leaves fermentation, taste, aroma and content of biologically active substances cannot be standardized, as it depends on the composition of wild yeast involved in fermentation. The use of specially selected yeast strains for directed fermentation enriches the product with targeted biologically active substances.

Key words: blooming Sally, properties, seeds, cultivation, directed fermentation, enrichment with valuable substances, prospects

For citation: Nabatnikov S.A., Martirosyan L.Yu. Some aspects of the use of Blooming Sally (*Chamaenérion angustifolium*). *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 130–134. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-130-134> (In Russian).

© Nabatnikov S.A., Martirosyan L.Yu.

Введение / Introduction

Кипрей узколистный – *Chamaenérion angustifolium*, или *Epilóbium angustifolium* имеет множество народных названий, как в Русском, так и в иностранных языках, (иван-чай, копорский чай, огненная трава, fireweed, flowering willow, Sally en fleurs и др.), и весьма популярен у многих народов. Его благотворное действие овеяно легендами. Считалось, что отвар выпитого диким зверем Иван-чая, делает его ручным.

Листья кипрея, собранные вплоть до конца августа, считаются пригодными для переработки, если собраны на экологически чистых местах. Однако конечный продукт с трудом поддается сертификации, поскольку определить экологическую чистоту его источника не просто.

В народной медицине отвар корневищ или чайный напиток из заваренных листьев растения принимают при гастрите, энтероколите, дизентерии, болезнях горла, кровотечениях, болях, эпилепсии, спазмах, малокровии, лихорадке. Отмечаются положительные эффекты при употреблении отвара Кипрея узколистного беременными и естественно кормящими, выражающиеся в нормализации пищеварения, а также сохранении лактации надолго. Снижается вероятность возникновения аллергических пищевых реакций у грудничков.

Официальная медицина также рекомендует применять листья кипрея в качестве вяжущего и противовоспалительного средства при гастрите, колите, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, хотя кипрей так и не был внесен в реестр лекарственных растений.

Культивирование кипрея в контролируемых условиях гарантирует качество сырья, но сопряжено с определенными трудностями, поскольку семена его чрезвычайно малы по размеру (0,5–0,03мм), снабжены парашютами-пушинками, и легко уносятся ветром. Существующие приспособления к сельскохозяйственной технике для посева мелких семян [1], не решают проблемы со слишком мелкими и летучими семенами кипрея. Возделывают кипрей и с применением корневищ. Способ весьма трудоемок и не слишком хорош, и даже сами авторы технологии параллельно включают в нее сбор и дозревание семян для последующего применения [2]. При этом, лишь упоминается перспективность их дражжирования [3, 4, 5]. Для решения проблемы контролируемого посева семян кипрея их смачивают водой, смешивают с влажным песком, расклеивают на укладываемых в почву бумажных лентах, однако, ни один из этих методов оказывается достаточно удобным.

Улучшить всхожесть семян, возможно их включением в твердый сверх сорбирующий воду полимер, после чего семена, как полагают авторы, способны быстро и равномерно прорасти, обеспечивая высокие урожаи [6].

- Применение известных методов предпосевной стимуляции семян, весьма перспективно для повышения эффективности искусственного культивирования кипрея [7, 8].
- Представление о кипрее как панацее от всех болезней, очевидно,

является мифом. Но богатство его состава ценными биологически активными веществами, благотворное влияние на организм, легли и в наше время в основу его популярности. Список полезных свойств данного растения при лечении различных болезней действительно велик. Его широко применяют в народной медицине, а волокна из стеблей кипрея используют как сырье для получения грубой материи, повязка из которой снимает головную боль, помогает при ревматизме [9, 10, 11].

Состав травы Кипрея узколистного (Рис.1) весьма богат. В него входят в небольшом количестве белки, жиры, углеводы, а также витамины – А, С, РР, группа витаминов В, микроэлементы – фосфор, калий, марганец, кальций, титан, цинк, натрий, медь, магний, селен, железо, молибден, бор, органические кислоты, фенольные соединения, фенилпропаноиды, кумарины, флавоноиды, танины, каротиноиды, хлорофиллы, ксантофиллы, стеролы, [12, 13], лектины, дубильные и слизистые вещества. Его во всем мире используют для лечения разнообразных расстройств и недугов.

Экспериментальные исследования выявили широкий спектр фармакологических и терапевтических проявлений экстрактов из кипрея, включая его антиоксидантную, антипролиферативную, противовоспалительную, антибактериальную активность и способность замедлять старение организма.

Существует ряд гипотез, пытающихся вскрыть возможный механизм противоракового действия кипрея, но нет надежных доказательств и установленных зависимостей результатов действия препаратов кипрея, от его химического состава [14]. Формирование двойного мнения обусловлено непредсказуемым, по составу консорциумом диких дрожжей, используемых при ферментации листьев кипрея. Тем не менее, экстракты кипрея, в комбинации с экстрактами других трав, обладающих лечебными свойствами, ложатся в основу новых медицинских лекарственных композиций, и ветеринарных препаратов [15, 16]. Получают из кипрея и сапонины для медицинского применения [17].

В биотехнологии, водный экстракт кипрея, добавленный в питательную среду с бифидобактериями, интенсифицирует рост биомассы, повышает количество жиз-

Рис. 1. Кипрей узколистный (*Chamaenérion angustifolium*). Фото из открытых источников

Fig. 1. Angustifolium fireweed (*Chamaenérion angustifolium*). Photos from open sources



неспособных клеток, сокращает продолжительность процесса культивирования [18].

Для заваривания в виде чайного напитка, используют как просто сушеные листья, так и ферментированные. И если первые всегда отличаются выраженной кислоткой, то ферментированные, в зависимости от технологии, могут при заваривании давать самый разнообразный вкус.

Обычно, для переработки и хранения собирают неповрежденные листочки. Цветы Кипрея узколистного (рис. 2) собранные и высушенные отдельно, используют в качестве добавки, для придания тонких нюансов во вкусе и аромате конечного продукта [19].

Разработаны и разрабатываются новые продукты из кипрея для пищевой промышленности [20, 21].

Ферментирование Кипрея узколистного. Для приготовления классического чайного напитка – «Иван-чая», неповрежденные листья кипрея, после их сбора подвергают переработке, включающей механическое воздействие руками, мясорубкой или специальными

приспособлениями для эксфильтрации сока из клеток, с последующим помещением в теплое место, где выступивший сок кипрея подвергается ферментированию под действием населяющих листья диких штаммов дрожжей. Возможна и вакуумная предобработка, нарушающая целостность клеточных мембран [22].

Показано, что процесс измельчения листьев кипрея способствует не только их подготовке к процессу ферментации, но и к нарастанию всей микрофлоры в растительной массе [23].

Следует особо отметить, что ни кипрей, собранный после обильного дождя, ни его листья, искусственно промытые после сбора, не поддаются ферментированию из-за отсутствия на них дрожжевой микрофлоры.

После механической обработки и ферментирования листьев кипрея под воздействием метаболитов консорциума диких дрожжей, «Иван-чай» в качестве чайного напитка, приобретает свойства, присущие этому продукту – аромат, вкусовые особенности и цвет, во многом зависящие от режима ферментирования (рис.3).

В настоящее время известны многочисленные варианты подготовки травы кипрея к употреблению в виде горячего или холодного напитка. Однако, все они, с теми, или иными нюансами, включают сортировку и подвяливание листа, подсушивание его при различных температурах, в той или иной газовой среде или в условиях вакуума, ферментацию дикими штаммами дрожжей в течение различного времени, досушивание [19, 24, 25, 26], комплексирование с компонентами других растений [27–29]. Экзотический способ переработки Кипрея узколистного предложен В.А. Степановым, с использованием в процессе ферментации червей, сушеные экскременты которых, по мнению автора, позволяют повысить биологическую активность полученного препарата [30].

Следует отметить, что вкус и аромат чайного напитка из Кипрея практически не поддается стандартизации, так как зависит от множества причин: состава консорциума диких штаммов дрожжей, участвующих в процессе, степени разрушения клеток листьев кипрея, длительности и температуры ферментирования. При этом ферментирование случайным консорциумом диких штаммов дрожжей, представляет собой неконтролируемый этап приготовления напитка, что делает невозможным прогнозирование результата и обеспечение ожидаемого качества [31].

Выводы / Conclusion

Краткий обзор информации о полезных свойствах, культивировании и использовании кипрея узколистного свидетельствует:

- Кипрей узколистный безусловно заслуживает продолжения всестороннего изучения специалистами отрасли пищевой биотехнологии;
- Высушенная трава Кипрея узколистного безусловно обладает комплексом качеств, обеспечивающих полезность как для здорового организма, так и при лечении, в виде комплексного средства, снабжающего организм витаминами и другими полезными веществами, повышающими защитные силы организма, а разработка методов повышения содержания биологически активных веществ в составе чайного напитка довольно перспективно;
- оптимизация агротехнологии культивирования Кипрея узколистного в искусственных условиях перспективна из-за высокой урожайности зеленой массы листьев и стеблей, однако, сопряжена с проблемой высева его чрезвычайно мелких семян, стимулирова-

Рис. 2. Цветы Кипрея узколистного (*Chamaenérion angustifolium*). Фото из открытых источников

Fig. 2. Flowers of fireweed angustifolia (*Chamaenérion angustifolium*). Photos from open sources



Рис. 3. Сушеная ферментированная трава Кипрея узколистного (*Chamaenérion angustifolium*). Фото из открытых источников

Fig. 3. Dry fermented herb Angustifolium fireweed (*Chamaenérion angustifolium*). Photos from open sources



ния их прорастания, роста и развития растений, решаемой в перспективе предпосевной стимуляцией семян;

- перспективно и надежно, но пока относительно затратно культивирование Кипрея в аэропонных фитотронах;
- нарушение целостности мембран клеток листьев кипрея вручную, или с помощью мясорубки при обработке, перспективно заменить новыми, стандартизуемыми методами, например, импульсной вакуумной обработкой;
- недостатки неконтролируемой ферментации листьев кипрея после их сбора решаются удалением консор-

циума диких дрожжей с поверхности листьев и заменой дрожжами, для направленной, контролируемой ферментацией, параллельно обогащающей чайный напиток биологически активными веществами, вместо введения в готовый продукт посторонних ингредиентов [32,33] и нарушения его традиционного вкуса и аромата;

- производство полезной продукции из Кипрея узколистного потенциально безотходно, поскольку все отходы искусственного культивирования кипрея, производства пищевого продукта или лечебной пряжи могут быть трансформированы в корма для животных или органическое удобрения.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цыплаков В.В., Старостин И.П., Цыбаев Д.В., Лушников М.В. Рабочий орган для поверхностного разбросного посева семян. Патент RU №2238627. 2003
2. Капустин Н. И. Старковский Б. Н. Способ возделывания кипрея узколистного (Иван-чая) на кормовые и лекарственные цели в условиях культуры. Патент RU № 2286047. 2004.
3. Старковский Б.Н. Способ возделывания кипрея узколистного (Иван-чая) для получения зеленой массы на пищевые цели. Патент RU № 2708833. 2019.
4. Кириллов Н. А., Александров В.В. Способ возделывания кипрея узколистного. Патент RU №2654817. 2018.
5. Павлова М.Н. Метод культивирования Иван-чая. Патент RU № 2724691. 2020.
6. Tsujimoto Takeo, Sato Hiroshi, Matsushita Shinya, Otsu Shiga. Method of improving seed germination. Patent: 95108751.9. 1995.
7. Гарибян Ц.С., Воробьева Г.И., Буторова И.А., и др. Сравнительный анализ предпосевной стимуляции семян. Ж. «Аграрная наука», 2017; (9–10): 33–35.
8. Мартиросян Ю.Ц., Мартиросян Л.Ю., Гарибян Ц.С. и др. Стимулятор роста растений. Патент RU №2675932. 2018.
9. Старковский Б. Н. Иван-чай узколистный: биология, технология, хозяйственное использование: Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия им. Н.В. Верещагина. 2018; 126 с.
10. Наумкин В.Н., Демидова А. Г., Манохина Л.А., и др. Целебные свойства дикорастущих растений. Иван-чай обыкновенный (кипрей узколистный) М. Издательство «Лань». 2021; 452 с.
11. Xu Xiaodan Zhang Jie A kind of fire weed fiber collecting device, Patent CN109898144. 2019.
12. Кароматов И.Д., Тураева Н.И. Кипрей узколистный Иван-чай. Биология и интегративная медицина (Электронный научный журнал) 2016.6. <https://cyberleninka.ru/article/n/kiprey-uzkolistyiy-ivan-chay/viewer>
13. Царева В.Н., Базарнова Н.Г., Дубенский М.М. Кипрей узколистный (Chamaenerion angustifolium L.) химический состав, биологическая активность (Обзор). Химия растительного сырья. 2016; (4): 15–26.
14. Schepetkin I. A., Ramstead A.G., Kirpotina L.N., et al., Therapeutic Potential of Polyphenols from Epilobium angustifolium (Fireweed) Phytother Res. 2016;30(8): 1287–1297.
15. Гусев Д.В., Сасов С.А., Толкачев В.Н., и др. Способ выделения суммы таннинов, используемой для получения субстанции противоопухолевого препарата «Ханерол» из кипрея узколистного (Иван-чая) (Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.) Патент RU № 2750730, 2020.
16. Шаркова Е.А., Тарвердян А.К., Донец Р.И., и др. Динамика роста перевиваемой опухоли крыс РС-1 под действием экстрактов Таволги вязолистной, Кипрея узколистного и Кирказона ломоносидного в эксперименте in vivo. Бюллетень медицинской Интернет-конференции (ISSN 2224-6150. 2018; 8(2): 53–57.
17. Wang Jinhui, Zuo Wenjian Li, Guoyu Chen Huiqin. Ilex latifolia thunb saponin compound. Patent CN101775061A. 2010
18. Хамагаева И.С., Бубеев А.Т., Поздняков П.Г. Разработка биотехнологии фитопробиотика и оценка его качества. Вестник ВСГУТУ. 2021; 81(2): 12–17.
19. Veselcov V. V., Boisson de thé d'épilobe à feuilles étroites. WO2014109662A1. 2014.

REFERENCES

1. Ciplakov V.V., Starostin I.P., Cibaev D.V., Lushnikov M.V. Working body for surface broadcast sowing of seeds. Patent RU № 2238627. 2003. (In Russian)
2. Kapustin N.I. Starkovskii B. N. Method for cultivation of fireweed angustifolia (Ivan-tea) for fodder and medicinal purposes under culture conditions. Patent RU № 2286047. 2004. (In Russian)
3. Starkovskii B.N. The method of cultivation of fireweed angustifolia (Ivan-tea) to obtain green mass for food purposes.. Patent RU № 2708833. 2019. (In Russian)
4. Kirillov N. A., Aleksandrov V.V. The method of cultivation of fireweed angustifolia Patent RU №2654817. 2018. (In Russian)
5. Pavlova M.N. Ivan tea cultivation method. Patent RU №2724691. 2020. (In Russian)
6. Tsujimoto Takeo, Sato Hiroshi, Matsushita Shinya, Otsu Shiga. Method of improving seed germination. Patent:95108751.9. 1995.
7. Garibyan C.S., Vorobeva G.I., Butorova I.A., i dr. Comparative analysis of presowing stimulation of seeds. Agrarian science, 2017; (9–10): 33–35; (In Russian)
8. Martirosyan YU.C, Martirosyan L.YU., Garibyan C.S. i dr. Plant growth stimulator. Patent RU № 2675932. 2018. (In Russian)
9. Starkovskii B. N. Ivan-tea narrow-leaved: biology, technology, economic use: Vologda State Dairy Academy N.V. Vereshchagin. 2018; 126 p. (In Russian)
10. Naumkin V.N., Demidova A. G., Manohina L.A., and other Healing properties of wild plants. Ivan-tea ordinary (fireweed fireweed) M. Publishing house "Lan". 2021; 452 p. (In Russian)
11. Xu Xiaodan Zhang Jie A kind of fire weed fiber collecting device, Patent CN109898144. 2019.
12. Karomatov I.D., Turaeva N.I. Fireweed narrow-leaved Ivan tea. Biology and Integrative Medicine (Electronic scientific journal). 2016.6. Available from <https://cyberleninka.ru/article/n/kiprey-uzkolistyiy-ivan-chay/viewer> (In Russian)
13. Carev V.N., Bazarnova N.G., Dubenskii M.M. Fireweed angustifolium (Chamaenerion angustifolium L.). Chemical composition, biological activity (Review). Chemistry of plant raw materials. 2016; (4): 15–26. (In Russian)
14. Schepetkin I. A., Ramstead A.G., Kirpotina L.N., et al., Therapeutic Potential of Polyphenols from Epilobium angustifolium (Fireweed) Phytother Res. 2016;30(8): 1287–1297. (In Russian)
15. Gusev D. V., Sasov S. A., Tolkahev V. N., Method for isolating the amount of tannins used to obtain the substance of the antitumor drug "Hanerol" from fireweed angustifolia (Ivan-tea) (Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.) Patent RU № 2750730, 2020. (In Russian).
16. Sharkova E.A., Tarverdyan A.K., Donec R.I., et al. Growth dynamics of a transplanted tumor in RS-1 rats under the influence of extracts of meadowsweet angustifolia and clematis kirkazon in an in vivo experiment. Bulletin of the medical Internet conference (ISSN 2224-6150. 2018; 8(2): 53–57. (In Russian)
17. Wang Jinhui, Zuo Wenjian Li, Guoyu Chen Huiqin. Ilex latifolia thunb saponin compound. CN101775061A. 2010
18. Hamagaeva I.S., Bubeev A.T., Pozdnyakov P.G. Development of phytoprobiotic biotechnology and evaluation of its quality. Bulletin of the ESSTU. 2021; 81(2): 12–17. (In Russian)
19. Veselcov V. V., Boisson de thé d'épilobe à feuilles étroites. Patent WO2014109662A1. 2014.

20. Даньшин Е. А. Напиток безалкогольный газированный «Легна Иван-чай». Патент RU № 2226063. 2002.
21. Быков Д.Е., Макарова Н.В., Валиулина Д.Ф., Бахареv В.В. Способ получения экстракта Иван-чая. Патент RU №2714765. 2018.
22. Xiaoyong Song, Yunfei Li. Cell membrane damage by vacuum treatment at different pressure reduction rates. *Food process Engineering*. 2012; 35(6): 915–922.
23. Постнов Е.Л., Бушуев И.В., Панкратова А.А. Микробиологические исследования биотехнологического процесса при приготовлении чая из кипрея узколистного в ферментационной камере. *Известия Санкт-Петербургского аграрного университета*. 2020; 2(59): 159–167.
24. Постнов Е. Л., Олин Д. М., Бушуев И. В. Способ ферментации Иван-чая. Патент RU № 2694616. 2019.
25. Пономарев Л. А. Веселков В. В. Чайный напиток из Иван-чая. Патент RU №2469546. 2011;
26. Яровой В. А., Мрочковский С. В., Способ приготовления чая из листьев кипрея. Патент RU № 2671146, 2017.
27. Емельянов В. И., Емельянова О. В., Пермичев В. С. Способ производства чая из кипрея узколистного. Патент RU № 2018122549, 2018)
28. Schwaller M. Utilisation d'au moins un extrait de parties aériennes de l'epilobe et/ou de l'onagre pour la préparation d'une composition destinée à restaurer la fonction barrière des tissus kératinisés ou des muqueuses. Patent WO2009010587A1, 2008.
29. Коновалов В.Н., Коновалова Ю.В. Сбор лекарственных растений, обладающий общеукрепляющим и противовоспалительным действием (варианты). Патент RU №2195303. 2001.
30. Полубояров Д. В., Макаров А. В., Киреева Н. М. Добавка из растительного сырья и способ ее получения. Патент RU № 2528837. 2013.
31. Степанов В. А. Способ приготовления чая из кипрея. Патент RU № 2724440, 2019.
32. Lasinskas M., Jariene E., Vaitkeviciene N, at.al., Effect of Different Durations of Solid-Phase Fermentation for Fireweed (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub) Leaves on the Content of Polyphenols and Antioxidant Activity In Vitro. *Molecules*. 2020; 25(4): 1011.
33. Лисиненко И.В. Лисиненко И.Н. Чай из листьев кипрея. Патент RU № 2689726. 2018.
20. Danshin E. A. Non-alcoholic carbonated drink "Legna Ivan-chai". Patent RU № 2226063. 2002 (In Russian)
21. Bikov D.E., Makarova N.V., Valiulina D.F., Baharev V.V. Method for obtaining Ivan-tea extract. Patent RU № 2714765. 2018. (In Russian)
22. Xiaoyong Song, Yunfei Li. Cell membrane damage by vacuum treatment at different pressure reduction rates. *Food process Engineering*. 2012; 35(6): 915–922.
23. Postnov E.L., Bushuev I.V., Pankrtova A.A. Microbiological studies of the biotechnological process in the preparation of tea from fireweed *angustifolia* in a fermentation chamber. *Proceedings of the St. Petersburg Agrarian University*. 2020; 2(59): 159–167 (In Russian).
24. Postnov E. L., Olin D. M., Bushuev I. V. Ivan tea fermentation method. Patent RU №2694616.2019 (In Russian)
25. Ponomarev L. A. Veselkov V. V. Tea drink from Ivan-tea. Patent RU № 2469546. 2011 (In Russian).
26. Yarovoi V. A., Mrochkovskii S. V., How to make tea from fireweed leaves. Patent RU № 2671146, 2017 (In Russian)
27. Emelyanov V. I. Emelyanova O. V., Permichev V. S. Method for the production of tea from fireweed *angustifolia*. Patent RU № 2018122549, 2018 (In Russian)
28. Schwaller M. Utilisation d'au moins un extrait de parties aériennes de l'epilobe et/ou de l'onagre pour la préparation d'une composition destinée à restaurer la fonction barrière des tissus kératinisés ou des muqueuses. Patent WO2009010587A1, 2008.
29. Konovalov V.N., Konovalova YU.V. Collection of medicinal plants with a tonic and anti-inflammatory effect (options). Patent RU № 2195303. 2001. (In Russian)
30. Poluboyarov D. V., Makarov A. V., Kireeva N. M. Additive from vegetable raw materials and method for its production. Patent RU № 2528837. 2013. (In Russian).
31. Stepanov V. A. Method for preparing tea from fireweed. Patent RU № 2724440, 2019 (In Russian)
32. Lasinskas M., Jariene E., Vaitkeviciene N, at.al., Effect of Different Durations of Solid-Phase Fermentation for Fireweed (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub) Leaves on the Content of Polyphenols and Antioxidant Activity *in vitro*. *Molecules*. 2020; 25(4): 1011.
33. Lisinenko I.V. Lisinenko I.N. Fireweed leaf tea. Patent RU № 2689726. 2018. (In Russian).

ОБ АВТОРАХ:

Сергей Александрович Набатников,
Директор ООО «НАБАТНИКОВО»
тер. Агропарка Спортивного Коннозаводства, д. 1
стр. 1, д. Акишево, Московская область, 141895,
Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-2049-7440>
E-mail: s.nabatnikov@mail.ru

Левон Юрьевич Мартиросян,
Младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сельско-хозяйственной биотехнологии, ул. Тимирязевская, 42, Москва, 127550, Российская Федерация
E-mail: levon-agro@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1769-63773>

ABOUT THE AUTHORS:

Sergey Aleksandrovich Nabatnikov,
Director of LLC "NABATNIKOVO"
1/1, ter. Agropark of Sports Horse Breeding, Akishevo,
Moscow region, 141895, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-2049-7440>
E-mail: s.nabatnikov@mail.ru

Levon Yurievych Martirosyan,
Junior Researcher, All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology, 42, str. Timiryazevskaya, Moscow, 127550, Russian Federation
E-mail: levon-agro@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1769-63773>

УДК 621.793

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-135-138

А.А. Толкачев

Федеральный научный
агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация

✉ prolait1986@mail.ru

Поступила в редакцию:
30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
10.09.2022

Принята к публикации:
30.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-135-138

Alexey A. Tolkachev

Federal Scientific Agroengineering
Center VIM, Moscow, Russian Federation

✉ prolait1986@mail.ru

Received by the editorial office:
30.07.2022

Accepted in revised:
10.09.2022

Accepted for publication:
30.11.2022

Восстановление детали трактора методом электродуговой металлизации

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Трактора отличаются длительными межсервисными диапазонами и неприхотливостью в обслуживании. Но если своевременно не проводить обслуживание комплектующих элементов трактора (замена масла, фильтров и так далее), то образовавшиеся загрязнения начнут повреждать детали, а повышенное трение будет способствовать их износу и перегреву. Так как в настоящее время наблюдается острый дефицит оригинальных запчастей и цены на них достаточно высоки, то разработка технологических решений по восстановлению изношенных посадочных мест деталей тракторов является актуальной. Решить данную проблему может один из способов нанесения покрытий, а именно электродуговая металлизация. Цель исследования: на примере оси привода цилиндрической прямозубой шестерни трактора «John Deere» разработать технологию восстановления электродуговой металлизацией изношенного посадочного места под установку подшипника или сальникового уплотнения.

Методы. Определена марка материала оси, соответствующая российскому аналогу. Измерена твердость основы оси твердометром ТК-2М. Осуществлена предварительная механическая обработка восстанавливаемой поверхности. Дополнительно проведена струйно-корундовая обработка изношенной поверхности. Применена технология электродуговой металлизации для получения необходимого покрытия. Выполнена токарная обработка восстановленной поверхности до получения номинального диаметра посадочного места оси.

Результаты. Разработана технология восстановления посадочного места оси методом сверхзвуковой электродуговой металлизации. Установлены целесообразность и необходимость предварительного механического воздействия на посадочное место, заключающегося в нарезании резьбы и струйно-корундовой обработке, перед процессом сверхзвуковой электродуговой металлизации. Результаты исследования показали эффективность способа электродуговой металлизации для восстановления изношенного посадочного места оси привода цилиндрической прямозубой шестерни у тракторов. Себестоимость восстановления одного изношенного посадочного места оси составила 3000 рублей, что более чем в 10 раз дешевле оригинальной запчасти. При этом все механические свойства детали сохранились. Рекомендуется использовать способ электродуговой металлизации для восстановления изношенных посадочных мест осей всех импортных сельхозмашин.

Ключевые слова: ось привода трактора, износ, восстановление, электродуговая металлизация, импортозамещение

Для цитирования: Толкачев А.А. Восстановление детали трактора методом электродуговой металлизации. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 135–138. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-135-138>

© Толкачев А.А.

Restoration of a tractor part by the method of electric arc spraying

ABSTRACT

Relevance. Tractors are distinguished by long inter-service ranges and easy maintenance. But if the tractor components are not serviced in a timely manner (oil change, filters, and so on), the resulting contamination will begin to damage the parts, and increased friction will contribute to their wear and overheating. Since there is currently an acute shortage of original spare parts and their prices are quite high, the development of technological solutions for the restoration of worn-out seats of tractor parts is relevant. One of the coating methods, namely electric arc spraying, can solve this problem. The purpose of the study: using the example of the drive axis of a cylindrical straight tooth gear of a "John Deere" tractor, develop a technology for restoring a worn-out seat by electric arc spraying for the installation of a bearing or an oil seal.

Methods. The brand of the axis material corresponding to the Russian analogue has been determined. The hardness of the axis base was measured with a TK-2M hardness tester. Preliminary mechanical treatment of the restored surface has been carried out. Additionally, jet-corundum treatment of the worn surface was carried out. The technology of electric arc spraying has been applied to obtain the necessary coating. Turning of the restored surface was performed until the nominal diameter of the axle seat was obtained.

Results. The technology of restoration of the axle seat by supersonic electric arc spraying has been developed. The expediency and necessity of preliminary mechanical action on the seat, consisting in threading and jet-corundum processing, before the process of supersonic electric arc spraying are established. The results of the study showed the effectiveness of the electric arc spraying method for restoring the worn-out seat of the drive axis of a cylindrical straight tooth gear in tractors. The cost of restoring one worn-out axle seat was 3,000 rubles, which is more than 10 times cheaper than the original spare part. At the same time, all the mechanical properties of the part have been preserved. It is recommended to use the method of electric arc spraying to restore the worn-out seat of the axles of all imported agricultural machines.

Key words: tractor drive axis, wear, restoration, electric arc spraying, import substitution

For citation: Tolkachev A.A. Restoration of a tractor part by the method of electric arc spraying. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 135–138. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-135-138> (In Russian).

© Tolkachev A.A.

Введение / Introduction

Несоблюдение правил эксплуатации, использование некачественного горючего и (или) смазочных материалов, масел приводят к тому, что посадочные места деталей у тракторов подвергаются повышенным нагрузкам и быстро изнашиваются.

Значительный вклад в износ деталей вносят также условия полевых работ.

Из-за дефицита и высоких цен запчастей восстановление изношенных посадочных мест деталей зарубежной техники является актуальной задачей.

Одним из перспективных способов нанесения покрытий является газотермическое напыление (ГТН) [1]. Указанный способ позволяет наносить как одностороннее, так и двухстороннее покрытие, а также различные по составу и механическим свойствам металлургические композиции – многослойные, смеси компонентов.

Среди способов нанесения газотермических покрытий следует выделить электродуговую металлизацию, отличающуюся сравнительно высокой производительностью и низкой стоимостью нанесения покрытия [2].

Электродуговую металлизацию осуществляют так называемыми металлизационными аппаратами [3]. Одним из таких аппаратов является сверхзвуковой электродуговой металлизатор ЭДМ-5У, выполненный на базе стандартного итальянского мотор-редуктора. Данный металлизатор конструктивно прост в эксплуатации и не требует специального частого технического обслуживания.

Большое влияние как на адгезионную, так и на когезионную прочность оказывает марка проволоки. К повышению величины адгезии в 2–3 раза приводит, например, присутствие более 10% хрома или никеля в составе проволоки [4, 5].

Целью настоящей работы является разработка технологии восстановления электродуговой металлизацией изношенного посадочного места под установку подшипника или сальникового уплотнения на примере оси привода цилиндрической прямозубой шестерни трактора «John Deere».

Для решения поставленной в работе задачи требуется выполнить следующие основные теоретические и экспериментальные исследования:

- оценить влияние режима подготовки изношенной наружной поверхности на адгезионно-когезионные свойства получаемого покрытия;
- определить и выполнить этапы восстановления изношенного посадочного места.

Материал и методы исследования / Materials and method

Материалы для исследований: ось привода цилиндрической прямозубой шестерни, изготовленная из конструкционной стали марки 40ХФА; корунд для струйно-корундовой обработки; проволока 20Х13 для электродуговой металлизации;

инструмент для токарной обработки (два вида токарных резцов: проходной и резьбовой).

Твердость измерили твердомером ТК-2М, предназначенным для измерения твердости поверхностей разцов металлов по методу Роквелла в соответствии с ГОСТ 24622, ГОСТ 23677, ГОСТ 10242 и ГОСТ 3722. В комплект поставки твердомера входят стальные шарики для твердости 850 HV по ГОСТ 3722-81.

Способ получения покрытия: сверхзвуковая электродуговая металлизация.

Аппарат для нанесения покрытия – сверхзвуковой электродуговой металлизатор ЭДМ-5У.

Обработку осуществляли на токарном станке ИЖ-250ТВ.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Образовавшиеся загрязнения повреждают, а повышенное трение, возникающее в месте зацепления, – способствует износу и перегреву осей приводов цилиндрических прямозубых шестерен у тракторов.

На рис. 1 показана ось привода цилиндрической прямозубой шестерни трактора с изношенным посадочным местом.

Номинальный диаметр посадочного места оси без износа равен 60 мм.

Диаметр изношенной шейки оси составил приблизительно 59,5 мм.

Напыляемая поверхность должна проходить механическую обработку с созданием шероховатой и чистой от грязи и масла поверхности. Поэтому первым этапом восстановления явилась токарная обработка изношенного посадочного места до диаметра 59 мм.

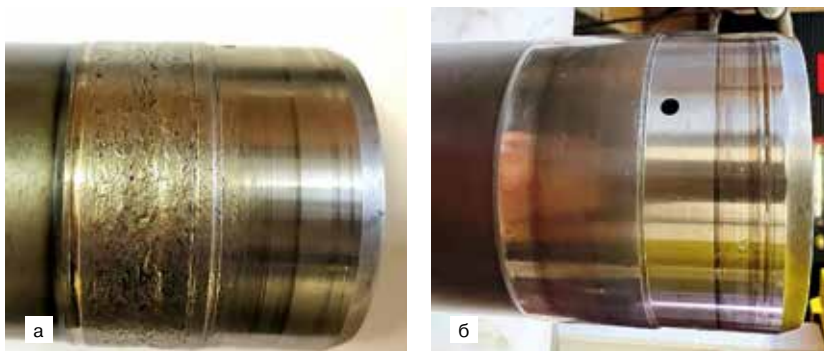
Рис. 1. Ось привода цилиндрической прямозубой шестерни трактора «John Deere» с изношенным посадочным местом

Fig. 1. The drive axis of the cylindrical straight tooth gear of the «John Deere» tractor with a worn-out seat



Рис. 2. Посадочные места оси привода цилиндрической прямозубой шестерни трактора «John Deere»: а – с износом; б – без износа

Fig. 2. Seats of the drive axis of the cylindrical straight tooth gear of the «John Deere» tractor: а – with wear; б – without wear



Воспользовавшись твердомером ТК-2М, определили твердость основы оси. Твердость, замеренная по методу Роквелла, составила 47,5 HRC, что говорит о закалке материала оси.

Подготовку к восстановлению термообработанных (закаленных) материалов, из которых изготавливают зарубежные детали сельхозтехники, проводят поочередно в два этапа: 1) нарезание «рваной» резьбы; 2) струйно-корундовая обработка.

С целью создания необходимой для адгезионной прочности шероховатости на изношенном посадочном месте применили метод нарезания так называемой «рваной» резьбы (резец ниже оси вращения на 1 мм) в режиме: скорость вращения – 80 об/мин., шаг – 1 мм.

На рис. 3 наглядно показана «рваная» резьба, нарезанная на изношенном посадочном месте.

Для активации поверхности перед металлизацией для закаленных деталей обязательным этапом является струйно-корундовая обработка.

Струйно-корундовая обработка — метод очистки твердых поверхностей путем воздействия абразивными материалами в качестве шлифовальных веществ. При этом абразивные материалы направляются на поверхность при помощи мощного потока сжатого воздуха, направленного через форсунку (сопло) [6].

Путем воздействия абразивных частиц на поверхность достигают двух целей: а) очищают металл от загрязнения; б) придают шероховатость. Использование различных абразивных материалов при струйно-корундовой обработке позволяет делать акцент на том или ином действии (а или б) [6].

Шероховатость повышает адгезионно-когезионные свойства материалов, что в конечном счете влияет на срок эксплуатации покрытия. При этом степень шероховатости довольно легко регулировать: достаточно применить конкретный абразив – корундовый порошок, стальной песок, карбид кремния и т.д. Следует обратить внимание на то, что высокие адгезионно-когезионные свойства получаемого покрытия могут быть достигнуты только при глубокой пескоструйной обработке поверхности металла (уровни Sa 2-1/2 и Sa 3, соответствующие международному стандарту ISO 8501-01, ГОСТ Р ИСО 8501-1-2014. Национальный стандарт Российской Федерации // Подготовка стальной поверхности перед нанесением лакокрасочных материалов и относящихся к ним продуктов. Визуальная оценка чистоты поверхности). Если не избавиться от следов коррозии, очаг поражения будет развиваться даже под нанесенным слоем.

Среднее рабочее давление системы составляет 6–8 атмосфер, а потому скорость подающихся частиц может быть 700–720 м/с. Данный показатель обеспечивает качественную очистку, а потому струйно-корундовую обработку специалисты считают лучшей подготовкой к процессу электродуговой металлизации.

Для очистки и придания требуемой шероховатости изношенному посадочному месту оси с «рваной» резьбой в качестве абразива использовали корундовый порошок с размером зёрен от 0,85 до 1,5 мм.

Рис. 3. Посадочное место оси привода цилиндрической прямозубой шестерни трактора «John Deere» с «рваной» резьбой

Fig. 3. The seat of the drive axis of the cylindrical straight tooth gear of the «John Deere» tractor with a «torn» thread



Рис. 4. Восстановленное посадочное место оси привода цилиндрической прямозубой шестерни трактора «John Deere»

Fig. 4. The restored seat of the drive axis of the cylindrical straight tooth gear of the «John Deere» tractor



Перед непосредственным проведением струйно-корундовой обработки наружные поверхности оси, не требующие восстановления, защитили алюминиевым скотчем.

Восстановление детали до требуемых размеров можно производить различными технологическими процессами: электродуговая наплавка, плазменное или газопламенное напыление и др. Из всех способов восстановления изношенных наружных поверхностей выбрали метод электродуговой металлизации, так как он высокопроизводителен и, что самое главное, не меняет механических свойств материала, на который наносят покрытие.

Сущность способа электродуговой металлизации заключается в нанесении покрытия путем распыления воздухом двух расходных электропроводных проволок, между которыми возбуждается дуговой разряд. Струя сжатого воздуха переносит частицы расплавленного металла на обрабатываемую поверхность.

Использование сверхзвуковых металлизационных аппаратов приводит к увеличению адгезионной прочности на 30–35%, что установлено теоретически и экспериментально [7, 8].

Проволока марки 20Х13, в составе которой содержится приблизительно 13% хрома (Cr), прекрасно подошла для использования в данном случае (предварительные испытания показали микротвердость покрытия: 490–580 МПа).

С целью создания припуска для дальнейшей механической обработки нанесли слой покрытия, обеспечивающий превышение на 1–1,5 мм от номинального диаметра посадочного места оси привода.

Окончательным этапом восстановления посадочного места оси привода является механическое воздействие на металлизированную поверхность [9, 10].

В нашем случае в качестве механического воздействия применили токарную обработку.

На рис. 4 показано восстановленное электродуговой металлизацией посадочное место оси привода цилиндрической прямозубой шестерни трактора. Половина ширины посадочного места подверглась токарной обработке проходным резцом.

С учетом стоимости всех этапов работы по восстановлению изношенного посадочного места на примере

оси привода цилиндрической прямозубой шестерни трактора «John Deere» себестоимость ремонта составила 3000 рублей, что более чем в 10 раз дешевле стоимости оригинальной запчастки.

Данная технология восстановления электродуговой металлизацией изношенного посадочного места под установку подшипника или сальникового уплотнения может быть рекомендована к применению.

Выводы / Conclusion

Разработанная технология восстановления электродуговой металлизацией изношенного посадочного места под установку подшипника или сальникового

уплотнения на примере оси привода цилиндрической прямозубой шестерни трактора поможет разрешить проблему импортозамещения деталей зарубежной сельхозтехники в России на сегодняшний день. Установлено, что необходимым условием для восстановления изношенных термообработанных (закаленных) посадочных мест деталей зарубежной техники является применение «рваной» резьбы с последующей струйно-корундовой обработкой.

Выявлено, что существенное влияние на адгезионные и когезионные свойства будущего покрытия оказывают скорость истечения сжатого воздуха из сопла и выбор марки напыляемой проволоки.

Автор несет ответственность за свою научную работу и представленные данные в научной статье.

The author is responsible for his scientific work and the data presented in the scientific article.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чавдаров, А.В. Толкачев А.А. Разработка технологии повышения прочностных характеристик газотермических покрытий при использовании термодинамического воздействия. Технический сервис машин. 2021; 4 (145). С. 138–148.
2. Хокинг М. и др. Металлические и керамические покрытия: Получение, свойства и применение. М.: Мир, 2000. 516 с.
3. Коломейченко А.В. и др. Оборудование и технологические рекомендации для нанесения покрытий электродуговой металлизацией. *Транспортное машиностроение*. 2022; 4 (4). С. 44–50.
4. Новиков, Е.П. Латыпов Р.А. Исследование адгезионной прочности газодинамических покрытий. Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения академика А.А. Байкова. 2020; С. 127–130.
5. Коломейченко А.В. и др. Анализ факторов, влияющих на адгезионную прочность электрометаллизационных покрытий. Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2019; 4 (92). 35–41.
6. Козлов Д.Ю. Бластинг: Гид по высокоэффективной абразивоструйной очистке. Екатеринбург: ООО «ИД «Оригами», 2007. С. 216.
7. Коломейченко, А.В. Логачев В.Н., Измалков А.А. Недостатки процесса электродуговой металлизации и способы их устранения. В сборнике: актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. 2018; С. 437–440.
8. Денисов, В.И. Восстановление деталей методом сверхзвуковой электродуговой металлизации. Технологический процесс. ФГБНУ ГОСНИТИ. М., 2015. 40 с.
9. Луканин, В.Л. Удалова Е.В., Куликов В.Н. Многофункциональные композиционные покрытия нового типа. Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика. Материалы 14 Международной научно-практической конференции, 17–20 апреля, Санкт-Петербург, 2012; 2, 225–230.
10. Корж В.Н. Ворона Т.В., Лопата А.В. Комбинированные методы инженерии поверхности. Комплексные забезпечення якості технологічних процесів та систем: Матер. 4-ї міжн. наук.-практ. конф., 19–21 травня 2014, Чернівці: ЧНТУ, 2014. 159–163.

ОБ АВТОРЕ:

Алексей Александрович Толкачев, младший научный сотрудник Федерального Научного Агроинженерного Центра ВИМ, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация
e-mail: prolait1986@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-0685-2306>.

REFERENCES

1. Chavdarov, A.V. Tolkachev A.A. Development of technology for improving the strength characteristics of gas-thermal coatings using thermodynamic effects. Technical service of machines. 2021; 4 (145). 138–148. (In Russian).
2. Hawking M. end. al. Metal and ceramic coatings: Production, properties and application. M.: Mir, 2000. 516 p. (In Russian).
3. Kolomeichenko, A. V. end. al. Equipment and technological recommendations for coating with electric arc metallization. *Transport engineering*. 2022; 4 (4). 44–50. (In Russian).
4. Novikov E.P., Latypov R.A. Investigation of adhesive strength of gas-dynamic coatings. *Collection of scientific articles of the International Scientific and Technical Conference dedicated to the 150th anniversary of the birth of Academician A.A. Baykov*. 2020; 127–130. (In Russian).
5. Kolomeichenko A. V. end. al. Analysis of factors affecting the adhesive strength of electrometallization coatings. *Bulletin of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "V.P. Goryachkin Moscow State Agroengineering University"*. 2019; 4 (92). 35–41. (In Russian).
6. Kozlov D.Yu. Blasting: A guide to high-performance abrasive blasting. *Yekaterinburg: LLC "ID "Origami"*, 2007. p. 216. (In Russian).
7. Kolomeichenko A.V., Logachev V. N., Izmailov A. A. Disadvantages of the process of electric arc metallization and ways to eliminate them. In the collection: *actual problems of agroengineering in the XXI century. Materials of the International scientific and Practical conference dedicated to the 30th anniversary of the Department of Technical Mechanics of Machine Design*. 2018; 437–440. (In Russian).
8. Denisov, V. I. Restoration of parts by supersonic electric arc metallization. Technological process. State Scientific Institution All-Russian Research Technological Institute for the Repair and Operation of the Machine and Tractor Fleet of the Russian Academy of Agricultural Sciences. M., 2015. 40 p. (In Russian).
9. Lukanin V. L. Udalova E. V., Kulikov V. N. Multifunctional composite coatings of a new type. Hardening, coating and repair technologies: theory and practice. *Proceedings of the 14th International Scientific and Practical Conference, April 17-20, St. Petersburg, 2012*; 2, 225–230. (In Russian).
10. Korzh V. N., Vorona T. V., Shovel A. V. Combined methods of surface engineering. *Complex safety of technological processes and systems: Mater. 4th international nauk.-practical. Conf., 19–21 May 2014, Cherniviv: ChNTU, 2014*. 159–163. (in Ukrainian.)

ABOUT THE AUTHOR:

Alexey Alexandrovich Tolkachev, junior researcher at the Federal Scientific Agroengineering Center VIM
5, 1st Institutskiy proezd, Moscow, 109428, Russian Federation
e-mail: prolait1986@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-0685-2306>.

УДК 634.8:631.41631.95

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-139-143

И.П. Евдокимов¹,
А.Н. Юшков¹,
Г.Я. Кузнецов¹,
А.А. Хохлова²,
Ю.Ф. Якуба² ✉

¹ АО «Коллективное сельскохозяйственное предприятие «Светлогорское», Светлогорское, Краснодарский край, Российская Федерация

² Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар, Российская Федерация

✉ uriteodor@yandex.ru

Поступила в редакцию:
12.06.2022

Одобрена после рецензирования:
10.10.2022

Принята к публикации:
30.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-139-143

Igor P. Evdokimov¹,
Alexandr N. Yushkov¹,
Gennadiy Ya. Kuznetsov¹,
Anna A. Khokhlova²,
Uriy F. Yakuba² ✉

¹ AO "Collective agricultural enterprise "Svetlogorskoe", Svetlogorskoe, Krasnodar region, Russian Federation

² North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russian Federation

✉ uriteodor@yandex.ru

Received by the editorial office:
12.06.2022

Accepted in revised:
10.10.2022

Accepted for publication:
30.11.2022

Применение сферических вырезных и игольчатых ротационных дисков для обработки почвы в междурядьях садовых насаждений

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Обработка почвы в междурядьях многолетних насаждений имеет свои особенности, в связи с чем идет постоянное совершенствование агрегатов для обработки почвы.

Методы. Настоящие исследования в направлении беспашотного содержания междурядий проведены в условиях плодоносящих садов яблони сортов Ренет Симиренко, Айдаред, расположенных в АО «КСП «Светлогорское» Краснодарского края. Модификация существующих агрегатов для обработки почвы выполнена собственными силами в условиях мастерских хозяйства. Проведены многочисленные исследования качества работы агрегатов и получаемых за счет их эксплуатации преимуществ.

Результаты. Предложена конструктивная схема двухрядного дискатора с вырезными дисками в совокупности с игольчатыми ротационными дисками для поверхностной обработки почвы в междурядьях яблоневых садов, позволяющая улучшить качественные показатели работы дискатора, снизить удельные, энергетические и трудовые затраты, изменить интенсивность оборота пласта, создать в перспективе многофункциональный почвообрабатывающий агрегат, способный проводить не только поверхностную обработку почвы, но и (после замены рабочих органов) нарезать гряды, гребни, вносить физиологически активные вещества. Разработаны оптимизированные режимы эксплуатации модернизированного двухрядного дискатора БДМ 2,5х2 в междурядьях садовых насаждений: при рабочей скорости дискатора БДМ 2,5х2 7–8 км/ч производительность составляла 2–2,3 га/ч, глубина обработки почвы – 7–15 см, крошилась почва на фракции размером до 50 мм, сорняки подрезались до 98%, гребнистость почвы при этом составляла 5–17 см, расход топлива – 6–6,5 кг/га, тяговое сопротивление не превышало 980 кг.

Ключевые слова: игольчатый диск, вырезной диск, машина, яблоня, мульча, плодородие, урожай, междурядье, твердость

Для цитирования: Евдокимов И.П., Юшков А.Н., Кузнецов Г.Я., Хохлова А.А., Якуба Ю.Ф. Применение сферических вырезных и игольчатых ротационных дисков для обработки почвы в междурядьях садовых насаждений. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 139–143. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-139-143>

© Евдокимов И.П., Юшков А.Н., Кузнецов Г.Я., Хохлова А.А., Якуба Ю.Ф.

The use of spherical notched and needle-shaped rotary discs for soil cultivation in the aisles of garden plantings

ABSTRACT

Relevance. Soil cultivation in the aisles of perennial plantations has its own characteristics. In this connection, there is a constant improvement of units for tillage.

Methods. The present research in the direction of no-till maintenance of row spacings was carried out in the conditions of fruit-bearing apple orchards of the varieties Renet Simirenko, Idared, located in AO "KSP "Svetlogorskoe", Krasnodar region. Modification of the existing units for tillage was carried out on our own in the conditions of the farm's workshops. Long-term studies of the quality of work of the units and the advantages obtained through their operation have been carried out.

Results. A constructive scheme of a double-row discator with cut-out discs in conjunction with needle rotary discs for surface tillage in the aisles of apple orchards was proposed, which makes it possible to improve the qualitative performance of the discator, reduce specific, energy and labor costs, change the intensity of seam turnover, and create a multifunctional tillage unit in the future, capable of carrying out not only surface tillage, but also (after replacing the working organs) to cut rows, ridges, and apply physiologically active substances. Optimized modes of operation of the modernized double-row discator BDM 2.5x2 in the spacing of garden plantings have been developed: at the working speed of the discator BDM 2.5x2 7–8 km/h, the productivity was 2–2.3 ha/h, the tillage depth was 7–15 cm, the soil was crumbled into fractions up to 50 mm in size, weeds were cut to 98%, the ridging of the soil was 5–17 cm, the fuel consumption was 6–6.5 kg/ha, the traction resistance did not exceed 980 kg.

Key words: needle disc, cut disc, machine, apple tree, mulch, fertility, harvest, row spacing, hardness

For citation: Evdokimov I.P., Yushkov A.N., Kuznetsov G.Ya., Khokhlova A.A., Yakuba U.F. The use of spherical notched and needle-shaped rotary discs for soil cultivation in the aisles of garden plantings. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 139–143. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-139-143> (In Russian).

© Evdokimov I.P., Yushkov A.N., Kuznetsov G.Ya., Khokhlova A.A., Yakuba U.F.

Введение / Introduction

Главная агротехническая задача процесса обработки почвы – создание условий, которые обеспечивают сохранение и восстановление ее плодородия. Обработка почвы должна быть направлена на сохранение и повышение ее плодородия на всей глубине размещения корневой системы растений, что способствует получению более высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Регулярная постоянная поверхностная обработка почвы на огромных территориях РФ для уничтожения растительного покрова предполагает задачу конкретного усовершенствования технологических приемов путем создания эффективных экологически безопасных машин, позволяющих в итоге уменьшить расход энергии.

Известно, что значительную угрозу земледелию представляет дождевая эрозия, зависящая от продолжительности осадков и состояния поверхностного слоя почвы. Используя данные по осадкам региона Параиба (Бразилия) за период 1911–2014 гг., авторы подтвердили, что водная эрозия является одним из наиболее опасных явлений для почвы, в частности в сельскохозяйственной деятельности человека [1]. Отсутствие планирования землепользования, охраны окружающей среды, чрезмерная обработка и выпас скота являются основными причинами эрозии земель в Эфиопии [2].

Возделывание земель на крутых склонах является основным источником значительных потерь почвы. Залужение в сочетании с восстановлением леса позволило уменьшить эрозию сельхозугодий на 87,8% [3]. Однако землеустроителей и представителей власти больше интересует пространственное распределение риска эрозии почв, чем абсолютные значения потерь от эрозии почв [4]. Статистический подход, учитывающий зеленый покров поверхности, уклон, оказывающие влияние на эрозию почвы и плодородие, обоснован в работе [5].

На вспаханных и незащищенных растительностью участках сток появляется после выпадения осадков слоем 100–140 мм на 6 ч раньше, чем на залежи, а при ливне и сильном ливне – практически сразу. В составе твердого стока (наносов) содержание мелкодисперсных фракций, гумуса и питательных элементов при меньшей интенсивности дождя (сильный дождь) было больше, чем при ливнях и сильных ливнях [6].

В садоводстве южных регионов России наряду с изменяющимися условиями возделывания – усиливающейся интенсификацией производства, – значительное влияние оказывают природные условия зоны земледелия [7].

Почвенное плодородие характеризуется такими показателями, как содержание гумуса, кислотность, содержание минеральных элементов, из которых на слитых черноземах южно-предгорной зоны Адыгеи главный – азот. За 1997–2007 гг. в Республике Адыгея площадь пахотных земель с высокой обеспеченностью гумусом (> 8%) уменьшилась с 14,1 до 0,5 тыс. га, а средневзвешенная величина этого показателя по республике составила 3,2%, что, безусловно, требует модернизации обработки почвы [8].

Отмечено, что при нулевой (без применения гербицидов) технологии возделывания сельскохозяйственных культур улучшаются водно-физические свойства почв, более экономно расходуется почвенная влага, активизируется деятельность почвенной микрофлоры. Результаты определения плотности почвы показали, что по данному показателю между вариантами технологии возделывания культур не наблюдали существенных различий [9].

Для оценки объективной обусловленности этапов эволюции земледелия следует использовать степень приближения к живой природе, а развитие систем земледелия необходимо рассматривать с учетом гармоничного сосуществования малоплощадного (до 200 га – фермерский уровень), среднеплощадного (0,2–1 тыс. га) и крупноплощадного (1–5 тыс. га) земледелия [10].

Агрегаты для обработки почвы совершенствуют путем объединения в батареи сферических вырезных дисков с ножами, за батареями укрепляют плоскорезные лапы [11]. Предложено выполнять фигурные выемки в виде полукруга по периферии каждого сферического диска, а режущую кромку сферических дисков затачивать [12]. Разработан агрегат, содержащий рабочие органы, которые одновременно со щелеванием плужной подошвы обеспечивают разрушение уплотненного слоя почвы, образующейся на стенках щелей, формируемых в плужной подошве в процессе щелевания; при этом достигается расширение функциональных возможностей агрегата и уменьшение его габаритов и веса за счет обеспечения возможности одновременной установки на поперечных брусьях рабочих органов, обрабатывающих пахотный слой почвы и плужную подошву [13]. Предполагается, что экосистемы определяются их структурными и функциональными характеристиками [14].

Цель работы – изучение условий применения модернизированных элементов механизмов для беспашотного содержания почвы в междурядьях яблоневых садов в АО «КСП «Светлогорское»».

Материал и методы исследования / Materials and method

Место проведения исследований: плодоносящие сады яблони сортов Ренет Симиренко, Айдаред (год посадки – 2008, площадь – 500 га) АО «КСП «Светлогорское»», Краснодарский край, Абинский район, с. Светлогорское; период исследований – 2010–2020 гг. На отдельных участках уклон составляет несколько градусов. Материалы: игольчатые ротационные диски, модернизированный дискатор БДМ-2,5х2, вырезные диски. Оценку гребнистости производили по пятибалльной шкале. Глыбистость поверхности обработанной почвы междурядий определяли квадратной метровой рамкой, накладываемой на поверхность.

Показатель крошения почвы характеризовали величиной, обратной глыбистости. Степень подрезания сорняков определяли после того, как подрезанные сорняки завянут. Наличие огрехов и необработанных участков устанавливали визуально при осмотре участка. Их немедленно устраняли.

Глубину заделки растительных остатков и удобрений устанавливали по отвесной стенке вырытой траншеи перпендикулярно направлению движения агрегата: глубина траншеи должна соответствовать глубине вспашки, а длина – быть не менее длины захвата агрегата. На стенке через каждые 10 см измеряли расстояние от поверхности почвы до заделанных в почву растительных остатков.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В условиях эксперимента испытаны машины для формирования травостоя естественно растущих почвопокровных трав. В процессе испытания осуществляли периодическое иглоукалывание (обработку) почвы игольчатыми ротационными органами. Аналогич-

ные игольчатые ротационные диски широко применяются в процессе обработки полевых культур [15].

Одна из таких машин – модернизированный серийный дискатор БДМ-2,5х2, сзади которого установлены два ряда подпружиненных игольчатых дисков на шарнирно-качающейся планке. Модернизация дискатора БДМ-2,5х2 была выражена в установке сзади сферических дисков на двух проставках спаренных игольчатых дисков диаметром 500–600 мм с расстоянием между дисками одной секции 90–100 мм, при этом ширина захвата одной секции составила 180–200 мм.

В процессе испытательных работ игольчатые ротационные диски, перекапываясь, врезались в почву, производя углубления в почве в форме лунок, в результате чего эффективно разрушались комьевидные образования; уменьшалась гребнистость почвы после воздействия на почву сферических дисков; в итоге все это вместе взятое способствовало образованию мульчирующего слоя. Благодаря шарнирной подвеске и прижимным пружинам улучшалась работа сферических дисков – было обеспечено дополнительное измельчение почвы на глубину до 10 см.

Эколого-экономическая эффективность применения модернизированных агрегатов достигается за счет меньшего уплотнения почвы (деформации почвы) и очевидной экономии горюче-смазочных материалов. Обработка почвы междурядий яблоневых садов модернизированными дисками (игольчатыми и вырезными) способствует сокращению затрат рабочего времени по уходным операциям за яблоневым садом, уменьшению деформации (уплотнения почвы) машинами в три-четыре раза и общему снижению энергетических и трудовых затрат.

Для повышения экономичности, расширения области применения дисков БДМ-2,5х2 необходимо создать универсальный многофункциональный агрегат, способный проводить не только поверхностную обработку почвы, но и (после переналадки) нарезать гряды, гребни, противозероэрозийные лунки, вносить в почву и на растения физиологически активные вещества, что вполне выполнимо в условиях универсальных мехмастерских (завода).

Технологический процесс обработки междурядий яблоневых садов иголкаванием для создания первоначального мульчирующего слоя толщиной до 15 см осуществлен за счет получения достаточного количества лунок при 2–3-кратном применении дискаторов за сезон. Это позволяет формировать лунки шириной 9–12 мм и глубиной до 50 мм в количестве

100–120 шт./м²; такой обработки достаточно для стимулирования роста естественно растущих покровных трав и создания мульчирующего слоя толщиной до 35 см с достижением массы мульчи до 30 кг/м² за 2–3 года. В результате такой обработки было достигнуто улучшение инфильтрации воды, уменьшение испарения влаги, что в итоге способствовало задерживанию высушивания почвы и улучшало аэрацию. На рис. 1 показан вид яблоневых садов после его обработки машинами, модернизированными в АО «КСП «Светлогорское»». Исходное состояние сада показано на рис. 2.

В настоящее время из-за отсутствия спецмашин при обработке почвы междурядий яблоневых садов в основном применяют почвообрабатывающие ма-

Рис. 1. Участок яблоневых садов сорта Айдаред, подготовленный к уборке, АО «КСП «Светлогорское», 2020 г. (Фото автора)

Fig. 1. A plot of an apple orchard of the Idared variety, prepared for harvesting, AO «KSP «Svetlogorskoe», 2020. (Author's photo)



Рис. 2. Участок яблоневых садов сорта Айдаред до обработки по предлагаемой технологии, АО «КСП «Светлогорское», 2020 г. (Фото автора)

Fig. 2. A plot of an apple orchard of the Idared variety before processing according to the proposed technology, AO «KSP «Svetlogorskoe», 2020. (Author's photo)



шины общего назначения – плуги, культиваторы, бороны – в общем не совсем отвечающие современным требованиям сельхозпроизводства. В процессе их использования отмечена высокая гребнистость и невыровненность междурядий, некачественное крошение почвы, и частично порча стволов яблоневых растений.

Стандартные сферические диски плохо заглубляются на твердых почвах при влажности в междурядьях меньше 20%, и наоборот, при нормальной и повышенной влажности забиваются растительными остатками и почвой. В итоге такие машины имеют низкую техническую и технологическую надежность. Основная причина таких недостатков кроется в применении цельных стандартных сферических дисков, которые размещены секциями на раме, под определенным углом наклона к горизонту. Такие диски при вращении отбрасывают пласт почвы в сторону на расстояние до 110 см, фактически образуя вал земли, что приводит к увеличению удельного сопротивления. Проведение операций по залужению почвы позволяет создать плотный гигроскопичный мульчирующий слой, который не позволяет образовывать колею при прохождении агрегатов опрыскивателя, тем самым способствует сохранению влаги в почве в жаркий период времени, снижает уплотнение почвы и температуру корнеобитаемого слоя почвы на 3–5 °С. Все вместе взятое позволяет говорить о существенном противодействии водной эрозии.

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.

Проведенное залужение междурядий в саду по потреблению влаги не составляет конкуренцию собственным деревьям яблони, а отсутствие операций по механической обработке почвы залуженных гряд способствует интенсивному развитию микроорганизмов – главному показателю экологического состояния почвы в многолетних насаждениях.

Производственные опыты, проводимые с 2010 г. и по настоящее время в АО «КСП «Светлогорское» на площади 500 га, подтвердили эффективность технологии беспашотного содержания почвы в междурядьях яблоневых садов, позволяющей при уходе за садом сократить операции пахоты, культивации, боронования, повысить микробиологическую активность почвы и получить качественный урожай.

Выводы / Conclusion

Разработаны оптимизированные режимы работы почвообрабатывающего агрегата в междурядьях садовых насаждений: при рабочей скорости модернизированного дискатора БДМ-2,5х2 7–8 км/ч производительность составила 2–2,3 га/ч, расход топлива – 6–6,5 кг/га, тяговое сопротивление не превышало 980 кг.

Мульчирующий слой создает условия для оптимального водного и температурного режима почвы, предотвращает водную и ветровую эрозии и в целом позволяет достичь сохранения почвенного плодородия.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Silva R.K., Ribeiro G.N., Francisco P.R.M., Medeiros P.C., Silva A.M., Rocha L. C. A. Mapeamento e análise da erosividade da chuva na sub-bacia do Alto Paraíba (Paraíba). *Revista Brasileira de Meio Ambiente*. 2022; 10: 013–025.
2. Tsegaye L., Bharti R. Soil erosion and sediment yield assessment using RUSLE and GIS-based approach in Anjeb watershed, Northwest Ethiopia. *SN Applied Sciences*. 2021; 3: 582. DOI:10.1007/s42452-021-04564-x
3. Dibabaa W.T., Ebsab D.G. Identifying erosion hot spot areas and evaluation of best management practices in the toba watershed, Ethiopia. *Water Conservation and Management*. 2022; 6: 30–38. Doi.org/10.26480/wcm.01.2022.30.38
4. Ashiagbor G., Forkuo E., Laari P., Aabeyir R. Modeling soil erosion using RUSLE and GIS tools. *International Journal of Remote Sensing and Geoscience*. 2013; 2: 7–17.
5. Francaviglia R. Temporary ditches are effective in reducing soil erosion in hilly areas. An evaluation with the RUSLE model. *Italian Journal of Agronomy*. 2020; 15: 315–322. DOI: 10.4081/ija.2021.1960
6. Комиссарова М.А., Габбасова И.М. Эрозия агрочерноземов при орошении дождеванием и моделировании осадков в южной лесостепи Башкирского предуралья. *Почвоведение*. 2017; 2: 264–272. DOI: 10.7868/S0032180X17020071.
7. Черников Е.А., Попова В.П. К вопросу о причинах деградации черноземов южных Таманского полуострова. *Плодоводство и виноградарство Юга России: электрон. журнал*. 2017; 4: 108–117. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/17/04/10.pdf>. (дата обращения: 13.02.2022).
8. Девтерова Н.И. Сохранение плодородия почв в Адыгее. *Земледелие*. 2015; 1: 22–24.
9. Попова В.И., Чудинов В.А., Болдышева Е.П., Бекмагамбетов А.И. Накопление растительных остатков и биологическая активность обыкновенных черноземов при ресурсосберегающей технологии. *Вестник Омского ГАУ*. 2020; 2: 89–97.
10. Мельник В.И. Эволюция систем земледелия – взгляд в будущее. *Земледелие*. 2015; 1: 8–12.
11. Козырева Б.М., Козырев Б.М. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат. Патент РФ № 2129351, 10.02.1995.
12. Курдюмов В.И., Зыкин Е.С., Козырева А.И. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат. Патент на полезную модель РФ № 177533, 28.09.2017.
13. Геер В.А., Геер С.В. Многофункциональный комбинированный почвообрабатывающий агрегат. Патент РФ № 2460265, 10.09.2011.
14. Tittonell P. Assessing resilience and adaptability in agroecological transitions. *Agricultural Systems*. 2020; 184: 102862. DOI: 10.1016/j.agry.2020.102862.
15. Кислов А.А., Кислов А.Ф. Ротационное орудие с игольчатыми рабочими органами для ухода за посевами сельскохозяйственных культур. *Вестник КрасГАУ*. 2007; 5: 150–152.

REFERENCES

1. Silva R.K., Ribeiro G.N., Francisco P.R.M., Medeiros P.C., Silva A.M., Rocha L.C. A. Mapeamento e análise da erosividade da chuva na sub-bacia do Alto Paraíba (Paraíba). *Revista Brasileira de Meio Ambiente*. 2022; 10: 013–025.
2. Tsegaye L., Bharti R. Soil erosion and sediment yield assessment using RUSLE and GIS-based approach in Anjeb watershed, Northwest Ethiopia. *SN Applied Sciences*. 2021; 3: 582. DOI:10.1007/s42452-021-04564-x
3. Dibabaa W.T., Ebsab D. G. Identifying erosion hot spot areas and evaluation of best management practices in the toba watershed, Ethiopia. *Water Conservation and Management*. 2022; 6: 30–38. Doi.org/10.26480/wcm.01.2022.30.38
4. Ashiagbor G., Forkuo E., Laari P., Aabeyir R. Modeling soil erosion using RUSLE and GIS tools. *International Journal of Remote Sensing and Geoscience*. 2013; 2: 7–17.
5. Francaviglia R. Temporary ditches are effective in reducing soil erosion in hilly areas. An evaluation with the RUSLE model. *Italian Journal of Agronomy*. 2020; 15: 315–322. DOI: 10.4081/ija.2021.1960
6. Komissarova M.A., Gabbasova I. M. Erosion of agrochernozems during sprinkler irrigation and precipitation modeling in the southern forest-steppe of the Bashkir Urals. *Soil Science*. 2017; 2: 264–272. (In Russian).
7. Chernikov E.A., Popova V.P. To the question of the causes of degradation of the southern chernozems of the Taman Peninsula. *Fruit growing and viticulture of the South of Russia: electron. journal*. 2017; 4: 108–117. (In Russian). URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/17/04/10.pdf>. (date of access: 02/13/2022).
8. Devterova N.I. Soil fertility preservation in Adygea. *Agriculture*. 2015; 1: 22–24. (In Russian).
9. Popova V.I., Chudinov V.A., Boldysheva E.P., Bekmagambetov A.I. Accumulation of plant residues and biological activity of ordinary chernozems with resource-saving technology. *Bulletin of Omsk GAU*. 2020; 2: 89–97. (In Russian).
10. Melnik V.I. Evolution of farming systems – a look into the future. *Agriculture*. 2015; 1: 8–12. (In Russian).
11. Kozyreva B.M., Kozyrev B.M. Combined tillage unit. RF Patent No. 2129351, 10.02.1995. (In Russian).
12. Kurdyumov V.I., Zykin E.S., Kozyreva A.I. Combined tillage unit. Patent for a useful model of the Russian Federation No. 177533, 28.09.2017. (In Russian).
13. Geer V.A., Geer S.V. Multifunctional combined tillage machine. RF Patent No. 2460265, 09.10.2011. (In Russian).
14. Tittonell P. Assessing resilience and adaptability in agroecological transitions. *Agricultural Systems*. 2020; 184: 102862. DOI: 10.1016/j.agry.2020.102862.
15. Kislov A.A., Kislov A.F. Rotary tool with needle-like working organs for the care of crops. *Bulletin of KrasGAU*. 2007; 5: 150–152. (In Russian).

ОБ АВТОРАХ:

Игорь Петрович Евдокимов, генеральный директор, акционерное общество «Коллективное сельскохозяйственное предприятие «Светлогорское», ул. Центральная 1, с. Светлогорское, Краснодарский край, 353323, Российская Федерация
E-mail: svetlogorskoe@mail.ru

Александр Николаевич Юшков, начальник производственно-ремонтного комплекса, акционерное общество «Коллективное сельскохозяйственное предприятие «Светлогорское», ул. Центральная 1, с. Светлогорское, Краснодарский край, 353323, Российская Федерация
E-mail: svetlogorskoe@mail.ru

Геннадий Яковлевич Кузнецов, кандидат технических наук, консультант, акционерное общество «Коллективное сельскохозяйственное предприятие «Светлогорское», ул. Центральная 1, с. Светлогорское, Краснодарский край, 353323, Российская Федерация
E-mail: svetlogorskoe@mail.ru

Анна Александровна Хохлова, кандидат биологических наук, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, ул. им. 40-летия Победы, 39, г. Краснодар, 350901, Российская Федерация
E-mail: uriteodor@yandex.ru

Юрий Федорович Якуба, доктор химических наук, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, ул. им. 40-летия Победы, 39, г. Краснодар, 350901, Российская Федерация
E-mail: uriteodor@yandex.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Igor Petrovich Evdokimov, general manager, Joint Stock Company "Collective Agricultural Enterprise "Svetlogorskoye", 1, Tsentralnaya str., Svetlogorskoye village, Krasnodar region, 353323, Russian Federation
E-mail: svetlogorskoe@mail.ru

Alexandr Nikolaevich Yushkov, head of the production and repair complex, Joint Stock Company "Collective Agricultural Enterprise "Svetlogorskoye", 1, Tsentralnaya str., Svetlogorskoye village, Krasnodar region, 353323, Russian Federation
E-mail: svetlogorskoe@mail.ru

Gennadiy Yakovlevich Kuznetsov, candidate of technical sciences, scientific adviser, Joint Stock Company "Collective Agricultural Enterprise "Svetlogorskoye", 1, Tsentralnaya str., Svetlogorskoye village, Krasnodar region, 353323, Russian Federation
E-mail: svetlogorskoe@mail.ru

Anna Aleksandrovna Khokhlova, candidate of biological sciences, researcher of information and analytical laboratory, North Caucasian Federal Research Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39, 40-let Pobedy str., Krasnodar, 350901, Russian Federation
E-mail: uriteodor@yandex.ru

Uriy Fedorovich Yakuba, Doctor of Chemical Sciences, North Caucasian Federal Research Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39, 40-let Pobedy str., Krasnodar, 350901, Russian Federation
E-mail: uriteodor@yandex.ru

ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ – НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННОГО МИРА

Современный мир постоянно меняется, развивается и совершенствуется. Сейчас, в период последних десятилетий, человечество проходит очередной этап развития научно-технической революции во многих отраслях народного хозяйства; в том числе ее достижения активно внедряются и в систему АПК, и в развитие технологий молочного животноводства в России.

Цифровизация в животноводстве является современным трендом развития и предполагает расширенное применение автоматизированных цифровых систем управления различными технологиями, объединенных в единую биосистему «человек – наука – технологии – животное».

Многие ученые и аналитики прогнозируют, что в перспективе современные животноводческие фермы будут представлять собой автономно работающие роботизированные предприятия с минимальным штатом, где человек-специалист будет по возможности освобожден от рутины ручного труда, что особенно актуально при большом дефиците профессиональных работников в сельской местности. Сегодня уже ставится задача, чтобы все процессы производства в животноводстве на любом участке были максимально механизированы и находились под пристальным контролем специалистов по принципу обеспечения полной прослеживаемости всего цикла производства от рождения здорового животного и на протяжении всей его жизни вплоть до получения качественных продуктов, «от фермы до прилавка».

Человек, по сути, в основном должен заниматься интеллектуальной работой: создавать, корректировать и совершенствовать управляющие алгоритмы производственных процессов, получать информацию о состоянии здоровья животных, их местонахождении и в любой момент времени знать о возникающих проблемах в основных функциональных подсистемах, корректировать и положительно влиять на них [1].

Как мы видим, на практике, молочная отрасль одна из первых стала активно применять в своей деятельности новейшие технологические системы управления производством, что, несомненно, позитивно отражается на экономическом состоянии животноводческих комплексов и так называемых мегаферм.

На развитие глобального проекта цифровизации в АПК Правительством РФ запланировано выделение значительных инвестиций, в том числе и под программы «Современных умных ферм», «Умного стада», «Цифровой коровы», а также дальнейшего развития отечественной селекции и племенного дела как главного элемента во всей этой цепочке.

Также надо учитывать, что эффективное развитие животноводства невозможно без четко налаженной и интегрированной селекционно-племенной работы. В этих условиях в идеале каждое стадо коров должно пополняться особями лучшей породы с устойчивыми наследственными признаками.

Многое в этом направлении уже делается: например, в 2023 году Министерство сельского хозяйства Российской Федерации планирует разработать и запустить цифровую систему племенного животноводства, подразумевающую проведение 100%-го учета

племенного поголовья страны. Ее разработка ведется в рамках единого проекта цифровой трансформации АПК в России. При исполнении этих задач требуется максимально учитывать достижения мирового опыта, в том числе в области генетики и селекции лучших пород, модернизации молочной индустрии, привлечения научного и производственного потенциала, инженерной мысли и IT-инноваций, и применять их на всей территории России. Также Министерство сельского хозяйства РФ стимулирует развитие направления цифровизации в животноводстве с помощью предоставления сельхозпредприятиям льготного кредитования и прямых мер господдержки для внедрения инноваций в сектор АПК. По данным министерства, за два года реализации нацпроекта «Развитие АПК» (2006–2007) в России ввели 197 новых объектов на 126 тыс. коров, модернизировали 786 молочных комплексов и ферм, что позволило дополнительно увеличить поголовье коров на 102 тыс. При строительстве новых комплексов инвесторы все чаще идут по пути укрупнения производства и строят мегафермы в различных уголках и зонах России [2].

К объектам цифровизации в молочном животноводстве страны сейчас можно отнести только крупные молочные комплексы с поголовьем более 1000 дойных коров. Практикам и экономистам уже понятно, что создавать мегафермы инвесторам намного выгоднее. Экономика предприятий, рассчитанных на 1200–2000 голов КРС, интереснее и более перспективна, чем фермы с поголовьем в 200–400 коров. Чтобы «мегаферма окупилась», ее нужно заполнять только высокопродуктивным молочным поголовьем крупного рогатого скота и вводить максимальную механизацию всех производственных процессов, а также комплектовать производство профессиональными кадрами и техническим персоналом [3]. К числу самых крупных предприятий – производителей молока в России относятся: ООО «Эко-НиваАгро», АО фирма «Агрокомплекс им. Н.И. Ткачева», агрохолдинг «Ак Барс», агрохолдинг «Красный Восток», АПХ «Дороничи», ГК «Зеленая Долина», «Русмолоко», ГК «Агрокомплектация» и многие другие, входящие в ТОП-30 самых крупных сельхозпредприятий [4]. Как показала практика, эти крупные животноводческие предприятия используют в основном импортное доильное оборудование, оснащенное цифровыми системами сбора и обработки информации об индивидуальных качествах животных, их активности, продуктивности и общем состоянии здоровья, контролируя производственные зооветеринарные процессы и параметры. Хотя есть примеры комплектования мегаферм и отечественными приборами и оборудованием.

Современные технологии уже стали нормой для большинства крупных и средних предприятий в молочной и в мясной отрасли. Но пока, по оценкам специалистов,

применение «цифры» в животноводстве еще нельзя назвать всеобъемлющим и опережающим.

Одним из самых главных, основополагающих элементов цифрового животноводства является его первая и главная ступень: учет и идентификация (маркировка) всего поголовья скота в каждом конкретном хозяйстве, у каждого фермера и ЛПХ, где бы животные ни находились. Это базис, от которого отталкиваются все остальные производственные процессы, такие как осеменение, получение молодняка, доение, кормление, сортировка скота, ветеринарное и зоотехническое обслуживание, кормопроизводство и прочие технологические процессы.

Идентификация (маркировка) – это система учета животных путем присвоения им уникального идентификационного номера, регистрации сведений о животном в базе данных информационной системы, внесение и пожизненное хранение соответствующей информации в паспорте (карточке) животного любого конкретного хозяйства.

Животных маркируют двумя видами ушных бирок – визуальными с нанесенным номером животного и электронными, также с номерами, которые обеспечивают автоматическое считывание информации о животном за счет встроенной в бирку ИТ-системы (микрочипа), позволяющей зафиксировать в карточке какое-либо действие с животным. В действительности вся цифровизация и начинается с процесса идентификации и учета нарождающихся телят или учета ввезенных племенных животных в хозяйство. Практически все малые, средние и индустриальные фермы России уже широко используют системы и программы автоматического учета животных, а также технические средства идентификации (визуальные и/или электронные бирки).

Регулирует все эти процессы в России специально созданный компонент «Хорриот», относящийся к глобальной государственной информационной системе в области ветеринарии ФГИС «ВетИС» [5]. В соответствии с Федеральным законом «О ветеринарии» № 4979-1 от 14 мая 1993 г. и приказом Министерства сельского хозяйства РФ № 161 от 22 апреля 2016 г., в России в обязательном порядке подлежит идентификации и внесению в общую государственную базу данных всё поголовье животных любой формы собственности независимо от их ведомственной принадлежности.

В законе прописаны основные критерии и правила ведения идентификации (маркировки скота): во-первых, идентификация скота является одним из ключевых моментов в организации полной прослеживаемости в рамках всей страны; во-вторых, она дает возможность

понимать и знать в любой момент времени, получая информацию в электронном, онлайн режиме из базы данных, от каких животных получено сырье каковы его качественные характеристики; в-третьих, позволяет контролировать распространение болезней и вовремя принимать предупредительные меры противоэпизоотического характера, проводить своевременное лечение животных. Обеспечивают связь между животным и технологиями в хозяйстве электронные радиочастотные ушные бирки (RFid-метки), в которых находится микрочип.

Принцип работы электронной ушной бирки очень прост. Специальное считывающее устройство (сканер-ридер) продуцирует электромагнитную волну в виде радиосигнала, чем вызывает возбуждение микросхемы пассивного чипа; тот, в свою очередь, «просыпается» и передает устройству свой номер (уникальный идентификационный код), благодаря которому и происходит идентификация (распознавание) животного. Электронным биркам не требуется источник питания, они представляют собой пассивные устройства и могут функционировать вечно, храня в своей памяти только уникальный номер для идентификации одного конкретного животного, которому установлена эта ушная бирка или введен в желудок электронный болюс.

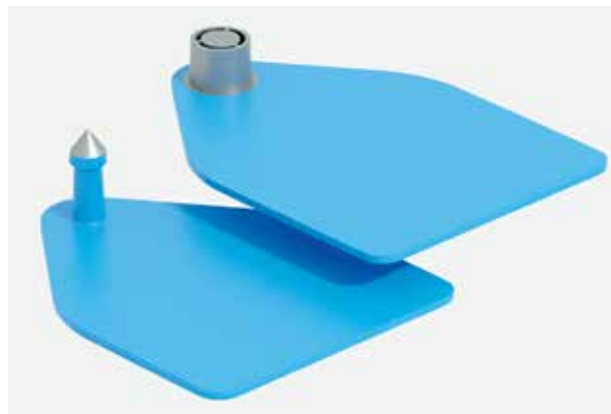
Большую инвестиционную работу в направлении комплексного обеспечения ветеринарии на протяжении уже более 32 лет ведет российское предприятие, лидер фармакологической индустрии в России и в СНГ **Группа компаний ВИК**, производя на своих предприятиях и поставляя для КРС, МРС, свиней, птицы и животных-компаньонов высокоэффективные лечебные ветеринарные препараты различных фармакологических групп, кормовые добавки, а также инструменты для идентификации животных.

В 2016 году специально для производства инновационных ветеринарных препаратов и средств идентификации животных компанией ВИК был построен новый завод в г. Белгород. Этот завод помимо выпуска ветеринарных препаратов производит визуальные и электронные ушные бирки «**НЕОФЛЕКС**» для всех видов животных по немецкой технологии от известной во всем мире фирмы «Hauptner», в объеме 2 млн штук в год, используя лазерное производство для нанесения цифровой маркировки на бирки, в соответствии с потребностями животноводческих предприятий и фермеров [6].

Вся цифровизация в животноводстве начинается с датчиков или, как модно сейчас говорить, с Интернета вещей, для сбора данных. Старое оборудование будет



Бирки визуальные для животных «Неофлекс-ВИК»



Бирка визуальная ушная «Неофлекс-ВИК», для КРС

совершенствоваться и заменяться новыми технологиями, что приведет к полному переходу от механизации к автоматизации, а в будущем – полной роботизации не только рутинных задач, но и сложных процессов, требующий внимания со стороны человека. Постепенно датчиков будет становиться все больше и больше, что позволит получать все более точные и достоверные данные.

Все поступающие с датчиков данные хранятся и анализируются в информационных системах и специальных программах, получить к ним доступ можно, обладая необходимым уровнем прав. И после того как все первичные данные собраны, сохранены и проанализированы, следующий логический шаг – это эффективный анализ информации и своевременные рекомендации для максимального обеспечения качественных показателей жизнедеятельности животного. При этом мы получаем все больше знаний и все больший контроль за технологиями. На молочном или мясном животноводческом предприятии датчики в постоянном режиме отслеживают буквально все технологические процессы, активность и состояние животного: от количества потребляемой пищи конкретным животным до оценки скорости движения воздуха в помещениях, где содержится скот.

К датчикам в животноводстве относятся индивидуальные датчики животных (электронные бирки, болюсы), групповые системы мониторинга, датчики окружающей среды, датчики оборудования и датчики контроля продукции [7].

Помимо маркировки скота и системы контроля (датчиков) важным элементом цифровизации является внедрение в практику молочного животноводства различного многопрофильного технологического оборудования, включающего в себя **«умные системы»:** приборы и регистраторы. Например, это самые распространенные на любой ферме **электронные счетчики удоев** молока, от простых до сложных, разных модификаций, с возможностью получения данных об удоях, измерения и контроля химического состава и электропроводности молока посредством специальных датчиков, встроенных в систему доения коров. Датчики могут регистрировать показатели жира, белка, лактозы, присутствие крови и других компонентов в молоке. Данные фиксируются в системе и «привязаны» к конкретной корове, что очень удобно для ветеринарно-зоотехнической службы. Контроль данных показателей помогает выявлять животных с маститом на ранней субклинической стадии, что, в свою очередь, позволяет не терять товарное молоко и своевременно обеспечить лечение.

Также особо значимым элементом цифровизации учета физиологического состояния животного на ферме является **система измерения активности животных «OVI-BOVI»**, использующая датчики активности. Своевременное выявление охоты у коров является одной из важнейших задач, качество выполнения которой влияет на рентабельность молочной фермы. Система регистрации активности следит за животными 24 часа в сутки, 7 дней в неделю, 365 дней в году, что позволяет производить осеменение и принимать роды в нужное для коровы время. В этой системе электронный датчик-активомер крепится на ошейнике животного и регистрирует специфические типы его активности. Информация об активности коров передается каждым датчиком один раз в 20 минут на расстояние до 2–5 км. Датчик-активомер отслеживает ускорение движений животного, а также его вертикальные и горизонтальные



Электронные бирки «Неофлекс-ВИК»

перемещения. Объем памяти датчика позволяет непрерывно регистрировать данные активности, хранить их в течение 48 ч и осуществлять беспроводную передачу на базовую приемную станцию информации требующей дополнительного внимания со стороны специалистов фермы [8].

Следующей современной цифровой технологией является инновационная система контроля за состоянием здоровья животных и выявляемости коров в охоте **«Му-Монитор +»**, которая определяет важные показатели: фертильность с точностью (достоверностью) 91%; руминацию с точностью 94%; время отдыха коровы и время поедания корма с точностью 98%, а также активность животного. Средством обработки и аккумуляции всех этих данных является специальная программа управления стадом, которая объединяет в себе данные со всех приборов учета, датчиков и помогает принимать правильные решения о состоянии здоровья животных постоянно и в реальном времени.

Многие животноводческие предприятия внедряют современные технологии поэтапно, получая возможность оценить пользу на практике от каждого конкретного инструмента контроля. Таких предприятий в России уже немало.

В качестве примера – в АГ «Русмолко» с 2016 года активно используется **система мониторинга активности и руминации** (длительности жевания жвачки) коров. Система представлена специальными электронными ошейниками, со своим кодом которые присваиваются каждой корове, для накопления индивидуальной информации. Система отслеживает два важных показателя: руминацию (количество жевательных повторов) и активность (количество движений) животных. Резкое изменение руминации обычно свидетельствует о возникновении заболевания, которое фиксируется на ранней стадии, что позволяет ветеринарной службе своевременно обеспечить надлежащее лечение коровы и минимизировать риски, связанные с потерями молока и выбытием животного из стада.

Функция мониторинга активности используется преимущественно службой воспроизводства стада. Эта система позволяет выявить отклонения в обычном режиме активности коровы и определить корову в половой охоте. Кроме того, система мониторинга подскажет время, в которое осеменение будет наиболее плодотворным.

Сейчас «Русмолко» также активно применяет технологию автоматического выпаивания телят, которая представлена кормовыми станциями для порционной выпойки молоком.

В нормальном физиологическом состоянии в природе молоко поступает в желудочно-кишечный тракт теленка со слюной, малыми порциями, тщательно перемешиваясь уже в ротовой полости. Все эти функции на комплексах выпаивания телятам молока или ЗЦМ выполняют **автоматические молочные станции**.

Работа станций контролируется программным обеспечением, которое регламентирует количество молока, выдаваемого конкретному индивидуальному теленку в зависимости от его возраста. Программное обеспечение фиксирует количество подходов и объем потребляемого теленком молока через электронные бирки и выдает список тех телят, которые не выпили необходимый объем. Это помогает выявить факторы недоедания и возможные заболевания на ранних сроках и обеспечить надлежащее своевременное лечение, что помогает снизить риски выбытия телят в группе до двух месяцев и увеличить их привес.

Роботизированная станция выпаивания и кормления телят согласно заданным параметрам – это тоже отдельный элемент из общей цепочки технологий «цифровизации умной фермы» [9].

Приведем еще один конкретный пример внедрения механизации и цифровизации – в учебно-опытном хозяйстве «Краснодарское», входящие в структуру Кубанского государственного аграрного университета, который считается одним из лучших в Краснодарском крае. Агропредприятие является ярким примером того, как без использования заемных средств и мер господдержки путем поочередной модернизации можно из старой фермы сделать современное эффективное производство. А использование в работе научного опыта и применение инновационных технологий и систем позволили хозяйству стать не просто эффективным, но и образцово-показательным.

Основная модернизация в хозяйстве началась в 2012 году – установили в доильном зале современное оборудование, позволяющие идентифицировать животных по ушным электронным биркам. Потом зал доения коров был оснащен электронными счетчиками-молокомерами, что позволило определять надой с каждой коровы, отслеживать и контролировать электропроводность молока в реальном режиме времени. В 2014 году в хозяйство был приобретен навигатор стада «Delaval Herd Navigator» – сердце молочной фермы, которое встало на стражу здоровья стада и его рентабельности. В феврале 2014 года компания «DeLaval» официально вывела на российский рынок инновационный продукт – **Навигатор Стада™**.

Возможности Навигатора Стада™ включают: автоматический отбор проб и онлайн-анализ состава молока; анализ четырех гормонов и ферментов для контроля воспроизводства, мастита, кетоза, дисбаланса кормления; выявление «тихой охоты», а также выявление коров в охоте и подтверждение стельности на 24-й день после осеменения по уровню прогестерона, предоставление четких зоотехнических и ветеринарных протоколов,

ранняя диагностика и снижение рисков клинических заболеваний у коров. В комплексе учхоза «Краснодарское» работают автоматические ванны для лечения опытов у коров и много других видов инновационного оборудования [10].

Помимо описанных выше «умных» приборов и технологий, входящих в комплектацию «умной фермы», производители используют такую систему, как **робот для обработки сосков** – это новейшая роторная доильная технология, реализующая метод качественной обработки сосков вымени коровы и обеспечивающая здоровье самого животного.

ДНК-цифровизация – это новый тренд в животноводстве. На современном этапе вопросы цифровизации в животноводстве требуют рассматривать намного шире и глубже, даже на генетическом уровне. Учеными и практиками уже создаются ДНК-паспорта животных, исследуются породные линии, создаются банки данных лучших пород в животноводстве. Сейчас требуется дальнейшее широкое внедрение в России новых разработок, методов и тест-систем, позволяющих с высокой точностью проводить генетическую дифференциацию пород, типов и линий высокопродуктивных животных и животных, устойчивых к различным заболеваниям.

Проводимые в течение ряда лет исследования ученых уже позволили разработать национальные системы генетической идентификации видов животных, совместимые с системами стран – импортеров племенного скота в РФ. Разработанные системы характеризуются высокой точностью – свыше 99%, и являются единственным способом контроля происхождения потомства, получаемого в России от завоза импортного семени. Огромные генетические базы данных, собирающие всю информацию обо всех быках и коровах, когда-либо поучаствовавших в размножении своей породы, собираются специалистами-племенниками из США, Канады и других европейских стран.

Постепенно такой же научно-практический подход перенимают и отечественные племенные заводы и научно-исследовательские институты, в том числе ВИЖ им. Л.К. Эрнста. Уже никого не удивляет то, что сейчас можно выбрать пол животного на стадии приобретения семенного материала – а в ближайшем будущем никого не удивит и то, что выбрать можно будет требуемую молочную продуктивность, характеристики упитанности и конституции или устойчивость к определенным типам болезней у животных [11].

Уже сейчас понятно, что с помощью системы электронной ветеринарной сертификации и идентификации, которая введена в России, в перспективе, когда базы данных в общегосударственном масштабе накопят информацию о животных нескольких поколений, на основе Big Data («больших данных») можно будет строить как стратегические системы защиты животных от эпидемий, так и тактические методы борьбы с любыми заболеваниями. Это тоже часть будущих, глобальных **ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**, которые необходимо будет внедрять в молочное и мясное животноводство.

Следует также учитывать, что новые технологии общей цифровизации в животноводстве недостаточно просто купить, как какое-либо новое инновационное решение, нужно еще, чтобы само сельскохозяйственное предприятие было готово их использовать и, самое главное, могло бы полностью трансформироваться в соответствии с этими инновационными идеями.

Несмотря на очевидные плюсы цифровых технологий, есть определенные факторы, замедляющие

их освоение и препятствующие ему. Оборудование для цифровизации часто импортного производства, и высокие курсы валют делают строительство и модернизацию производств слишком дороги для предприятий. Но не только финансовая сторона вопроса тормозит массовое внедрение элементов цифровизации – также влияет на этот процесс и необходимая внутренняя реструктуризация технологического производства конкретных животноводческих комплексов и ферм.

Реалии ближайшего времени предполагают, что на каждой ферме будет трудиться как минимум один программист. Также при внедрении каких-либо инноваций всегда требуется повышать квалификацию кадрового состава сельскохозяйственного предприятия, нанимать специалистов с другими, новыми компетенциями: все эти временные финансовые затраты окупятся и будут оправданы в перспективе.

Внедрить новую систему управления – не проблема, проблема — научить людей работать в новой системе. Остро встает вопрос компетенции кадров. Далеко не все работники, да и сами руководители, психологически готовы меняться, так как это требует умственных, физических затрат и, что самое главное, перестройки мышления в новых реалиях. Сложности бывают как раз в восприятии и принятии инноваций. Но все должны понимать, что цифровизация в животноводстве, как и в других отраслях, позволит сельхозпроизводителям интегрироваться в мировое пространство, используя установленные стандарты соответствия требованиям качества и полной прослеживаемости продукции, что является главным приоритетом для России и мира. Также необходимо будет приучить и самих коров к жизни в новых реалиях, взаимодействию с электронными технологиями, предоставляя животным максимальные удобства, согласно их биологическим инстинктам и потребностям, при этом контролируя их здоровье и обеспечивая получение от коров высококачественной продукции.

Приходится констатировать, что сейчас высокотехнологичное конкурентоспособное доильное и другое оборудование для молочных ферм выпускается в России

еще в недостаточном количестве и отдельными фрагментами. Лучшие технологии все еще поставляются из-за рубежа, небольшими партиями и по индивидуальным заказам, что является тормозом для успешного внедрения цифровых технологий в животноводство. Особенно это ощутимо сейчас, при введении против России определенных экономических и технологических санкций и ограничений [12].

По итогам анализа представленного обзорного материала можно констатировать, что технологии цифровой трансформации в животноводстве уже запущены и остаются на той же устаревшей платформе управления и оснащения предприятий и ферм, без автоматизации, уже не получится, поэтому сельскохозяйственным производителям необходимо успеть войти в систему и трансформироваться вместе с развитием технологий на основе глобальной цифровизации, используя значительные ресурсы государства и бизнеса. Это поможет большей части животноводческих предприятий быть устойчивыми и успешными.

Согласно данным Министерства сельского хозяйства РФ, рынок цифровых технологий (ЦТ) в отрасли оценивается в 360 млрд рублей, а к 2026 г. он должен вырасти в 5 раз. Возможности господдержки надо успешно использовать. Предполагается, что все меры поддержки – субсидии, гранты, льготные кредиты, льготный лизинг – можно будет получить в электронном виде через портал «Госуслуги» [13, 14].

Сегодня существует большое количество цифровых инструментов и проектов для развития современных животноводческих предприятий и внедрения инновационных технологий, подходящих для любого бюджета. Необходимо только правильно поставить цель, определить задачи и поэтапно вводить новое технологическое оборудование в животноводство.

Белоглазов П.Г.
Ветеринарный врач
ГК ВИК
20 ноября 2022 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конец ручного управления, Какие цифровые технологии внедряются в молочное животноводство. 2020;03. (Режим доступа <https://acdamate.com/press-center/press/konets-ruchnogo-upravleniya-kakie-tsifrovye-tehnologii-vnedryayutsya-na-zhivotnovodcheskikh-predpri/>), [дата обращения 15.11.2022].
2. Достижение в реализации национальных проектов. Развитие АПК в России. Российская газета RG.RU Раздел: Развитие АПК (Режим доступа (<https://rg.ru/2008/11/06/nacproekty.html>)) [дата обращения 13.11.2022].
3. Комплексы в стиле МЕГА, нацпроекты, молочная экономика. Журнал «Агроинвестор», 2009;02. Режим доступа <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/10932/>, [дата обращения 13.11.2022].
4. Рейтинг крупнейших производителей молока 2022 г. ТОП-30, 2022.11. Режим доступа <https://top.milknews.ru/milk-production> [дата обращения 13.11.2022].
5. Власова Я., Как в России внедряют маркирование животных. 2021;11 Режим доступа <https://vetandlife.ru/sobytiya/kak-v-rossii-vnedryajut-markirovanie-zhivotnyh/>) [дата обращения 14.11.2022].
6. Группа компаний ВИК. Режим доступа <https://vicgroup.ru/about/o-kompanii/gruppa-kompaniy-vik/> [дата обращения 14.11.2022].
7. МАТРИЦА. Цифровое животноводство в России: перспективы и возможности внедрения (Датчики, прослеживаемость, программы). Режим доступа <https://www.matrix24.ru/blog/tsifrovoe-zhivotnovodstvo-v-rossii-perspektivy-i-vozmozhnosti-vnedreniya.html> [дата обращения 14.11.2022].
8. Система выявления коров в Охоте OVI-BOVI Режим доступа <https://ovi-bovi.com/ru/cow-activity-monitoring.html> [дата обращения 14.11.2022].
9. Автоматические молочные станции «Русмолоко». Режим доступа <https://agrostory.com/info-centre/zivotnovodstvo/telyat-vypaivayut-avtomaticheskie-mamy/> [дата обращения 14.11.2022].
10. Волков С. Навигатор стада™ – золотые стандарты на Вашей ферме. 2015.07 Режим доступа <https://dairynews.today/news/navigator-stada-zolotyie-standarty-na-vashey-ferme.html> [дата обращения 10.11.2022].
11. ДНК – цифровизация. «Нивы России». 2020; 8, (185.) Режим доступа <https://svetich.info/publikacii/zoovetsnab/cifrovoe-zhivotnovodstvo.html> [дата обращения 14.11.2022].
12. Рудь А.И. Цифровая генетика-ключ к успеху прибыльного животноводства. Рынок АПК. 2021; 4(210). Режим доступа <https://rynok-apk.ru/web-magazine-apk/zivotnovodstvo-theme/tsifrovaya-genetika-klyuch-k-uspehu-pribyl'nogo-zhivotnovodstva.pub> [дата обращения 14.11.2022].
13. Сложности внедрения цифровизации. Режим доступа <https://www.agroinvestor.ru/animal/article/33325-konets-ruchnogo-upravleniya-kakie-tsifrovye-tehnologii-vnedryayutsya-na-zhivotnovodcheskikh-predpri/> [дата обращения 10.11.2022].
14. Карабут Т. Как изменится рынок цифровых технологий в АПК. Российская газета. Федеральный выпуск, № 201 (8255). 2020.09. Режим доступа <https://rg.ru/2020/09/08/kak-izmenitsia-rynok-cifrovyyh-tehnologij-v-apk.html> [дата обращения 09.11.2022].

УДК 636.934

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-149-153

Д.И. Воробьев¹, ✉
Е.Г. Нелюбина¹,
С.А. Авдошкина¹,
Е.А. Алимджанова¹,
М.В. Темербаева²,
Т.И. Урюмцева²

¹ Московский государственный
университет технологий и управления
им. К.Г. Разумовского,
Москва, Российская Федерация

² Инновационный Евразийский
университет, Павлодар,
Республика Казахстан

✉ d.vorobyev@mguttm.ru

Поступила в редакцию:
24.06.2022

Одобрена после рецензирования:
25.10.2022

Принята к публикации:
21.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-149-153

Dmitry I. Vorobyev¹, ✉
Elena G. Nelyubina¹,
Sofia A. Avdoshkina¹,
Ekaterina A. Alimdzhanova¹,
Marina V. Temerbaeva²,
Tatyana I. Uryumtseva²

¹ Moscow State University of
Technologies and Management
named after K.G. Razumovsky,
Moscow, Russian Federation

² Innovative University of Eurasia,
Pavlodar, Republic of Kazakhstan

✉ d.vorobyev@mguttm.ru

Received by the editorial office:
24.06.2022

Accepted in revised:
25.10.2022

Accepted for publication:
21.11.2022

Разработка технологии кисломолочных продуктов для детского питания

РЕЗЮМЕ

Восполнение макро- и микроэлементов при их дефиците у детей является ведущей задачей современной диетологии и основополагающим фактором здорового развития детей. Решить эту задачу может разработка новых видов продуктов питания. В данной статье представлена разработка технологии производства кисломолочного продукта для детского питания. Экспериментально исследован вариант введения водоросли спирулины в кисломолочный продукт. На основании физико-химических, реологических и органолептических показателей установлено, что введение 2% спирулины позволяет получить продукт с приемлемыми физико-химическими и реологическими характеристиками. Органолептический профиль корректировали добавлением фруктового наполнителя в объеме 20% от массы сырья. Проведенные исследования позволили разработать кисломолочный продукт для детского питания, позволяющий удовлетворить 10–16% суточной потребности в пищевых элементах, обладающий высокими потребительскими характеристиками.

Ключевые слова: кисломолочный продукт, микро- и макроэлементы, *Spirulina platensis*, сбалансированное питание, органолептические исследования

Для цитирования: Воробьев Д.И. и др. Разработка технологии кисломолочных продуктов для детского питания. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 149–153.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-149-153> (In English).

© Воробьев Д.И., Нелюбина Е.Г., Авдошкина С.А., Алимджанова Е.А., Темербаева М.В., Урюмцева Т.И.

Development of technology for the fermented milk products for child nutrition

ABSTRACT

Replenishment of macro- and micronutrients in case of their deficiency in the children is the leading task of modern dietetics and a fundamental factor in the children's healthy development. The development of new types of food products can solve this task. This article presents the development of technology for production of fermented milk product for children nutrition. The option of introducing spirulina algae into a fermented milk product was experimentally investigated. On the basis of physical and chemical, rheological and organoleptic characteristics it was defined that the introduction of 2% of spirulina allows obtaining a product with acceptable physical, chemical and rheological characteristics. The organoleptic profile was corrected by adding fruit filler in volume of 20% from the raw material mass. The conducted research made it possible to develop a fermented milk product for child nutrition, which can satisfy 10–16% of the daily demand for nutritional elements, and which features high consumer-oriented characteristics.

Key words: fermented milk product, micro- and macroelements, *Spirulina platensis*, balanced nutrition, organoleptic studies

For citation: Vorobyev D.I. et al. Development of technology for the fermented milk products for child nutrition. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 149–153.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-149-153>

© Vorobyev D.I., Nelyubina E.G., Avdoshkina S.A., Alimdzhanova E.A., Temerbaeva M.V., Uryumtseva T.I.

Введение / Introduction

In recent decades, among the population of various countries, including Russia, WHO has recorded a nutritional deficiency in the children's diet, which leads to metabolic disorders, delayed mental and physical development, and also increases the chance of various diseases onset [1–5].

Food must satisfy the demand of a child's body not only for nutrients, not only be balanced in proteins, fats, carbohydrates, but it must also contain the recommended amount of macronutrients and micronutrients, essential amino acids, vitamins, essential fatty acids, dietary fiber and other functional components.

The current living conditions of mankind do require the daily diet to not only consist of traditional food products, but also to include functional products, assigned to satisfy the nutritional demands of various population groups, depending on the risks of diseases and on features of population groups that suffer from deficiency of one or more micro- and macronutrients [6–10].

These are prophylactic dietary food products that additionally contain functional food ingredients and essential nutrients [11–15].

Материал и методы исследования / Materials and method

The object of the research in this work was the blue-green alga *Spirulina platensis*.

The subjects of the research were:

- milk used to produce fortified fermented milk product for children nutrition;
- fermented milk products produced with starter cultures and spirulina added;
- fermented milk products produced with starter cultures, spirulina and fruit filler added.

During the research the physical and chemical, microbiological and organoleptic methods of tests were used.

To obtain a fermented milk product, pasteurized milk was used with fat content of 3.2%. The milk was preheated to a temperature of 43°C, the ferment was added in amount of 5% from the volume of fermented milk; and dry spirulina algae was thoroughly admixed in volume of 1%, 2% and 5% of the fermented milk. Samples of the fermented milk product were obtained by the thermostatic method, by their fermentation at a temperature of 42±1°C.

In laboratory conditions the following samples of a fermented milk product for children nutrition were developed:

- Sample C is a fermented milk product obtained with lactic acid bacteria (control sample). For this, liquid starter culture of pure cultures in volume of 5% from fermented milk was added to 100 cm³ of pasteurized milk with temperature of 43°C. The starter – 3 cm³ of *Streptococcus*

salivarius thermophilus strain and 2 cm³ of *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* strain.

- Sample No. 1 is a fermented milk product obtained with lactic acid bacteria and spirulina, added in volume of 1% (experiment No. 1). For this, 5% of starter culture (3 cm³ of *Streptococcus salivarius thermophilus* strain and 2 cm³ of *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* strain) and 1% of spirulina (1 g) were added to 100 cm³ of pasteurized milk heated to a temperature of 43°C.
- Sample No. 2 is a fermented milk product obtained with lactic acid bacteria and spirulina, added in volume of 2% (experiment No. 2). For this, 5% of starter culture (3 cm³ of *Streptococcus salivarius thermophilus* strain and 2 cm³ of *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* strain) and 2% of spirulina (2 g) were added to 100 cm³ of pasteurized milk heated to a temperature of 43°C.
- Sample No. 3 is a fermented milk product obtained with lactic acid bacteria and spirulina, added in volume of 5% (experiment No. 3). For this, 5% of starter culture (3 cm³ of *Streptococcus salivarius thermophilus* strain and 2 cm³ of *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* strain) and 5% of spirulina (5 g) were added to 100 cm³ of pasteurized milk heated to a temperature of 43°C.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

At the initial stage it was found that the starter culture, which consisted of *Streptococcus salivarius thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* with addition of 1%, 2% and 5% spirulina formed a curd in the milk in 5 hours, while the control sample (without spirulina) got fermented in 6 hours.

The titratable acidity in the samples 1–3 after 5 hours was (74–80)*T. In the control samples (in triplicate) at the end of fermentation the titratable acidity was (72–75)*T.

Fermented samples of fermented milk products were cooled down to a temperature of 4±2°C.

The obtained samples of fermented milk products after cooling were tested by the following parameters: physical and chemical, rheological and organoleptic parameters. The results are presented below in table 1. The results of tests for titratable acidity are presented below in table 2.

The samples of the ready fermented milk product with spirulina formed a uniform dense curd within 5 hours. The control samples formed the curd within 6 hours. The samples No. 1, 2, 3 of fermented milk product have higher values of titratable acidity than in the control samples due to adding of spirulina in various amounts. In samples with spirulina the titratable acidity values are increased proportionally to the added amount of spirulina in the ready product.

Table 1. Physical and chemical indicators of samples of fermented milk product with spirulina for children nutrition

Parameter	Characteristics of parameters				Norm
	control	sample No. 1	sample No. 2	sample No. 3	
Mass fraction of fat, %	3,2±0,1	3,2±0,1	3,2±0,1	3,4±0,1	From 1,4 till 4,0
Mass fraction of protein, %	3,0±0,1	3,5±0,1	4,1±0,1	5,0±0,1	2,0–5,0
Mass fraction of carbohydrates, %	4,7±0,1	4,8±0,1	5,0±0,1	5,6±0,1	Not more than 16
Mass fraction of SNF, %	10,0±0,1	10,0±0,1	10,0±0,1	10,5±0,1	Not more than 7,8
Phosphatase	Absent	Absent	Absent	Absent	Not allowed

The moisture-holding capacity of the curd formed by lactic acid bacteria was determined by the centrifugation method. The results are shown in figure 1 below.

As it can be seen from the diagram, the samples with spirulina (No. 1 and 2) have a similar moisture-holding capacity with control sample. The sample No. 3 has less dense curd structure.

The organoleptic indices of the samples of a fermented milk product of a functional orientation with spirulina were evaluated in 5-point rating scale. The results are shown

in figure 2 below. Sensory profiles were drawn up to compare samples of fermented milk product, obtained with liquid starter culture and spirulina added in various quantities.

According to the results of the taste evaluation of fermented milk product samples with added spirulina, it was defined that spirulina changed the taste and smell of the products. However, the addition of 1% spirulina did not change the smell, it remained the same. This fermented milk product also retained the taste of pure fermented milk, but at the same time the aftertaste of this component appeared.

When 2% of spirulina was added, the texture was still the same as in the control sample, but the increased ratio of spirulina to fermented milk influenced the taste and smell of the product. A slight taste of “algae” appeared in the sample No. 2. The sample No. 3 turned to be unfit for consumption because of strong taste and smell of algae. When evaluating the appearance of the obtained product, it was found that the control samples and samples No. 1 and 2 had a dense curd and were scored the maximum number of points – 5. The sample No. 3 had a less dense curd and scored less points – 4 in the 5-score rating system.

The control sample had a pure fermented milk taste and smell, without any foreign aftertastes.

During the sensory analysis, sample No. 1 with 1% of spirulina showed the best result in all aspects, but this experimental sample had only 8% of the physiological demand for iron in children from 3 to 7 years old. That does not meet the requirements for fortified foods. The sample No. 2 had a more expressed taste and aroma of algae in comparison with the sample No. 1.

The obtained samples of a fermented milk product with spirulina, developed for baby food, have a specific taste and aroma, that is not appropriate for traditional food products, including food for children nutrition.

To impart flavor (taste and smell), to improve the consumers' perception of the functional product, it was proposed to add a fruit filler “Green apple – lemon balm” (sugar, water, concentrated juices (apple, lemon), thickener – pectins, natural flavoring “Green apple”, natural extract of lemon balm).

The fruit filler was added in volume of 10, 15 and 20% of the fermented milk:

- Sample No. 1 – 10% of fruit filler;
- Sample No. 2 – 15% of fruit filler;
- Sample No. 3 – 20% of fruit filler.

The prepared samples were placed into thermostatic chamber at temperature of $42 \pm 1^\circ\text{C}$. The fermentation was controlled by titratable acidity of the fermented base. The titratable acidity in the formed milk after 5 hours was $(73-76)^\circ\text{T}$. Fermented samples of fermented milk products were cooled down to the temperature of $4 \pm 2^\circ\text{C}$.

The produced samples of fermented milk products after cooling were tested by following parameters: physical, chemical

Table 2. Titratable acidity in the samples of fermented milk probiotic personalized food product

Sample	Titratable acidity, °T		
	fresh milk	fermented milk, 5–6 hours	finished product
Control sample	17±1	72±1	85±1
	16±1	73±1	86±1
	17±1	75±1	84±1
Sample No. 1	17±1	75±1	87±1
	17±1	74±1	86±1
	16±1	74±1	86±1
Sample No. 2	16±1	74±1	87±1
	17±1	75±1	88±1
	17±1	76±1	86±1
Sample No. 3	17±1	79±1	89±1
	16±1	78±1	90±1
	16±1	80±1	91±1

Fig. 1. Moisture-holding capacity of the test samples of fermented milk products with spirulina for baby food

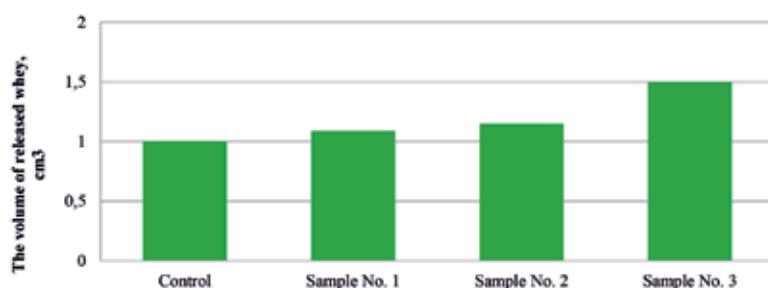
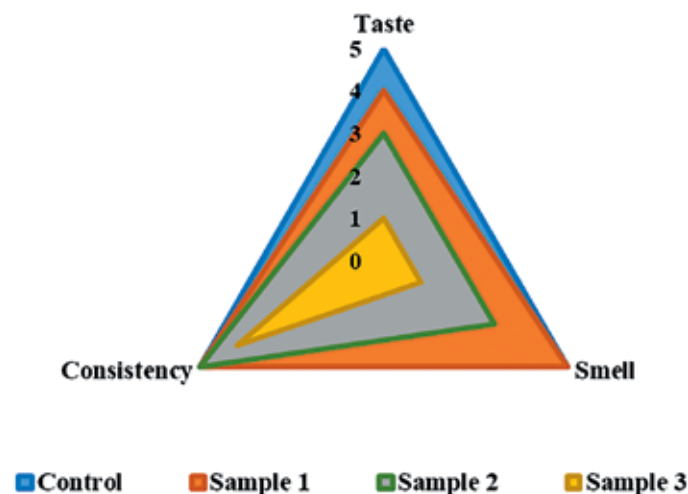


Fig. 2. Organoleptic profile of samples of fermented milk product with added spirulina



and organoleptic, the results are presented in table 3.

The results of titratable acidity tests are presented in the table 4.

The organoleptic parameters of the samples of the fermented milk functional product were evaluated in a 5-point rating scale. The results of evaluation are shown in figure 3.

The organoleptic analysis of the obtained data showed that sample No. 1 with 10% of fruit filler got the smallest score in terms of "taste" and "smell". The sample with 10% of fruit filler featured the taste of algae; that proved insufficient quantity of the fruit filler. In sample No. 2 the flavor was mixed, i.e. green apple flavor was expressed, but the sample had algae aftertaste.

The sample No. 3 turned to be the best sample in all aspects and regards. The smell conformed to the fruit filling. The taste of sample No. 3 changed, the taste was dominated by "green apple" and "lemon balm". The texture of all three samples scored the maximum number of points, the obtained curd was dense.

Выводы / Conclusion

The production and further analysis of the samples with spirulina showed that the texture of the experimental samples corresponded to the control sample, but increase in ratio of spirulina to fermented milk changed the taste and smell.

A slight taste of algae was detected in the sample No. 2. The sample No. 3 was not suitable for consumption because of overexpressed taste and smell of algae. The assessment of the fermented milk product appearance revealed, that the control samples and the samples No. 1 and 2 had a dense curd and scored the maximum number of points – 5, the sample No. 3 had a less dense curd and scored less points (4) in 5-point rating scale.

The assumption was confirmed that the fruit filler would neutralize the effect of spirulina on organoleptic characteristics of the product. During the analysis, the data of organoleptic test were obtained. The sample No. 1 with 10% of fruit filler scored the least number of points in terms of "taste" and "smell". In the sample with 10% of fruit filler, the taste of algae was clearly noticeable. That witnessed the insufficient quantity of fruit filler. The sample No. 2 featured the mixed flavor with distinct taste of green apple, but algae aftertaste was also expressed.

The sample No. 3 proved to be the best sample in all regards. The aroma corresponded to the fruit filling. The taste of sample No. 3 changed, as its taste was dominated by "green apple" and "lemon balm". The texture of all three samples scored the maximum number of points; the obtained curd was dense.

Thus we have determined the best ratio of base to fruit filler – 80:20. When 2% of spirulina powder is added, the iron

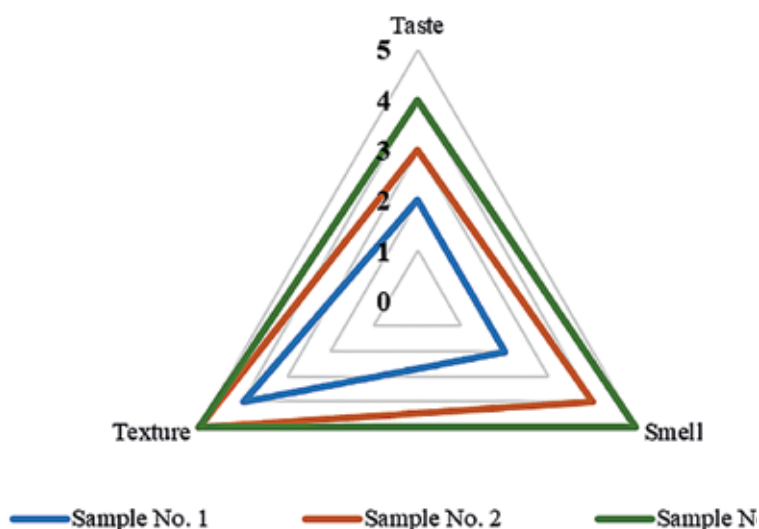
Table 3. Physical and chemical parameters of samples of a fermented milk functional product with spirulina and fruit filling "Green apple – lemon balm"

Parameter	Characteristics of the parameters			Norm
	sample No. 1	sample No. 2	sample No. 3	
Mass fraction of fat, %	2,7±0,1	2,6±0,1	2,6±0,1	From 1,4 to 4,0
Mass fraction of protein, %	3,4±0,1	3,5±0,1	3,2±0,1	2,0–5,0
Mass fraction of carbohydrates, %	10,0±0,1	10,0±0,1	10,0±0,1	Not less than 7,8
Mass fraction of SNF, %	9,0±0,1	11,2±0,1	13,4±0,1	Not more than 16,0
Phosphatase	Absent	Absent	Absent	Not allowed

Table 4. Titratable acidity in the finished samples of fermented milk product with spirulina (2%) and fruit filler

Sample	Titratable acidity, °T			
	fresh milk	fermented milk, 5–6 hours	finished product	finished product with filler
Sample No. 1	17±1	73±1	87±1	90±1
	16±1	73±1	87±1	91±1
	17±1	75±1	88±1	91±1
Sample No. 2	17±1	75±1	87±1	92±1
	17±1	74±1	89±1	93±1
	16±1	74±1	88±1	92±1
Sample No. 3	16±1	74±1	88±1	94±1
	17±1	75±1	89±1	95±1
	17±1	76±1	89±1	93±1

Fig. 3. Organoleptic profile of fermented milk product samples with spirulina and fruit filling



content in the finished product corresponds to 10–16% of the physiological demand, which helps to satisfy the iron deficiency in a child's body.

As a result of the conducted research it is possible to conclude that use of spirulina in the production of fermented milk products for children nutrition can reduce iron deficiency in a child's body.

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 / REFERENCES

1. Torshina O. et al. Simulation methods as an effective tool for solving healthy applied and theoretical problems. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2019; 11(4):286–290.
2. Smolnikova F., Khayrullin M., Pasko O., Zhukovskaya S., Zubtsova Y., Yakunina E. Main Problems Of School Nutrition. *International Journal Of Scientific & Technology Research*. 2020; 9(02):1105–1108.
3. Kulushtayeva B., Rebezov M., Igenbayev A., Kichko Y., Burakovskaya N., Kulakov V., Khayrullin M. Gluten-free diet: Positive and negative effect on human health. *Indian Journal of Public Health Research and Development*. 2019; 10(7):889–892. DOI:10.5958/0976-5506.2019.01690.5
4. Okuskhanova E. et al. Functional and physical properties of oil-in-water emulsion based on sodium caseinate, beef rumen and sunflower oil and its effect on nutritional quality of forcemeat. *Journal of Dispersion Science and Technology*. 2021. DOI:10.1080/01932691.2021.1950008
5. Suychinov A., Rebezov M., Maksimuk N., Khairullin M., Kulikov D., Konovalov S., Konovalova O., Penkova I., Moldabaeva Zh. Vitamins and their role in human body. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2019; 11(3):1246–1248.
6. Rauf A. et al. Recent advances in the therapeutic application of short-chain fatty acids (SCFAs): An updated review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2021. DOI:10.1080/10408398.2021.1895064
7. Abu-Izneid T. et al. Nutritional and health beneficial properties of saffron (*Crocus sativus* L.): a comprehensive review. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2020. DOI:10.1080/10408398.2020.1857682
8. Rebezov M. et al. Role of beetroot as a dietary supplement in food products: Review. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*. 2020; 21(57–58):8–16.
9. Mitra S. et al. Potential health benefits of carotenoid lutein: An updated review. *Food and Chemical Toxicology*. 2021; 154. DOI:10.1016/j.fct.2021.112328
10. Islam M.N. et al. Superoxide dismutase: An updated review on its health benefits and industrial applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2021. DOI:10.1080/10408398.2021.1913400
11. Omari N.E. et al. Natural Bioactive Compounds Targeting Epigenetic Pathways in Cancer: A Review on Alkaloids, Terpenoids, Quinones, and Isothiocyanates. *Nutrients*. 2021; 13. <https://doi.org/10.3390/nu13113714>
12. Vaskovsky A.M., Chvanova M.S., Rebezov M.B. Creation of digital twins of neural network technology of personalization of food products for diabetics. *4th Scientific School on Dynamics of Complex Networks and their Application in Intellectual Robotics DCNAIR*. 2020; 251–253. DOI:10.1109/DCNAIR50402.2020.9216776
13. Friday O.A. et al. Influence of pro-vitamin -a- cassava flour and cashew nut flour supplementations on physico-chemical properties of wheat based bread. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2021; 11(1):1–6. DOI:10.15414/jmbfs.4843
14. Bouyahya A. et al. Sources, health benefits, and biological properties of zeaxanthin. *Trends in Food Science and Technology*. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.10.017>
15. Nile S. et al. Soybean Processing Wastes: Novel Insights on Their Production, Extraction of Isoflavones, and Their Therapeutic Properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2021. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c04927>

ОБ АВТОРАХ:

Дмитрий Игоревич Воробьев,
кандидат экономических наук, доцент,
Московский государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского (первый казачий
университет), ул. Земляной Вал, 73, 109004, Москва,
Российская Федерация
E-mail: d.vorobyev@mgut.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8429-5752>

Елена Георгиевна Нелюбина,
кандидат педагогических наук, доцент,
Московский государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского (первый казачий
университет), ул. Земляной Вал, 73, 109004, Москва,
Российская Федерация
E-mail: e.nelyubina@mgut.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8754-5411>

Софья Александровна Авдошкина,
Магистр,
Московский государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского (первый казачий
университет), ул. Земляной Вал, 73, 109004, Москва,
Российская Федерация
E-mail: s.avdoshkina@mgut.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2246-2885>

Екатерина Андреевна Алимджанова,
Магистр,
Московский государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского (первый казачий
университет), ул. Земляной Вал, 73, 109004, Москва,
Российская Федерация
E-mail: a.alimdzhanova@mgut.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2246-2885>

Марина Викторовна Темербаева,
Кандидат технических наук, профессор,
Инновационный Евразийский университет,
ул. Ломова, 45, Павлодар, 140008, Республика Казахстан
E-mail: marvik75@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9796-8031>

Татьяна Игоревна Урюмцева,
кандидат ветеринарных наук, профессор,
Инновационный Евразийский университет, ул. Ломова, 45,
Павлодар, 140008, Республика Казахстан
E-mail: vbh2@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7980-8242>

ABOUT THE AUTHORS:

Dmitry Igorevich Vorobyev,
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, K.G.
Razumovsky Moscow State University of technologies and
management (The First Cossack University), 73 Zemlyanoy Val,
109004, Moscow, Russian Federation
E-mail: d.vorobyev@mgut.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8429-5752>

Elena Georgievna Nelyubina,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and
management (The First Cossack University),
73 Zemlyanoy Val, 109004, Moscow, Russian Federation
E-mail: e.nelyubina@mgut.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8754-5411>

Sofia Aleksandrovna Avdoshkina,
Master,
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies
and management (The First Cossack University),
73 Zemlyanoy Val, 109004, Moscow, Russian Federation
E-mail: s.avdoshkina@mgut.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2246-2885>

Ekaterina Andreevna Alimdzhanova,
Master,
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies
and management (The First Cossack University),
73 Zemlyanoy Val, 109004, Moscow, Russian Federation
E-mail: a.alimdzhanova@mgut.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9645-4573>

Marina Viktorovna Temerbayeva,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Innovative University of Eurasia,
45 Lomov str., Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan
E-mail: marvik75@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9796-8031>
Tatyana Igorevna Uryumtseva,
Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor,
Innovative University of Eurasia, 45 Lomov str., Pavlodar, 140008,
Republic of Kazakhstan
E-mail: vbh2@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7980-8242>

УДК 311:331.101.6:636.2 (470.333)

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-154-159

Д.Н. Кирдищева, ✉
О.М. ХохринаБрянский государственный
аграрный университет,
Кокино, Брянская обл.,
Российская Федерация

✉ kirdishcheva@bk.ru

Поступила в редакцию:
14.07.2022Одобрена после рецензирования:
10.10.2022Принята к публикации:
25.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-154-159

Daria N. Kirdishcheva, ✉
Oksana M. KhokhrinaBryansk State Agrarian University,
Kokino, Bryansk region, Russian Federation

✉ kirdishcheva@bk.ru

Received by the editorial office:
14.07.2022Accepted in revised:
10.10.2022Accepted for publication:
25.11.2022

Статистический сценарий развития производительности труда в молочном скотоводстве Брянской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В условиях деглобализации, экономических санкций, дезинтеграции мировой экономики важнейшей социально-экономической и политической задачей является обеспечение продовольственной, экономической безопасности России и её регионов. В связи с новыми запросами практики, обусловленными становлением рыночного механизма хозяйствования, изменением форм и методов государственной поддержки молочного скотоводства, требуют дальнейшего исследования проблемы повышения производительности труда отрасли.

Методы. Информационной базой исследования послужили материалы региональной статистики, годовые отчёты сельскохозяйственных организаций регионального АПК, данные сводного годового отчёта по совокупности районов Брянской области. Исследование проводилось на основе изучения массива данных с использованием комплекса методов: диалектического, экономико-статистического, корреляционно-регрессионного, расчётно-конструктивного, абстрактно-логического и других методов.

Результаты. С помощью статистических методов авторами оценены сложившиеся закономерности и тенденции в динамике производительности труда в молочном скотоводстве Брянской области. Определены темпы роста оплаты труда и его производительности. Выявлена стратегия развития исследуемого показателя в будущем с учётом факторов, влияющих на его уровень. Существенными факторами роста производительности труда в молочном скотоводстве являются цена реализации 1 ц молока, нагрузка коров на 1 оператора машинного доения, фондовооружённость труда, среднемесячная заработная плата оператора машинного доения. При этом основные резервы роста производительности труда заложены в факторах заработной платы и трудовой нагрузки работников молочного скотоводства. В работе на основе множественной модели регрессии осуществлён прогноз производительности труда на среднесрочную перспективу.

Ключевые слова: молочное скотоводство, трудовые ресурсы, производительность труда, статистический прогноз, Брянская область

Для цитирования: Кирдищева Д.Н., Хохрина О.М. Статистический сценарий развития производительности труда в молочном скотоводстве Брянской области. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 154–159. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-154-159>

© Кирдищева Д.Н., Хохрина О.М.

Statistical scenario of labor productivity development in dairy cattle farming in the Bryansk region

ABSTRACT

Relevance. In the context of deglobalization, economic sanctions, and the disintegration of the world economy, the most important socio-economic and political task is to ensure the food and economic security of Russia and its regions. In connection with the new demands of practice caused by the formation of the market mechanism of management, changes in the forms and methods of state support for dairy cattle farming, further research of the problem of increasing the productivity of the industry is required.

Methods. The information base of the study was the materials of regional statistics, annual reports of agricultural organizations of the regional agro-industrial complex, data from the consolidated annual report on the totality of the districts of the Bryansk region. The study was conducted on the basis of studying mass data using a set of methods: dialectical, economic-statistical, correlation-regression, computational-constructive, abstract-logical and other methods.

Results. Using statistical methods, the authors evaluated the established patterns and trends in the dynamics of labor productivity in dairy cattle farming in the Bryansk region. The growth rates of wages and labor productivity have been determined. The strategy of development of the studied indicator in the future, taking into account the factors affecting its level, is revealed. Significant factors of labor productivity growth in dairy cattle farming are the selling price of 1 ts of milk, the load of cows on 1 operator of machine milking, the stock of labor, the average monthly salary of the operator of machine milking. At the same time, the main reserves of labor productivity growth are laid down in the factors of wages and workload of dairy cattle workers. In the work, based on a multiple regression model, a forecast of labor productivity for the medium term is carried out.

Key words: dairy cattle farming, labor resources, labor productivity, statistical forecast, Bryansk region

For citation: Kirdishcheva D.N., Khokhrina O.M. Statistical scenario of labor productivity development in dairy cattle farming of the Bryansk region. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 154–159. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-154-159> (In Russian).

© Kirdishcheva D.N., Khokhrina O.M.

Введение / Introduction

В современных реалиях экономически устойчивое развитие и поддержка молочного скотоводства региона как наукоёмкой и одной из самых фондёмких отраслей – основа стабильности, независимости, продовольственной безопасности государства, а также возможность развития сельских территорий с высоким качеством жизни, высокопроизводительным трудовым потенциалом. Хотя прорывные технологии и инновации сегодня активно внедряются в производство, они не могут функционировать без человека с его знаниями, опытом и навыками, с его способностями и здоровьем [1].

В Брянской области общая численность населения с каждым годом сокращается, при этом наблюдается существенный перевес городского населения над сельским. Так, за 2015–2020 гг. население региона сократилось на 4,1%, в том числе на селе – на 6,2%, тогда как численность жителей городов региона снизилась на 3,1%. Данная кризисная ситуация сказывается на воспроизводстве трудовых ресурсов, их качестве, а в результате – на производительности труда в сельском хозяйстве, в том числе в молочном скотоводстве.

Динамика среднегодовой численности работников в сельскохозяйственных организациях (СХО) Брянской области свидетельствует об её увеличении в 2013–2020 гг. на 48,4% за счёт роста численности работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, на 29,3% (рис. 1).

Несмотря на рост среднегодовой численности работников в сельскохозяйственных организациях в 2020 г. по сравнению с 2013 г. на 48,4%, наблюдается сокращение работников молочной отрасли.

Уравнения тренда среднегодовой численности работников в СХО Брянской области, а также работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, и операторов машинного доения имеют следующий вид:

$$Y_t = 15045 + 1294,3t \quad (R^2 = 0,868), \quad (1)$$

$$Y_t = 15033 + 757,58t \quad (R^2 = 0,545), \quad (2)$$

$$Y_t = 1498,8 - 93,19t \quad (R^2 = 0,983). \quad (3)$$

Линейные функции показали, что ежегодное увеличение среднегодовой численности работников в сельскохозяйственных организациях составило в среднем 1294 чел., в том числе работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, – 757 чел. Отрицательная динамика наблюдается в отношении операторов машинного доения: их ежегодное уменьшение составило в среднем 93 чел.

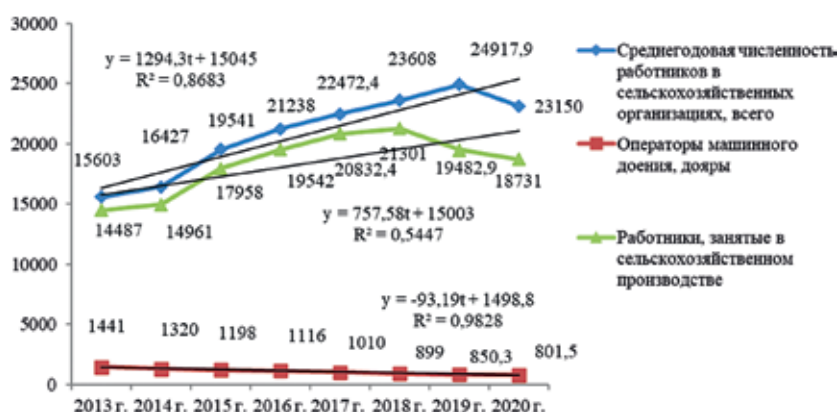
Основным показателем степени участия работника в производстве является уровень заработной платы, выступающий источником инвестиций в формирование и развитие человеческого капитала [2].

За 2013–2020 гг. наблюдается рост заработной платы работников сельскохозяйственных организаций Брянской области, в том числе работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, и операторов машинного доения (рис. 2).

Так, за анализируемый период среднемесячная заработная плата работников сельского хозяйства и операторов машинного доения выросла в одинаковой степени – в 2,4 раза. Данные изменения отразились и на соотношении между оплатой труда работников молочного скотоводства и заработной платой работников сельскохозяйственных организаций. Так, оплата труда операторов машинного доения в среднем по Брянской области в 2013 г. составляла 77,9% от уровня заработной платы работников сельскохозяйственных организаций, а от уровня заработной платы работников, занятых в экономике Брянской области в целом, – 60,0%. В 2020 г. соотношение заработной

Рис. 1. Динамика среднегодовой численности работников в сельскохозяйственных организациях Брянской области, чел.

Fig. 1. Dynamics of the average annual number of employees in agricultural organizations of the Bryansk region, people



Источник: составлено авторами на основе данных сводных годовых отчётов по сельскому хозяйству Брянской области

Таблица 1. Соотношение среднегодовых темпов роста производительности и оплаты труда в молочном скотоводстве Брянской области, 2013–2020 гг.

Table 1. The ratio of the average annual growth rates of productivity and wages in dairy cattle breeding in the Bryansk region, 2013–2022

Показатели	Годы								2020 г. в % к 2013 г.
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Производство валового дохода в 1 чел.-час., руб.	163,0	289,9	349,0	395,7	458,0	533,5	704,0	807,7	495,5
Темп роста производительности труда, %	100,0	177,8	120,4	114,2	115,7	115,5	132,0	114,7	–
Оплата труда за 1 чел.-час., руб.	106,3	145,0	170,6	189,5	211,6	343,6	401,0	393,6	370,3
Темп роста (снижения) заработной платы, %	100,0	136,4	117,7	111,1	111,7	162,4	116,7	98,2	–

платы операторов машинного доения и работников сельскохозяйственных организаций оставалось на уровне 2013 г. В свою очередь, разрыв между заработной платой операторов машинного доения и работников, занятых в экономике Брянской области в целом, сократился, и в 2020 г. соотношение между ними составило 84,1%.

При этом в молочном скотоводстве сформировалась чёткая тенденция, при которой уровень оплаты труда повышается в основном под влиянием роста потребительских цен на молочную продукцию, инфляционных процессов (табл. 1).

Как видно, за анализируемый временной период не всегда расходы на оплату труда в молочном скотоводстве способствуют опережающему росту производительности труда над уровнем оплаты. В 2018–2020 гг. в связи с экономическими кризисными изменениями темпы роста заработной платы отставали от темпов роста производительности труда в молочном скотоводстве. Таким образом, не наблюдается устойчивой тенденции в темпах роста данных показателей, и не выполняется закон опережающего роста производительности труда над его оплатой. При этом в 2020 г. не только не выполняется экономический закон, но и отмечается снижение оплаты труда за 1 чел.-час. на 1,8% по сравнению с 2019 г. Оплата одного человеко-часа и производительность труда были в 2020 году в 4,9 и 3,7 раза соответственно выше, чем в 2013 году.

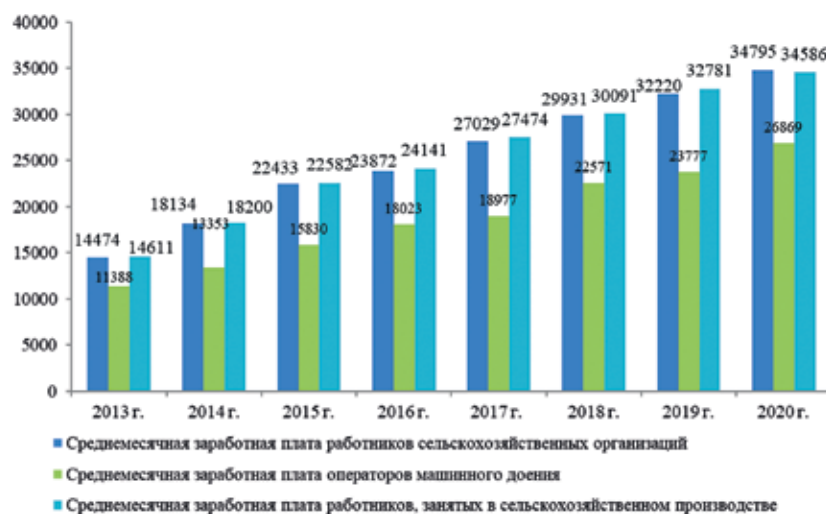
В условиях современного способа производства производительный труд – это труд, который производит прибавочную стоимость. При этом увеличение абсолютной прибавочной стоимости предполагает усиление интенсивности труда, но не повышение его производительности. Лишь увеличение относительной прибавочной стоимости предполагает технический прогресс и повышение производительности труда [3].

За исследуемый период прямые затраты труда на 1 голову молочного направления и трудоёмкость производства молока в Брянской области снизились на 16,7% и на 53,9% соответственно (рис. 3).

На первый взгляд такие изменения свидетельствуют о росте производительности труда в молочном скотоводстве. Однако необходимо отметить, что данная тенденция связана с высвобождением живого труда и одновременным снижением объёмов производства молока. Так, затраты труда с 2013 г. по 2020 г. сократились на 53,2%, что связано со снижением численности работников в молочном скотоводстве. По-прежнему не удаётся остановить спад производства молока в сельскохозяйственных организациях Брянской области [4, 5]. Так, валовой надой молока в 2019 г. составил 1 935 342 ц, что составляет 96,4% от уровня базисно-

Рис. 2. Среднемесячная заработная плата работников в сельскохозяйственных организациях Брянской области, руб.

Fig. 2. The average monthly salary of workers in agricultural organizations of the Bryansk region, rub.



Источник: рассчитано авторами на основе данных сводных годовых отчётов по сельскому хозяйству Брянской области

Рис. 3. Уровень и динамика трудоёмкости производства молока в сельскохозяйственных организациях Брянской области в 2013–2020 годы

Fig. 3. The level and dynamics of labor intensity of milk production in agricultural organizations of the Bryansk region in 2013–2020



Источник: составлено авторами на основе данных сводных годовых отчётов по сельскому хозяйству Брянской области

го года. Производство молока в сельскохозяйственных организациях в 2020 г. превышало уровень данного показателя в 2013 г. лишь на 1,3%, при этом спад производства молока сопровождается снижением среднего поголовья коров.

Предварительный расчёт на 2021 г. и прогноз на 2022, 2023 гг. трудоёмкости производства молока по Брянской области выполним с помощью линейной функции (линии тренда):

$$Y_{t2021} = 2,7929 - 0,2095t = 0,9 \text{ чел. - час.}, \quad (4)$$

$$Y_{t2022} = 2,7929 - 0,2095t = 0,7 \text{ чел. - час.}, \quad (5)$$

$$Y_{t2023} = 2,7929 - 0,2095t = 0,5 \text{ чел. - час.}, \quad (6)$$

где t – момент времени (порядковый номер года).

По нашему мнению, прогнозные значения достижимы только при совместном воздействии основных направлений инновационной деятельности (технологическое, селекционное, организационно-экономическое), что обеспечит синергетический эффект, а именно повышение производительности и оплаты труда в молочном скотоводстве.

Таким образом, уровень производительности труда зависит от многих факторов, в том числе результаты труда в молочном скотоводстве зависят от природных условий в большей степени, чем в других отраслях экономики. При одних и тех же затратах труда в зависимости от сложившихся погодных условий, плодородия почв, биологических возможностей скота можно получить разное количество продукции [6–9].

Материал и методы исследования / Materials and method

В ходе исследования с целью установления степени связи между производительностью труда и факторами, влияющими на её уровень, нами проведён многофакторный корреляционно-регрессионного анализа с использованием пакета прикладных программ «Microsoft Excel». Информационной базой исследования послужили материалы региональной статистики, годовые отчёты сельскохозяйственных организаций регионального АПК, данные сводного годового отчёта по совокупности районов Брянской области.

Исследование проводилось на основе изучения массовых данных с использованием комплекса методов: диалектического, экономико-статистического, корреляционно-регрессионного, расчётно-конструктивного, абстрактно-логического и других методов [10–18].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В ходе исследования с целью установления степени влияния и тесноты связи между производительностью труда и факторами, влияющими на её уровень, нами проведён многофакторный корреляционно-регрессионного анализа [19]. Информационной базой исследования послужили данные сводного годового отчёта по совокупности районов Брянской области, анализ причинно-следственных связей проводился с использованием пакета прикладных программ «Microsoft Excel».

Качественный, глубокий анализ факторов, оказывающих влияние на производительность труда, позволил отобрать следующие 4 существенных фактора:

X_1 – цена реализации 1 ц молока, руб.;

X_2 – нагрузка коров на 1 оператора машинного доения, гол.;

X_3 – фондовооружённость труда, тыс. руб.;

X_4 – среднемесячная заработная плата оператора машинного доения, руб.

На первом этапе исследовались парные зависимости между анализируемыми показателями: так, умеренная связь наблюдается между результативным признаком и ценой реализации 1 ц молока (X_1), руб. ($R_{xy1} = 0,4697$). Тесная корреляционная связь отмечается между производительностью труда и следующими факторами: фондовооружённость труда (X_3), тыс. руб. ($R_{yx3} = 0,6061$); среднемесячная заработная плата 1 работника (X_4), руб. ($R_{yx4} = 0,5679$). Сравнивая парные коэффициенты корреляции между производительностью труда и нагрузкой коров на 1 работника молочного скотоводства (X_2), можно сделать вывод, что связь между ними высокая ($R_{yx2} = 0,7055$).

На втором этапе основой методологии оценки факторов роста (снижения) уровня производительности труда стал метод регрессионного моделирования.

Многофакторная модель имеет вид:

$$Y_{xi} = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots + a_nX_n.$$

Параметры модели $a_0, a_1, a_3, \dots, a_n$ находятся путём решения общеизвестной системы нормальных уравнений [20].

Многофакторная модель производительности труда в молочном скотоводстве имеет вид:

$$Y_{xi} = -2187 + 0,663X_1 + 42,077X_2 + 0,191X_3 + 0,039X_4$$

Коэффициент множественной корреляции составил 0,910, что характеризует прямую и тесную связь вошедших в модель факторов и результативного показателя. Табличное значение Фишера ($F_{\text{табл}}$) при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $v_1 = 4$, $v_2 = 20$ равно 2,9, что меньше фактического значения ($F_{\text{факт}} = 18,47$). Совокупный коэффициент детерминации $R^2 = 0,787$ означает, что 78,7% всей вариации производительности труда объясняется вариацией учтённых факторов. Случайные, в том числе исключённые из корреляционно-регрессионной модели факторные признаки, характеризуют только 21,3% вариации производительности труда. Коэффициенты регрессии значимы при 5%-ном уровне, так как фактические значения критерия Стьюдента превышают табличное значение – 2,086.

В ходе исследования определены частные коэффициенты эластичности, стандартизированные коэффи-

Таблица 2. Предварительный расчёт и прогноз производительности труда в молочном скотоводстве Брянской области на 2021–2023 гг.

Table 2. Preliminary calculation and forecast of labor productivity in dairy cattle breeding in the Bryansk region for 2021–2023

Показатели	Модель	Прогноз		
		2021 г.	2022 г.	2023 г.
Цена реализации 1 ц молока (X_1), руб.	$y = -8,0475x^2 + 247,5x + 893,03$ $R^2 = 0,9221$	2434	2563	2642
Нагрузка коров на 1 работника молочного скотоводства (X_2), гол.	$y = 0,2294x^2 - 2,0344x + 46,958$ $R^2 = 0,4693$	48	49	52
Фондовооружённость труда (X_3), тыс. руб.	$y = -0,9774x^2 + 57,626x + 126,62$ $R^2 = 0,9975$	566	605	642
Среднемесячная заработная плата 1 работника (X_4), руб.	$y = 28,115x^2 + 1909,5x + 9538,7$ $R^2 = 0,9921$	28 997	31 445	33 945
Производство молока на 1 среднегодового работника (Y), ц	$Y_{xi} = -2187 + 0,663X_1 + 42,077X_2 + 0,191X_3 + 0,039X_4$	2685	2915	3199

Источник: рассчитано авторами на основе данных сводных годовых отчётов по сельскому хозяйству Брянской области

циенты регрессии – β , коэффициенты отдельного определения.

Коэффициенты эластичности ($\varepsilon = a_i \cdot \frac{x_i}{y}$), отражающие относительную силу влияния факторных признаков на результативный, имеют вид:

$$\varepsilon_{yx_1} = 0,663 \cdot \frac{2204}{1821} = 0,803, \quad (7)$$

$$\varepsilon_{yx_2} = 42,077 \cdot \frac{41}{1821} = 0,942, \quad (8)$$

$$\varepsilon_{yx_3} = 0,191 \cdot \frac{206}{1821} = 0,022, \quad (9)$$

$$\varepsilon_{yx_4} = 0,039 \cdot \frac{20318}{1821} = 0,434. \quad (10)$$

Рассчитанные значения коэффициентов эластичности свидетельствуют о наибольшей степени влияния на результативный показатель нагрузки коров на 1 оператора машинного доения, цены реализации 1 ц молока и среднемесячной заработной платы. Очевидно, что с увеличением нагрузки коров на 1 оператора машинного доения на 1% производительность труда возрастёт на 0,942%; с ростом цены реализации 1 ц молока и среднемесячной заработной платы на 1% выработка 1 оператора машинного доения вырастет на 0,803% и 0,434% соответственно. Полученные значения β -коэффициента ($\beta = a_i \cdot \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$) также подтверждают наиболее сильное влияние трудовой нагрузки ($\beta_{yx_2} = 0,626$), среднемесячной заработной платы ($\beta_{yx_4} = 0,320$), а также цены реализации 1 ц молока ($\beta_{yx_1} = 0,289$).

На основе расчёта прогнозных значений факторных признаков в соответствии с тенденцией их изменений

за 2013–2020 гг. определён сценарий развития производительности труда на краткосрочную перспективу (табл. 2).

Проведённые расчёты показали, что нагрузка коров на 1 работника молочного скотоводства в 2021 г. и в 2022 г. составит 48 гол. и 49 гол. соответственно, а в 2023 г. – 52 гол. Среднемесячная заработная плата операторов молочного доения в регионе должна была увеличиться к 2021 г. до 28 997 руб., к 2022 г. – до 31 445 руб., а к 2023 г. – до 33 945 руб. В результате по уравнению множественной регрессии производительность труда в молочном скотоводстве Брянской области должна составить 2685 ц в 2021 г. и 2915 ц – в 2022 г., а в 2023 г. – 3199 ц.

Выводы / Conclusion

В молочном скотоводстве Брянской области наблюдается номинальное увеличение производительности труда в 2,2 раза в результате высвобождения живого труда и одновременного снижения объёма производства молока. В свою очередь, реальный рост производительности труда в регионе необходимо обеспечивать не за счёт низкой стоимости труда, а за счёт увеличения эффективного использования капитала и материальных ресурсов, а также внедрения цифровых автоматизированных новшеств. Основные резервы роста производительности труда заложены в факторах заработной платы и трудовой нагрузки работников молочного скотоводства, что подтверждается проведённым корреляционно-регрессионным анализом.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Медведева Т.Н. Влияние человеческого капитала на развитие сельских территорий. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2020; 9, 67–73.
2. Мухаметова А.Д. Методический подход концептуальной модели управления региональным развитием на основе использования человеческого капитала. *Экономика и управление: научно-практический журнал*. 2021; 3 (159), 67–72.
3. Гриценко В.С., Дзарасов Р.С. Потребности в информационных ресурсах в условиях полупериферийного капитализма. *Вопросы политической экономики*. 2018; 4, 57–77.
4. Бельченко С.А., Ториков В.Е., Малияко И.В., Белоус И.Н., Осипов А.А. Развитие мясо-молочной отрасли АПК Брянской области – 2019 год. *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020; 3 (79). С. 10–20.
5. Чирков Е.П., Ларетин Н.А., Нестеренко Л.Н. и др. Развитие организационно-экономического механизма в системе ведения агропромышленного производства региона. Брянск: МСХ РФ, Брянская ГСХА, 2014. 10–16.
6. Ленчук Е.Б. Производительность труда в России и в мире. Влияние на конкурентоспособность экономики и уровень жизни. Аналитический вестник Совета Федерации Федерального Собрания РФ. 2016; 29 (628). С. 15–22.
7. Чирков Е.П., Храмченкова А.О., Кирдишчева Д.Н. Определение производительности труда в молочном скотоводстве. *Аграрная наука*. 2013; 2, 5–6.
8. Храмченкова А.О. Оценка эффективности труда в молочном скотоводстве. *Вестник Воронежского ГАУ им. Императора Петра I*. 2020; 1 (64). 124–133.
9. Храмченкова А.О., Чирков Е.П. Стратегия развития молочного скотоводства Брянской области, обеспечивающая эффективное использование ресурса труда. *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020; 5(81), 43–53.
10. Айвазян С.А. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных. М.: Финансы и статистика, 1983. 471 с.
11. Френкель А.А. Математический анализ производительности труда. 2-е издание. Москва: Ленанд, 2022. 168 с.
12. Боев В.Р. Методы экономических исследований в агропромышленном производстве. М.: РАСХН, 1999. 260 с.

REFERENCES

1. Medvedeva T.N. The impact of human capital on the development of rural areas. *Economics of agricultural and processing enterprises*. 2020; 9, 67–73. (In Russian).
2. Mukhametova A.D. Methodological approach of the conceptual model of regional development management based on the use of human capital. *Economics and Management: a scientific and practical journal*. 2021; 3(159), 67–72. (In Russian).
3. Gritsenko V.S., Dzarasov R.S. The need for information resources in the conditions of semi-peripheral capitalism. *Questions of political economy*. 2018; 4, 57–77. (In Russian).
4. Belchenko S.A., Torikov V.E., Malyavko I.V., Belous I.N., Osipov A.A. Development of the meat and dairy industry of the agro-industrial complex of the Bryansk region – 2019. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2020; 3 (79). P. 10–20. (In Russian).
5. Chirkov E.P., Laretin N.A., Nesterenko L.N. et al Development of organizational and economic mechanism in the system of agro-industrial production in the region. Bryansk, MARF, Bryansk State Agricultural Academy, 2014. 10–16. (In Russian).
6. Lenchuk E.B. Labor productivity in Russia and in the world. Influence on the competitiveness of the economy and the standard of living. *Analytical Bulletin of the Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation*. 2016; 29 (628). P. 15–22. (In Russian).
7. Chirkov E.P., Khranchenkova A.O., Kirdishcheva D.N. Determination of labor productivity in dairy cattle breeding. *Agrarian science*. 2013; 2, 5–6. (In Russian).
8. Khranchenkova A.O. Evaluation of labor efficiency in dairy cattle breeding. *Bulletin of the Voronezh State University named after Emperor Peter I*. 2020; 1 (64). 124–133. (In Russian).
9. Khranchenkova A.O., Chirkov E.P. Strategy for the development of dairy cattle breeding in the Bryansk region, ensuring the effective use of labor resources. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2020; 5 (81). 43–53. (In Russian).
10. Ayvazyan S.A. Applied statistics: Fundamentals of modeling and primary data processing. M.: Finance and Statistics. 1983. 471 p. (In Russian).
11. Mathematical analysis of labor productivity. 2th ed. Moscow: Lenand, 2022. 168 p. (In Russian).
12. Boev V.R. Methods of economic research in agro-industrial production. Moscow: Russian Academy of Agricultural Sciences, 1999. 260 p. (In Russian).

13. Пономарев А.Б., Пикулева Э.А. Методология научных исследований: Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. 186 с.
14. Колмогоров Ю. Н. Методы и средства научных исследований. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017, 152 с.
15. Ниворожжина Л.И. Арженовский С.В. Многомерные статистические методы в экономике. Москва: Издательский Центр РИОР, 2018, 203 с.
16. Кобелев Н.Б. Практика применения экономико-математических методов и моделей. М.: ЗАО «Финстатинформ», 2000. 246 с.
17. Ганичева А.В.; Ганичев А.В. Математические методы и модели в агропромышленном комплексе. М.: Тверь: Твер. гос. с.-х. акад., 2019. 188 с.
18. Гончаров В.Д., Сальников С.Г., Иванова З.А. Моделирование и прогнозирование АПК. Москва: Ким Л.А. 2020, 270.
19. Нефёдов Б.А., Хохрина О.М. Интегральный показатель эффективности функционирования машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий. *Международный научный журнал*. 2013; 2, 9–12.
20. Гореева Н.М. Динамическая модель и прогнозирование тенденций производительности труда в сельском хозяйстве. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2020; 2, 44–48.

ОБ АВТОРАХ:

Дарья Николаевна Кирдищева, кандидат экономических наук., доцент кафедры экономики и менеджмента, Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: kirdishcheva@bk.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-5552-6112>.

Оксана Михайловна Хохрина, к.э.н., доцент кафедры экономики и менеджмента, Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: kseliny@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-4308-8183>.

13. Ponomarev A.B., Pikuleva E.A. Methodology of scientific research. Perm: Publishing house of Perm. nats. research. polytech. un-ta, 2014. 186 p. (In Russian).
14. Kolmogorov Yu. N. Methods and means of scientific research: Yekaterinburg: Ural Publishing House. un-t, 2017, 152 p. (In Russian)
15. Nivorozhkina L.I. Arzhenovsky S.V. Multidimensional statistical methods in economics. Moscow: RIOR Publishing Center. 2018, 203 p. (In Russian)
16. Kobelev N.B. The practice of applying economic and mathematical methods and models. Moscow: CJSC Finstatinform, 2000. 246 p. (In Russian)
17. Ganicheva A.V.; Ganichev A.V. Mathematical methods and models in the agro-industrial complex. Moscow: Tver: Tver State Agricultural Academy, 2019. 188 p. (In Russian).
18. Goncharov V.D., Salnikov S.G., Ivanova Z.A. Modeling and forecasting of agroindustrial complex. Moscow: Kim L.A. 2020, 270. (In Russian)
19. Nefedov B.A., Khokhrina O.M. Integral indicator of the efficiency of the functioning of the machine and tractor fleet of agricultural enterprises. *International Scientific Journal*. 2013; 2, 9–12. (In Russian)
20. Goreeva N.M. Dynamic model and forecasting of labor productivity trends in agriculture. *Economics of agricultural and processing enterprises*. 2020;2, 44–48. (In Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

Darya Nikolaevna Kirdishcheva, Candidate of Economics, Associate Professor of the Department of Economics and Management, Bryansk State Agrarian University, Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: kirdishcheva@bk.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-5552-6112>.

Oksana Mikhailovna Khokhrina, Candidate of Economics, Associate Professor of the Department of Economics and Management, Bryansk State Agrarian University, Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: kseliny@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-4308-8183>.

Е.Ю. Бобкова¹, ✉
С.Е. Терентьев²,
Д.И. Воробьев¹,
И.А. Григорьянц¹,
К.С. Исаева³,
А.С. Мухамеджанова³

¹ Московский государственный
университет технологий и управления
им. К.Г. Разумовского,
Москва, Российская Федерация

² Смоленская государственная
сельскохозяйственная академия,
Смоленск, Российская Федерация

³ Торайгыров университет,
Павлодар, Республика Казахстан

✉ vica3@yandex.ru

Поступила в редакцию:
24.06.2022

Одобрена после рецензирования:
10.10.2022

Принята к публикации:
25.11.2022

Elena Y. Bobkova¹, ✉
Sergei E. Terentev²,
Dmitry I. Vorobyev¹,
Igor A. Grigoryants¹,
Kuralay S. Issayeva³,
Akmaral S. Mukhamejanova³

¹ Moscow State University
of Technologies and Management
named after K. G. Razumovsky,
Moscow, Russian Federation

² Smolensk State Agricultural Academy,
Smolensk, Russian Federation

³ Toraihyrov University,
Pavlodar, Republic of Kazakhstan

✉ vica3@yandex.ru

Received by the editorial office:
24.06.2022

Accepted in revised:
10.10.2022

Accepted for publication:
25.11.2022

Оценка экономической эффективности внедрения процесса акустической заморозки в производстве замороженных блюд

РЕЗЮМЕ

Настоящая статья представляет собой оценку экономической эффективности внедрения акустической заморозки блюд. На основе исходных данных, таких как объем инвестиций, объем продукции и основные конкурентные преимущества рассматриваемой технологии, были рассчитаны основные экономические показатели. Доказано, что внедрение новой технологии позволит увеличить выручку организации за счет ее возможности повышать отпускные цены на замороженные полуфабрикаты с новыми качественными свойствами. Рентабельность новой производственной линии составила 11%. Срок окупаемости внедрения данного технического решения составит менее 2,5 лет. Доказано, что технология заморозки блюд с применением акустического воздействия экономически выгодна.

Ключевые слова: продукты питания, акустическая заморозка, рентабельность, срок окупаемости, замороженные блюда

Для цитирования: Бобкова Е.Ю. и др. Оценка экономической эффективности внедрения процесса акустической заморозки в производстве замороженных блюд. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 160–164. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-160-164> (In English).

© Бобкова Е.Ю., Терентьев С.Е., Воробьев Д.И., Григорьянц И.А., Исаева К.С., Мухамеджанова А.С.

Evaluation of economic efficiency of introduction of the acoustic freezing process in the frozen meals production

ABSTRACT

The present article presents an evaluation of economic efficiency of the introduction of meals acoustic freezing. Based on the initial data, like the amount of investments, the volume of products and the main competitive advantages of the technology under consideration, the main economic indicators were calculated. It has been proved that the introduction of new technology will increase the organization's revenue due to its capability to increase the selling prices for frozen meals with new quality properties. The profitability of the new production line accounted for 11%. The payback period for implementation of this technical solution will be less than 2.5 years. It has been proved that the technology of meals freezing with application of acoustic effects is cost-effective.

Key words: foodstuffs, acoustic freezing, profitability, payback period, frozen meals production

For citation: Bobkova E.Y. et al. Evaluation of economic efficiency of introduction of the acoustic freezing process in the frozen meals production. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 160–164. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-160-164>

© Bobkova E.Y., Terentev S.E., Vorobyev D.I., Grigoryants I.A., Issayeva K.S., Mukhamejanova A.S.

Введение / Introduction

The food industry is an essential and integral part of the state economy. The peculiar feature of this industry is the seasonality of raw materials harvesting and high risks related with the storage, processing and transportation of the raw materials and finished products, as well as their sale [1–6]. Therefore, the priority task for this industry is an introduction of technological solutions that allow extension of the storage periods for both agricultural raw materials and for the finished products [7–9] under mandatory condition – the products must comply with the requirements of international standards for food safety [10, 11]. One of these methods is acoustic freezing. Acoustic freezing is the freezing technology providing for the product freezing by the low temperatures and by acoustic waves at the same time. The acoustic waves create microscopic crystals in the depth of the product, which do not destroy the native structure of the product [12, 13].

The use of this technology will reduce production costs, increase the rational use of resources, help achieve higher economic indicators and, above all, will increase production efficiency.

Thus, it is advisable to evaluate the effectiveness of introduction of acoustic freezing technology in the food industry.

Материал и методы исследования / Materials and method

During the research, a range of indicators will be used, which are calculated using the following formulas:

Sales revenue:

$$B = V \times P, \quad (1)$$

where V – volume of the produced products;
 P – price for the piece.

Cost of sales:

$$C_{sales} = SC_{total} + SC + R_{beg} - R_{end}, \quad (2)$$

where SC_{total} – total self-cost of the manufactured products,

SC – selling costs,

R_{beg} and R_{end} – remains of unsold finished products as of the beginning and the end of the accounting period.

Sales profit:

$$P_{sales} = \Pi_B - SC - AE, \quad (3)$$

where P_{gross} – gross profit;

SC – selling costs;

AE – administrative expenses.

Profit before tax:

$$P_{bt} = P_{sales} + I_{rec} - I_{pay} + OI - OE, \quad (4)$$

where P_{bt} – profit before tax;

P_{sales} – profit from sales;

I_{partic} – income from participation in other enterprises;

I_{rec} – interest receivable;

I_{pay} – interest payable;

OI and OE – other incomes and expenses.

Net profit (NP):

$$NP = REV - C_{sales} - AE - SE + OI - OE - IT, \quad (5)$$

where REV – revenue;

C_{sales} – cost of sales;

AE and SE – administrative and selling expenses;

OI and OE – other incomes and expenses.;

IT – income tax.

Return on assets (R_{as}):

$$R_{sa} = \frac{N_p}{S_a} \times 100\%, \quad (6)$$

where N_p – net profit;

S_a – sum of assets.

Return on production:

$$R_{pr} = Pr \div S_c \times 100, \quad (7)$$

where R_{pr} – return on production;

Pr – profit;

S_c – self-cost.

Return on sales (R_{sales}):

$$R_{sales} = \frac{P_{sales}}{REV} \times 100\%, \quad (8)$$

where P_{sales} – profit from sales;

REV – revenue from sales.

Net profit margin:

$$NPM = \frac{N_{profit}}{REV} \times 100, \quad (9)$$

where REV – revenue from sales;

N_{profit} – net profit.

Ratio of absolute liquidity (R_{al}):

$$R_{al} = \frac{MF + STFI}{CSTI}, \quad (10)$$

where MF – monetary funds, thousand rubles;

$STFI$ – short-term financial investments, thousand rubles;

$CSTI$ – current short-term indebtedness, thousand rubles.

Critical ratio of liquidity (CR_l):

$$CR_l = \frac{MF + STAR}{CSTI}, \quad (11)$$

where MF – monetary funds, thousand rubles;

$STAR$ – short-term accounts receivable up to 12 months, thousand rubles;

$CSTI$ – current short-term indebtedness, thousand rubles.

The recommended value for this indicator is not less than 1.

Ratio of current liquidity (R_{cl}):

$$R_{cl} = \frac{CA}{CSTI}, \quad (12)$$

where CA – current assets, thousand rubles;

$CSTI$ – current short-term indebtedness, thousand rubles.

Ratio of own sources coverage (R_{osc}):

$$R_{osc} = \frac{EC - NCA}{CA}, \quad (13)$$

where EC – equity capital, thousand rubles;

NCA – non-current assets, thousand rubles;

CA – circulating assets, thousand rubles.

The established norm value for this indicator is equal to 0.1.

Ratio of the enterprise autonomy (R_{eauton}):

$$R_{eauton} = \frac{EC}{CB}, \quad (14)$$

where EC – equity capital, thousand rubles;
 CB – currency of balance, thousand rubles.

Ratio of funding ($R_{funding}$):

$$R_{funding} = \frac{EC}{BF}, \quad (15)$$

where EC – equity capital, thousand rubles;
 BF – borrowed funds, thousand rubles.

Ratio of financial stability (R_{fs}):

$$R_{fs} = \frac{EC + LTBF}{CB}, \quad (16)$$

where EC – equity capital, thousand rubles;
 $LTBF$ – long-term borrowed funds, thousand rubles;
 CB – currency of balance, thousand rubles.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

The financial evaluation of the acoustic freezing introduction involves evaluation of development and installation additional equipment. The list of necessary equipment for completing the installation for acoustic freezing of meals includes 74 machinery items, with a total cost of 1 583 839 rubles.

In addition to the concurrent costs, it is necessary to determine the operating costs to keep the installation operable. The running costs include the coolant. The coolant of R404A type is used; its consumption is 3.6 kg. Electric power for technological needs is accounted through a separate article. Electric power consumption does not exceed 6.0 kW/h.

In addition technical maintenance of the technological unit is required. Technical maintenance requires two types of specialists: engineers and technicians, as well as IT specialist. Let's suppose the monthly surcharge for the additional volume of work is 5 thousand rubles. Also, the planned and unscheduled repairs of the acoustic freezing line will be required. The amount of additional costs for repair and maintenance of the installation will be set at 10% of the cost of basic and additional equipment. The total calculation of operational costs per 1 year of operation is 897 691 rubles.

One unit of equipment allows cooling and freezing 93 622.5 kg of meals per year, taking into account the downtime for scheduled repairs of the equipment.

Provided that meals acoustic freezing unit is loaded at a design level of 93 620 kg of meals per year, for the study period – 5 years – the cost of each kilogram of refrigerated and frozen meals will amount to 13.7 rubles.

However, this technology is distinguished by a number

of advantages, such as: the organoleptic characteristics of acoustically frozen meals are higher; they feature longer shelf life and low weight loss during thawing.

So, having determined the mass of frozen meals, in our case – ready-made full meals at the level of 93 620 kg, and knowing the cost of production and the cost of selling this finished product – it is possible to determine how the production performance values will change during the considered period.

The planned economic indicators of the enterprise are presented in the Table 1 below.

The cost of production and sales will not increase at the same rate, and therefore the rate of gross revenue growth will exceed the rate of expenses growth. However, the prime cost will also increase due to inflation, as well as due to expenses for purchasing and maintaining the new equipment, which ensures the introduction of a new technology for freezing products using acoustic wave influences. Sales expenses and administrative expenses will increase gradually. The amount of net profit in the planned period increases.

These financial results will influence the indices of profitability. Let's calculate those indices that are influenced by the introduction of new technology (table 2).

The table data show increase of the profitability indices. The exception is the value of the profitability of sales and profitability of production in the year following the baseline date. This is explained by the fact that at this period it is technically necessary to introduce the process of freezing meals with application of acoustic waves. After a period of this technology introduction, all indices of performance begin to increase steadily.

Table 1. Structure of profit and cost

Index	Value, thousand rubles	Planned period				
Revenue (net) from the sale of goods, works and services	44 323	47 869	50 741	53 278	55 409	57 071
Cost of sales of goods, products, works and services	40 073	44 177	45 106	46 067	47 063	48 093
Gross profit	4250	3692	5635	7211	8347	8979
Business expenses	286	295	303	313	322	332
Administrative expenses	750	773	796	820	844	869
Profit (loss) from sales	3214	2625	4536	6079	7181	7778
Profit (loss) before tax	602	750	890	1031	1144	1255
Income tax	120	150	178	206	229	251
Net profit	481	600	712	825	915	1004

Table 2. Forecasted values of profitability coefficients

Coefficient	Periods	Meaning, %	Planned period				
Return on assets	By profit before tax	71.9	94.1	108.5	122.4	132.0	140.9
	By net profit	57.5	75.3	86.8	97.9	105.6	112.7
Return on sales	By profit from core activities	7.3	5.5	8.9	11.4	13.0	13.6
	By net profit	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8
Production profitability	By profit from core activities	8.0	5.9	10.1	13.2	15.3	16.2
	By net profit	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9	2.1

The analysis of resource turnover values is presented in table 3 below.

These values changed significantly due to the fact that introduction of new technology provides the new possibilities for storing of the finished products; so the accounting approach to formation of circulation funds in general and revolving funds in particular changes too.

The introduction of a new technology for freezing meals under acoustic waves will have a significant impact on efficiency of labor resources (table 4).

It is planned to increase the number of employees in the enterprise. This is explained by increase of production volumes in the enterprise. However, despite the increase in the number of personnel, the labor productivity increases throughout the study period. The profitability of the personnel also increases. The growth of this value means an increase in labor resources efficiency.

The analysis of the impact of the introduction of the technology of freezing meals with the use of acoustic effects on the economic efficiency of the organization as a whole showed an increase in indicators.

However, it is also necessary to determine the indicators of return on investment to the new technology. This rate of return can be calculated by determining the increment in the financial of the indicators of the enterprise performance, i.e. by increase of revenue obtained from the introduction of this technology (table 5).

The profitability of this enterprise was equal to 11%. The payback period for this technical solution will be less than 2.5 years.

Therefore the conducted analysis allows concluding that the technology of freezing the ready-made meals using acoustic effects is cost-effective.

Moreover, the evaluation of economic impact of introduction of the new technology of freezing meals by acoustic effects on the final financial performance of the enterprise is positive. The indicators of labor resources efficiency increased, the labor productivity of the enterprise personnel improved, the indicators of the turnover of working capital improved too. The system of the rate of return indices, which are considered the most comprehensive indicators for evaluation of efficiency, also showed significant growth.

Thus, the introduction of the technology of freezing meals by acoustic effects can be recommended for its practical application in the industrial enterprise.

Выводы / Conclusion

The introduction of new technology will increase the enterprise rate of revenue due to the technical capability to increase the selling prices for frozen meals of new quality.

The payback period of the new technology introduction was determined. This period can be calculated by determining the increments in the financial performance indices of the enterprise, i.e. through increase of revenue obtained from the introduction of the new technology.

The profitability index of this technological line accounted for 11%. The payback period for this technical solution will be less than 2.5 years. Therefore the conducted analysis allows concluding that the technology of freezing the ready-made meals using acoustic effects is cost-effective.

Table 3. Planned values of assets turnover

Index		Base period value	Planned period				
			1	2	3	4	5
Turnover ratio	Assets	61.39	58.60	62.75	64.08	64.84	64.94
	Current assets	73.26	63.12	62.79	64.12	64.84	64.94
	Circulation funds	189.01	127.31	119.22	121.91	123.46	123.82
	Revolving funds	111.09	113.06	118.52	120.83	122.00	122.00
	Finished products	547.20	319.13	328.42	334.80	338.05	338.05
Turnover duration	Assets	5.95	6.23	5.82	5.70	5.63	5.62
	Current assets	4.98	5.78	5.81	5.69	5.63	5.62
	Circulation funds	1.93	2.87	3.06	2.99	2.96	2.95
	Revolving funds	3.29	3.23	3.08	3.02	2.99	2.99
	Finished products	0.67	1.14	1.11	1.09	1.08	1.08

Table 4. Forecasted values of labor productivity

Index	Base period value	Planned period			
Average number of personnel, people	32	34	35	36	37
Labor productivity, thousand rubles / person	1385.09	1492.38	1522.23	1539.14	1542.47
Profitability of personnel, %	18.81	26.18	29.47	31.77	33.93

Table 5. Evaluation of the efficiency of the installation for freezing meals using acoustic effects

Years	1	2	3	4	5
Increase in proceeds from the sale of ready-made frozen meals using the new technology, rub.	1 123 470	1 157 735.8	1 193 047	1 229 435	1 266 932
Unit development and maintenance costs, rub.	1 599 430	897 691	929 110.2	961 629	995 286.1
Cumulative cash flow, rub.	-475 960	-215 915.2	48 021.43	315 827.1	587 473.5

Moreover, the evaluation of economic impact of introduction of the new technology of freezing meals by acoustic effects on the final financial performance of the enterprise is positive.

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.

Thus, the introduction of the technology of freezing meals by acoustic effects can be recommended for its practical application in the industrial enterprise.

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 / REFERENCES

1. Anichkina O., Terekhova A., Arsinova A., Akulina E., Dotsenko E. Evaluation of the effectiveness of an investment project for the processing of whey. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 677(2).
2. Sarkar T. et al. The fuzzy cognitive Map–Based shelf-life modelling for food storage. *Food Analytical Methods*. 2021. DOI:10.1007/s12161-021-02147-5
3. Abylkassimova Z. et al. Integrated production and distribution scheduling in the dual-purpose supply chain with environmental aspects and delays. *Industrial Engineering and Management Systems*. 2021; 20(2):304–314. DOI:10.7232/iems.2021.20.2.304
4. Kuderinova N. et al. Optimizing the combined problem of facility location and multi-objective supplier selection using a comprehensive benchmarking method. *Industrial Engineering and Management Systems*. 2021; 20(2):248–257. DOI:10.7232/iems.2021.20.2.248
5. Suychinov A. et al. Random optimization of the green closed chain supply chain of perishable products. *Industrial Engineering and Management Systems*. 2021; 20(2):258–229. DOI:10.7232/iems.2021.20.2.258
6. Anichkina O. et al. Development strategy of agricultural enterprises in the production of high-tech products. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2019; 403.
7. Almatroodi S.A., Almatroudi A., Alsahli M.A., Rahmani A.H.. Grapes and their Bio-active Compounds: Role in Health. Management Through Modulating Various Biological Phcogj.com Activities. *Pharmacognosy Journal*. 2020; 12(6):1455–1462.
8. Abilmazhinov Y. et al. Technical characteristics and construction features of meat grinders. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 2020; 8(Special Issue 2):361–367. DOI:10.18006/2020.8(SPL-2-AABAS).S361.S367
9. Torshina O., Panova L., Moskvina E., Smirnova L., Somova Y., Limarev A., Zotov S., Makhacheva E., Khayrullin M. Simulation methods as an effective tool for solving healthy applied and theoretical problems. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2019; 11(4):286–290.
10. Santesteban L.G., Miranda C., Royo J.B. Influence of the freezing method on the changes that occur in grape samples after frozen storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2013; 93:3010–3015.
11. Okuskhanova E. et al. Functional and physical properties of oil-in-water emulsion based on sodium caseinate, beef rumen and sunflower oil and its effect on nutritional quality of forcemeat. *Journal of Dispersion Science and Technology*. 2021. DOI:10.1080/01932691.2021.1950008
12. Tretyak L. et al. The use of ozone-air mixture for reduction of microbial contamination in grain brewing raw material. *Annual Research and Review in Biology*. 2017; 14(6). DOI:10.9734/ARRB/2017/33292
13. Paul E.F. et al. Radiosensitivity of two varieties of watermelon (citrullus lanatus) to different doses of gamma irradiation. *Revista Brasileira De Botanica*. 2020; 43(4):897–905. DOI:10.1007/s40415-020-00659-8

ОБ АВТОРАХ:

Елена Юрьевна Бобкова,

кандидат экономических наук, доцент,
Московский государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского (первый казачий
университет), ул. Земляной Вал, 73, 109004, Москва,
Российская Федерация
E-mail: vica3@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8934-1842>

Сергей Евгеньевич Терентьев,

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Смоленская государственная сельскохозяйственная
академия, ул. Большая Советская, 10/2, Смоленск, 214000,
Российская Федерация
E-mail: a1c3@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8546-7253>

Дмитрий Игоревич Воробьев,

кандидат экономических наук, доцент,
Московский государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского (первый казачий
университет), ул. Земляной Вал, 73, 109004, Москва,
Российская Федерация
E-mail: d.vorobyev@mgut.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8429-5752>

Игорь Александрович Григорьянц,

кандидат экономических наук, доцент,
Московский государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского (первый казачий
университет), ул. Земляной Вал, 73, 109004, Москва,
Российская Федерация
E-mail: i.grigoryants@mgut.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4193-9404>

Куралай Сметкановна Исаева,

кандидат технических наук, профессор,
Торайгыров университет, ул. Ломова 64, Павлодар, 140008,
Республика Казахстан
E-mail: issayevakuralay@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4533-0188>

Акмарал Сагындыковна Мухамеджанова,

магистр, ст. преподаватель,
Торайгыров университет,
ул. Ломова 64, Павлодар, 140008, Республика Казахстан
E-mail: akmaral1411@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3238-1269>

ABOUT THE AUTHORS:

Elena Yurievna Bobkova,

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and
management (The First Cossack University), 73 Zemlyanoy Val,
109004, Moscow, Russian Federation
E-mail: vica3@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8934-1842>

Sergei Evgenyevich Terentev,

Candidate of Agricultural Sciences, docent,
Smolensk State Agricultural Academy, st. Bolshaya Sovetskaya,
10/2, Smolensk, 214000, Russian Federation
E-mail: a1c3@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8546-7253>

Dmitry Igorevich Vorobyev,

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and
management (The First Cossack University), 73 Zemlyanoy Val,
109004, Moscow, Russian Federation
E-mail: d.vorobyev@mgut.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8429-5752>

Igor Aleksandrovich Grigoryants,

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and
management (The First Cossack University), 73 Zemlyanoy Val,
109004, Moscow, Russian Federation
E-mail: i.grigoryants@mgut.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4193-9404>

Kuralay Smetkanovna Issayeva,

candidate of technical sciences, Professor,
Toraihyrov University,
64 Lomov str., Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan
E-mail: issayevakuralay@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4533-0188>

Akmaral Sagyndykovna Mukhamejanova,

Master, Senior lecturer,
Toraihyrov University,
64 Lomov str., Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan
E-mail: akmaral1411@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3238-1269>

УДК 334.73.01

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-165-171

**С.Г. Головина, ✉
А.В. Ручкин***Уральский государственный
аграрный университет,
Екатеринбург, Российская Федерация*

✉ s_golovina@yahoo.com

Поступила в редакцию:
30.09.2022Одобрена после рецензирования:
15.10.2022Принята к публикации:
25.11.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-165-171

**Svetlana G. Golovina, ✉
Aleksey V. Ruchkin***Ural State Agrarian University,
Yekaterinburg, Russian Federation*

✉ s_golovina@yahoo.com

Received by the editorial office:
30.09.2022Accepted in revised:
15.10.2022Accepted for publication:
25.11.2022

Институциональный контекст функционирования сельскохозяйственных кооперативов: региональные особенности

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Проблематика динамичного развития сельскохозяйственной кооперации вновь становится приоритетным вопросом повестки дня аграрных производителей, политиков и учёных, что обусловлено новыми сложностями и вызовами политического, климатического, биологического и прочего характера. Одним из её пунктов является оценка качества институциональной среды функционирования аграрных кооперативов, в связи с чем цель представленного в статье исследования сводится к обзору и анализу её контента, причём с учётом имеющих место региональных особенностей.

Методы. Для изучения и оценки состояния формальных и неформальных институтов, благоприятствующих или ограничивающих деятельность кооперативов, в работе использованы качественные и количественные обзорно-аналитические методы (в частности формально-логический, историко-культурологический, компаративный) и соответствующие им инструменты. Эмпирическую базу при этом составила статистическая информация Росстата и его регионального органа (Управления Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области), а также материалы, полученные в результате социологических обследований, включая глубинные интервью с аграрными производителями (реальными и потенциальными участниками кооперации).

Результаты. К основным итогам исследования можно отнести теоретические и прикладные (скрупулёзно верифицированные) обобщения относительно: (1) направлений и степени влияния институциональной среды на успех деятельности сельскохозяйственных кооперативов, (2) возможностей трансформации институционального окружения в позитивную для кооперации сторону, (3) опций согласованных изменений формальных и неформальных институтов для формирования позитивных трендов развития сельскохозяйственной кооперации. Главный вывод заключается в том, что в то время как неформальные институты, будучи консервативными и немобильными, существенно препятствуют быстрому и эффективному формированию сельскохозяйственных кооперативов в Российской Федерации, именно формальная среда, обладающая большим потенциалом к своевременной адаптации, способна нейтрализовать некоторые серьёзные препятствия успешной эволюции кооперативных практик в сельском пространстве.

Ключевые слова: сельскохозяйственные кооперативы, институциональная среда, формальные институты, неформальные институты, стимулы, ограничения, возможности, риски

Для цитирования: Головина С.Г., Ручкин А.В. Институциональный контекст функционирования сельскохозяйственных кооперативов: региональные особенности. *Аграрная наука*. 2022; 365 (12): 165–171. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-165-171>

© Головина С.Г., Ручкин А.В.

Institutional context of agricultural cooperatives functioning: regional peculiarities

ABSTRACT

Relevance. The problem of the dynamic development of agricultural cooperation is again becoming a priority item on the agenda of agricultural producers, politicians and scientists, due to new complexities and challenges of a political, climatic, biological and other nature. One of its points is the assessment of the quality of the institutional environment for the functioning of agrarian cooperatives, in connection with which the purpose of the study presented in the article is the review and analysis of its content, moreover, taking into account the existing regional characteristics.

Methods. To study and assess the state of formal and informal institutions that favor or restrict the activities of cooperatives, the work uses qualitative and quantitative survey and analytical methods (in particular, formal-logical, historical, cultural, comparative) and corresponding tools. At the same time, the empirical base was made up of statistical information from Rosstat and its regional body (Department of the Federal State Statistics Service for the Sverdlovsk region and the Kurgan region), as well as materials obtained as a result of sociological surveys, including in-depth interviews with agricultural producers (actual and potential participants in cooperation).

Results. The main results of the study include theoretical and applied (rigorously verified) generalizations regarding: (1) the directions and degree of influence of the institutional environment on the success of agricultural cooperatives, (2) the possibilities of transforming the institutional environment in a positive direction for cooperation, (3) options for coordinated changes in formal and informal institutions for the formation of positive trends in the development of agricultural cooperation. The main conclusion is that, while informal institutions, being conservative and immobile, significantly impede the rapid and effective formation of agricultural cooperatives in the Russian Federation, it is the formal environment, which has great potential for timely adaptation, that is able to neutralize some of the serious obstacles to successful evolution of cooperative practices in agricultural sector.

Key words: agricultural cooperatives, institutional environment, formal institutions, informal institutions, incentives, constraints, opportunities, risks

For citation: Golovina S.G., Ruchkin A.V. Institutional context of agricultural cooperatives functioning: regional peculiarities. *Agrarian science*. 2022; 365 (12): 165–171. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-165-171> (In Russian).

© Golovina S.G., Ruchkin A.V.

Введение / Introduction

Развитие сельскохозяйственных кооперативов отличается длительной историей и разносторонним опытом, характеризующимся и значимыми достижениями, и постоянно возникающими проблемами. В сложившихся сегодня условиях необходимость совершенствования деятельности кооперативов в широком сельском контексте обусловлена имеющими место флуктуациями среды, новыми вызовами и угрозами. Как отмечают приверженцы коллективного решения возникающих на селе трудностей (сторонники сотрудничества и кооперации, причём как теоретики, так и практики), время кооперативов вновь настало [1]. Решая в ходе своей эволюции сложные экономические задачи, кооперативы, в основу деятельности которых заложены солидарность, справедливость, ориентация на интересы производителей, играют сегодня важную роль в диверсификации сельской экономики, создании качественных рабочих мест, поддержке уязвимых групп сельского населения, улучшении экологии, выполняя, таким образом, особую миссию по адаптации сельских территорий к ограничениям климатического, биологического, политического (и иного) характера, их преобразованию согласно выдвигаемому обществом предпочтениям и требованиям [2].

Подчёркивая значимость кооперативов в современном мире, президент Международного кооперативного альянса (ICA) А. Гуарко заключает, что именно кооперативы предлагают такую бизнес-модель, которая «способна мобилизовать людей на совместную заботу о себе и окружающей среде, позволяет им выстоять перед лицом трудностей в решении экономических, социальных, экологических и прочих проблем» [3]. В результате, как демонстрирует кооперативная статистика, «почти 12% населения земли являются членами одного из 3 миллионов кооперативов, обеспечивающих возможность трудоустройства для 10% занятого населения, а 300 крупнейших кооперативов (функционирующих в различных организационно-правовых формах) ежегодно генерируют оборот в размере 2146 миллиардов долларов США, одновременно поставляя услуги и совершенствуя инфраструктуру, необходимые обществу для динамичного развития» [4].

И всё же успешность кооперативной деятельности и её эффективность во многом определяются институциональной средой, что обусловлено, во-первых, особой этикой функционирования кооперативов, кооперативными ценностями и принципами, а следовательно, существенной зависимостью рассматриваемых феноменов от неформальных институтов, во-вторых, уникальным местом данных организационных структур в экономическом пространстве, определяемым действующим законодательством и реализуемыми государственными программами, то есть, по сути, совокупностью институтов формальных [5]. Целью исследования, результаты которого представлены в данной статье, является в связи с этим анализ институциональной среды, состоящей, с одной стороны, из формальной её части, контент которой детерминируется кооперативным законодательством и государственной политикой, с другой стороны, из неформальной компоненты, включающей (касательно кооперативов) установившийся уровень доверия, связанный с отношением к солидарности и сотрудничеству как модели социального поведения, характер сложившихся в сельском пространстве социальных сетей. К особенностям предпринятой работы следует отнести учёт региональных аспектов институционального «ландшафта», способствующего или ограничивающего фор-

мирование и развитие сельскохозяйственных кооперативов непосредственно в Свердловской области, отличающегося (помимо значимых флуктуаций среды) серьёзными вызовами климатического, биологического, политического и иного характера.

Материал и методы / Materials and methods

Учитывая двойственную сущность исследуемого объекта (формальная и неформальная институциональная среда функционирования сельскохозяйственных кооперативов), достижению поставленной цели способствовала имплементация таких обзорно-аналитических инструментов и методов, как (1) абстрактно-логический метод, целесообразность применения которого всесторонне обоснована современными течениями институциональной теории, на доктринах и концептуальных подходах которой строится теоретическая часть работы, (2) историко-культурологический метод, эвристическая ценность которого проявила себя в ходе исследования функционирования сельскохозяйственных кооперативов в отечественных условиях среды, (3) инструменты компонентного анализа, наиболее эффективные в процессе изучения современного состояния институциональной среды, в том числе в конкретном российском регионе (Свердловской области). В силу того, что исследование носило не только теоретический характер, но и прикладной, социологические приёмы исследования (глубинные интервью, экспертные оценки) также имели место, особенно в аналитических процедурах оценок состояния неформальных институтов, влияющих на развитие сельскохозяйственной кооперации.

Информационную основу для описания формальных компонентов институциональной среды составили действующие в Российской Федерации в целом и в Свердловской области в частности законы и другие институциональные документы. Обобщающие заключения относительно влияния институтов различного плана на тенденции и динамику кооперативного развития сформулированы в том числе с применением статистических и аналитических материалов Росстата (Федеральной службы государственной статистики РФ), а также его регионального органа – Управления Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области. Компаративный международный анализ предпринят с привлечением информации Международного кооперативного альянса (ICA) и Европейского исследовательского института кооперативных и социальных предприятий (Euricse), публикующих ежегодные отчеты о состоянии кооперативной экономики и перспективах её развития.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Долгосрочной, но важной в сегодняшних обстоятельствах (беспрецедентные внешнеэкономические санкции, разрушение логистических цепочек, последствия COVID-19, климатические аномалии) задачей является (1) спецификация ключевых параметров организационных моделей сельскохозяйственных кооперативов, предполагающих бизнес-ориентированную и социально направленную их деятельность на селе, (2) определение перспективных трендов развития кооперации в сложившихся сегодня условиях. Базовым постулатом в таком поиске является утверждение о необходимости взаимной адаптации разносторонних аспектов функционирования кооперативных структур и окружающей их институциональной среды, в связи с чем изучению подлежит состояние формальных и неформальных ин-

ституты, имеющих прямое отношение к сельскохозяйственной кооперации и способствующих (или, наоборот, препятствующих) развитию таких её современных форм, которые позволяют кооперативным структурам быть конкурентоспособными, соответствовать ожиданиям сельских сообществ, выполнять в границах сельских территорий важные экономические, социальные и экологические функции. Подчеркнём, что именно адаптируемость становится в настоящее время первостепенным источником успеха функционирования сельскохозяйственных кооперативов [6], в то время как ранее условием жизнеспособности данных феноменов считалась безоговорочная реализация ими основных кооперативных принципов (добровольное и открытое членство, демократический контроль и личное участие членов кооператива в экономической деятельности организации, автономность и независимость, инициация процедур образования и обучения членов кооператива, забота о нуждах сельских сообществ) [7]. Следуя данному посылу, кооперативы по всему миру модифицируют свои цели и идентичность, трансформируют организационное устройство, диверсифицируют направления деятельности [8, 9]; при этом важно, чтобы институциональная среда не сдерживала их всестороннее развитие, а создавала для него широкий ряд опций.

Исходя из сформулированной цели исследования и опираясь на институциональный анализ, четыре уровня которого выделяет в своих работах О. Уильямсон [10], остановимся на двух из них, а именно на уровне формальных институтов, представленных, во-первых, нормативно-правовой базой создания и функционирования сельскохозяйственных кооперативов, во-вторых, государственными программами (как федеральными, так и региональными), стимулирующими их развитие различными инструментами государственной поддержки, а также неформальных институтов, отличающихся консервативностью и тесной зависимостью от прошлого в силу специфики ментальных моделей поведения сельских жителей, основанных на традициях, обычаях, сельском укладе жизни и особых социальных нормах. Причём значение имеют не только характеристики тех и других институтов в отдельности, но и такой фактор кооперативного развития, как их согласованность между собой, их взаимная дополняемость (к примеру, ограниченность одних институциональных элементов, преодолеть которую не представляется возможным в короткие сроки, может быть компенсирована возможностями других).

Важно выделить наиболее значимые компоненты институциональной среды, касающиеся развития сельскохозяйственной кооперации. Так, например, в наборе формальных институтов ключевое место, безусловно, занимает законодательство. Вопрос экономического эффекта законов давно находится в центре внимания учёных-экономистов, но лишь в течение последних десятилетий результаты их исследований стали учитываться при проведении экономических реформ (в том числе в процессе трансформации законодательной системы). Начиная оценку сложившейся институциональной среды с институтов формальных, важно констатировать, что законодательство, имеющее отношение к сельскохозяйственным кооперативам, разрабатывалось в Российской Федерации скрупулёзно и с ориентацией на традиционные кооперативные прототипы, всесторонне проявившие свои преимущества в ходе длительной эволюции в различных регионах мира. В то время как многие страны не имеют особого закона, на основе которого бы функционировали непосредственно сельскохозяйственные кооперативы (есть лишь общее кооперативное законодательство), их деятельность в России регламентируется Федеральным законом «О сельскохозяйственной кооперации» (ФЗ № 193, принят Государственной думой 15 ноября 1995 г., вступил в силу 11 января 1996 г., далее – Закон). Будучи базовым институциональным документом, Закон постепенно адаптируется к изменениям в сельскохозяйственной отрасли и макроэкономической си-

Таблица 1. Краткий обзор последних изменений, внесённых в Закон № 193-ФЗ «О сельскохозяйственной кооперации»

Table 1. The brief overview of last changes into the Federal Law No. 193 «On Agricultural Cooperation»

Основание и дата изменений	Содержание изменений
Федеральный закон от 29 июля 2017 г. № 217-ФЗ, Федеральный закон от 3 августа 2018 г. № 322-ФЗ	Специфицированы виды деятельности потребительских кооперативов. Вместо «садоводческие, огороднические» введён вид деятельности «растениеводческие». Остальные виды деятельности (перерабатывающие, бытовые, обслуживающие, снабженческие, животноводческие) оставлены без изменений
Федеральный закон от 12 ноября 2019 г. № 369-ФЗ	Сокращено число членов и ассоциированных членов (с 300 до 100 человек), при котором уведомление о созыве общего собрания членов кооператива осуществляется путём публикации в периодическом печатном издании (определено уставом кооператива)
Федеральный закон от 2 декабря 2019 г. № 417-ФЗ	Дополнены полномочия председателя кооператива, позволяющие принимать решения о совершении некоторых сделок (не связанных с владением, пользованием и распоряжением земельными участками и основными средствами кооператива), предельная стоимость которых не превышает 10% от общей стоимости активов
Федеральный закон от 13 июля 2020 г. № 196-ФЗ	Уточнено понятие «работник». Согласно поправкам, им может быть (в том числе) член кооператива (ранее такое условие не было прописано)
Федеральный закон от 23 ноября 2020 г. № 378-ФЗ	Изменена сумма активов баланса, определяющая кооператив для ежегодных ревизий. Ранее сумма активов должна была превышать «100 тыс. раз установленный федеральным законом минимальный размер оплаты труда», теперь – «10 миллионов рублей»
Федеральный закон от 5 апреля 2021 г. № 70-ФЗ	1. Откорректировано минимальное число граждан для образования потребительского кооператива (с пяти до трёх). 2. Добавлена возможность вхождения в наблюдательный совет кооператива представителей юридических лиц – членов кооператива 3. Уточнён порядок распределения между членами и ассоциированными членами имущества ликвидируемого кооператива, оставшегося после удовлетворения требований кредиторов
Федеральный закон от 6 декабря 2021 г. № 407-ФЗ	Внесены дополнения о возможности привлечения сельскохозяйственным потребительским кооперативом земель сельскохозяйственного назначения и расположенных на них помещений для реализации сельскохозяйственной продукции собственного производства

туации через внесение поправок и новых пунктов (34 поправки, последние из которых датированы 6 декабря 2021 г.), которые улучшают правовые условия развития сельскохозяйственной кооперации путем введения ряда конкретных новшеств (табл. 1).

В целом совершенствование контента Закона происходит вследствие того, что им определяется (ограничивается) широкий ряд отношений как внутри сельскохозяйственного кооператива (организационные, имущественные, трудовые), так и вне его, а именно его интеракции с другими хозяйствующими субъектами, характер которых регламентируется земельным, природоохранным, гражданским, налоговым (и другим) законодательством [11]. Под регулируемые действующим Законом отношения попадает: (1) формирование паевого, резервного и неделимого фондов, (2) реализация прав собственности на имущество кооператива, (3) алгоритм отношений с членами кооператива для соблюдения ими своих прав и обязанностей, (4) использование в кооперативах наёмной рабочей силы, (5) контрактные отношения сельскохозяйственного кооператива с партнёрами и контрагентами, (6) сфера взаимодействия кооператива с административными органами (включая налоговые), общественными объединениями. Совершенствование законодательства в данных областях вызвано не только изменением внешней среды, но и расширением функционала сельскохозяйственных кооперативов такими направлениями деятельности, как оказание социальных и экосистемных услуг, сохранение специфического (сельского) культурного наследия, развитие образования и воспитания (и другими). Несмотря на то, что многие аспекты социальной и экологической деятельности сельскохозяйственных кооперативов регулируются их уставами, её стимулирование заложено и в специальном законодательстве, к примеру налоговом, а потому, как предполагается, Закон № 193-ФЗ «О сельскохозяйственных кооперативах» ещё будет иметь новые поправки и дополнения.

Как показывают современные исследования эффективности функционирования сельскохозяйственных кооперативов в Российской Федерации, некоторые сложности в их развитии обусловлены именно недостатками в нормативно-правовом обеспечении их деятельности, ограничивающими возможности привлечения необходимых финансовых ресурсов, опции организационных инноваций, формирование оптимального инвестиционного портфеля. Так, анализ лишь нескольких статей Закона «О сельскохозяйственной кооперации» (табл. 2) позволяет выявить проблемы как с идентификацией рассматриваемого феномена в контексте современных условий среды (специфицируется как некоммерческая организация, хотя стремится

к получению прибыли; называется «потребительским кооперативом», в то время как занимается снабжением его членов необходимыми ресурсами, переработкой полученного сырья, реализацией произведённой продукции и т.д.), так и с существенными ограничениями его роста и развития (консервирует традиционные кооперативные принципы, не давая возможность кооператорам применять современные инструменты управления и контроля).

Как следствие, внести некоторые изменения в кооперативное законодательство для улучшения сложившейся ситуации становится насущной необходимостью. Многие новшества при этом должны коснуться традиционных кооперативных принципов, их ослабления: 1) большим сомнениям подлежит принцип открытости для вступления в кооператив, так как новые члены пользуются благами, полученными за счёт предыдущих вложений, а рыночная стоимость активов кооператива и его рыночная позиция никак не учитываются при вхождении «новичков»; 2) сложности для развития кооператива детерминирует принцип ограниченности капитала кооператива взносами его членов, что, по сути, обрекает кооператив на низкую конкурентоспособность; 3) существенным препятствием к успешному функционированию кооператива является распределение прибыли между членами кооператива лишь согласно объёму совершаемых трансакций, в результате чего

Таблица 2. Ограничения в развитии кооперативного бизнеса вследствие особенностей существующего законодательства (ФЗ № 193 «О сельскохозяйственной кооперации»)

Table 2. Restrictions in the development of cooperative business as a result of existing legislation (Federal Law No. 193 «On Agricultural Cooperation»)

Отдельные пункты (статьи) Закона № 193-ФЗ	Особенности организации	Негативные следствия
В Статье 2 Закона прописано строгое соответствие функционирования кооператива традиционным принципам	Нет корреляции между размером вложенного капитала и возможностями участия в управлении и контроле	Низкая мотивация к дополнительным инвестициям в кооператив. Ограничения роста финансовой базы деятельности кооператива
В Статьях 35 и 18 Закона определён порядок (1) внесения членом кооператива имущественного взноса в паевую фонд, (2) выплаты стоимости паевого взноса в случае выхода из кооператива	Отсутствует чёткая спецификация прав собственности в Законе (паевой взнос в виде земельного участка, к примеру, может быть возвращён в иной форме)	Является существенным ограничением при принятии решения о вступлении в кооператив
Статья 34 Закона не предоставляет членам кооператива никаких преимуществ при использовании какого-либо актива, переданного кооперативу в качестве паевого взноса	Предусмотрен специфический порядок собственности на имущество кооператива (владение, пользование, распоряжение)	Крупные производители не заинтересованы в членстве в кооперативах, что угрожает кооперативному бизнесу и на стадии создания (ограниченные финансовые возможности), и на этапе выхода из него крупных участников (потеря конкурентоспособности)
Статья 36 Закона определяет порядок распределения прибыли таким образом, что получение существенных доходов членами кооператива от участия в самой кооперативной деятельности не предусмотрено	Организация не является бизнес-ориентированной	Изначально ограничены возможности кооператива быть конкурентоспособным за счёт привлечения существенных инвестиций

дополнительные вложения самими членами и привлечение внешних инвесторов становится практически невозможным. Дополним, что определённые ограничения многофункциональной деятельности кооперативных организаций на селе связаны и со специальными законами, касающимися, например, налогов. Налоговое законодательство, имеющее потенциальную возможность стимулировать социальную и экологическую активность сельскохозяйственных кооперативов уменьшением сумм (ставок) налогов с учётом расходов, осуществляемых кооперативом в целях содержания и улучшения социальной инфраструктуры, сохранения экологии, реализации мероприятий по защите сельских территорий от негативных последствий изменения климата, в настоящее время такую возможность не использует, что сдерживает в итоге общественно значимую деятельность кооперативов в границах сельского пространства [12].

Не менее важным элементом формальной институциональной среды являются документы, отражающие содержание государственной политики в отношении сельскохозяйственных кооперативов (стратегии, программы, проекты). Причём если поле деятельности сельскохозяйственных кооперативов во всех российских регионах чаще всего определяется общим (федеральным) законодательством, их государственная поддержка, осуществляемая через различные инструменты финансовой помощи (субсидии, гранты, льготное кредитование), консультационные и информационные каналы, в регионах России существенно различаются [13]. Кроме того, в отношении адаптации к меняющейся макроэкономической и иной среде эта часть формальных институтов (институты господдержки) является наиболее мобильной, а при условии развитой институциональной инфраструктуры, усиливающей кооперацию между сельхозтоваропроизводителями сотрудничеством между самими кооперативами, а также их тесным взаимодействием с различными общественными организациями и сообществами, способна нейтрализовать многие неблагоприятные для сельскохозяйственной кооперации обстоятельства, в том числе некоторые пробелы в институтах неформальных.

Изучив состояние формальных институтов функционирования сельскохозяйственных кооперативов в Свердловской области, следует отметить, что, во-первых, данные феномены создаются в соответствии с действующим кооперативным законодательством, во-вторых, к основным государственным программам, сопровождающим государственную поддержку кооперации в данном субъекте РФ, следует отнести: (1) Государственную программу Свердловской области «Реализация основных направлений государственной политики в сферах агропромышленного комплекса и потребительского рынка Свердловской области до 2025 года» (Постановление Правительства Свердловской области от 26 августа 2021 г. № 536-ПП), (2) Государственную программу Свердловской области «Развитие агропромышленного комплекса и потребительского рынка Свердловской области до 2024 года» (утверждена Постановлением Правительства Свердловской области от 23 октября 2013 г. № 1285-ПП), (3) Государственную программу «Комплексное развитие сельских территорий Свердловской области до 2027 года» (утверждена Постановлением Правительства Свердловской области от 8 сентября 2021 г. № 582-ПП, действует с 1 января 2022 г.), (4) Региональный проект «Создание системы поддержки фермеров и развитие сельской кооперации в Свердловской области» (паспорт утверждён протоко-

лом заседания Совета при Губернаторе Свердловской области по приоритетным стратегическим проектам Свердловской области от 17 декабря 2018 г. № 18), осуществляемый в рамках Федерального проекта «Создание системы поддержки фермеров и развитие сельской кооперации», являющегося составной частью Национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы». Так, согласно Правилам предоставления и распределения иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на создание системы поддержки фермеров и развитие сельской кооперации (утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 9 июля 2020 г. № 458-ПП), в 2022 г. Правительство Свердловской области определило перечень сельскохозяйственных потребительских кооперативов, имеющих право на получение субсидии на возмещение части затрат (Приказ Министерства АПК и потребительского рынка Свердловской области № 226 от 4 мая 2022 г.), что означает для них серьёзное финансовое подспорье на текущий период и значимый импульс на будущее. К таковым отнесены сельскохозяйственные снабженческо-сбытовые потребительские кооперативы «Победа» (9776,5 тыс. руб.), «Успех» (5588,9 тыс. руб.), «Режевский» (4546,1 тыс. руб.), «Семья» (1291,5 тыс. руб.), «Восток» (1545,4 тыс. руб.).

Следующий эпизод исследования касается другой части институциональной среды развития сельскохозяйственной кооперации, а именно институтов неформальных, представленных, как было отмечено, традициями, социальными нормами, моделями поведения, сложившимися социальными сетями. Исследователи, подчёркивая высокую степень влияния неформальных институтов на поведение индивидуумов и организаций, объясняют это тем, что они признаются всеми членами общества, специфицируют поведение в конкретных (сложившихся) ситуациях, самоподдерживаются и чаще всего более предпочтительны по сравнению с административными и юридическими решениями [14, 15]. В качестве доказательств приводится немало примеров, когда неформальные нормы замещают законы, хотя и не всегда являются их оптимальными субститутами. Однако, с другой стороны, не менее известны ситуации, когда неформальные институты нейтрализуют положительные импульсы институтов формальных (законодательства в том числе), препятствуя позитивному развитию организаций [16]. В связи с этим ещё одним условием того, чтобы сельскохозяйственные кооперативы в России и её регионах получили должное развитие, а кооперативная деятельность в целом перешла бы на следующий (более высокий) уровень, является изменение отношения сельхозтоваропроизводителей к аграрным кооперативам, повышение степени готовности и желания участвовать в работе кооператива, что, по сути, тесно коррелирует с качеством неформальных институтов в целом [17].

В ходе верификации выдвинутой гипотезы о том, что именно слабые интенции сельскохозяйственных производителей к совместной деятельности и сотрудничеству являются решающим аргументом в объяснении неразвитости сельскохозяйственной кооперации в России, одна из задач представленного исследования заключалась в том, чтобы определить наличие желания и степень готовности сельскохозяйственных производителей Свердловской области создавать кооперативы, участвовать в их деятельности, финансировать их

развитие в будущем. Важность позитивного отношения фермеров и других сельхозпроизводителей к сотрудничеству и кооперации подтвердило обследование, проведённое в текущем году на территории Свердловской области путём анкетирования и интервьюирования действующих членов и потенциальных участников кооперации (соответственно 72 и 211 человек). Полученная в результате расчётов логит-модель продемонстрировала позитивную корреляцию намерений фермеров (и других мелких и средних аграрных хозяйств) участвовать в создании кооператива и его деятельности с такими переменными, как (1) уровень доверия к потенциальным коллегам по кооперации, (2) готовность принимать активное участие в экономической деятельности кооператива, (3) отношение к кооперации как к инструменту (способу) реализации своих интересов, (4) желание и опыт участия в демократических процедурах управления кооперативом, показав, что низкие значения обозначенных предикторов препятствуют динамичному включению сельскохозяйственных производителей в действующие кооперативы и созданию новых кооперативных организаций [18].

Тем не менее, многие участники аграрного бизнеса всё более чётко осознают необходимость сотрудничества и взаимопомощи в решении экономических и социальных задач, причём как в их собственном производстве, так и на селе в целом. В последнее время к ним настойчиво добавляются проблемы, связанные с ухудшением экологической обстановки, негативными экстерналиями изменения климата, серьёзными последствиями коронакризиса и других современных угроз. Важный научный посыл, всесторонне доказанный в ходе исследования, заключается в том, что, согласно результатам опроса, теснота сложившихся социальных сетей (и в производственной сфере, и в повседневной сельской жизни) обуславливает успешность совместного решения вопросов привлечения финансовых средств, приобретения топлива и других важных ресурсов, реализации произведённой продукции. Не менее важна при этом слаженная система оказания таких услуг, как консультирование, обучение, трансфер знаний и информации, о чём свидетельствуют и результаты опроса [18], и выводы других современных исследований [19, 20]. При этом особенно подчёркивается, что в большей степени всё же именно такой фактор, как низкий уровень доверия, препятствует реализации задуманных государством инициатив относительно развития сельскохозяйственной кооперации.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ и Правительства Свердловской области в рамках научного проекта № 22-28-20048.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Moon S., Lee S. A Strategy for Sustainable Development of Co-Operatives in Developing Countries: The Success and Failure Case of Agricultural Cooperatives in Musambira Sector, Rwanda. *Sustainability*. 2020; 12: 8632 (1–24).
2. Sokoli O., Doluschitz R. Cooperative Evolvement through Political Era / Epoch: Albanian's Case and Comparisons. *Economics of Agriculture*. 2019; 66(1): 189–204.
3. Guarco A. Message for the 100-th International Day of Cooperatives. Available from: <https://eng.arielguarco.coop/message-for-the-100th-international-day-of-cooperatives> [Accessed 16th September 2022].

Выводы / Conclusion

В заключение следует отметить, что обобщение полученных результатов позволяет сформулировать важный вывод о том, что не только контент институциональной среды, но и её внутренняя согласованность, релевантность институтов формальных и неформальных как друг другу, так и окружающим обстоятельствам в целом играют ключевую роль в развитии сельскохозяйственной кооперации. В связи с тем, что результаты эмпирического анализа, предпринятого отечественными и зарубежными учёными, подтверждают, что, с одной стороны, кооперативы в сложившихся условиях (большая неопределённость, высокие риски, неожиданные вызовы и угрозы) занимают всё более значимое место в деятельности мелкого аграрного бизнеса, способствуя преодолению самых разнообразных сложностей [21], с другой стороны, большинство сельскохозяйственных потребительских кооперативов, функционирующих в России и её регионах, характеризуются малыми размерами, низкой эффективностью, слабой инвестиционной активностью [22], государство принимает на себя соответствующие обязательства по созданию адекватной институциональной среды, особенно в части, касающейся её формальной составляющей. Учитывать при этом следует: (1) современную роль и многоаспектность деятельности сельскохозяйственных кооперативов, (2) сложность сегодняшней политической обстановки и имеющие место вызовы биологического и климатического характера, (3) альтернативные траектории создания и развития бизнес-ориентированных и социально направленных аграрных кооперативов, (4) уникальность отечественных неформальных институтов, существенным образом влияющих на развитие сельхозкооперации в России.

Важно, что под новые требования приспосабливается не только институциональная среда, но и сами кооперативы, процесс адаптации в которых является, по сути, самым значимым аргументом внедрения в деятельность аграрных кооперативов новых организационных моделей [23, 24]. В итоге для кооператива это означает постоянное изменение целей деятельности, реализуемых стратегий, внутреннего устройства (организации патронажа, собственности, управления, финансирования), а как результат – движение от традиционной к инвесторно-ориентированной форме существования. Задача государства при этом – во-первых, создать благоприятное законодательное поле, во-вторых, предоставить кооперативу как можно больше опций для совершенствования и развития.

FUNDING

The reported study was funded by the Russian Science Foundation and the Government of the Sverdlovsk region, project number 22-28-20048.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

REFERENCES

1. Moon S., Lee S. A Strategy for Sustainable Development of Co-Operatives in Developing Countries: The Success and Failure Case of Agricultural Cooperatives in Musambira Sector, Rwanda. *Sustainability*. 2020; 12: 8632 (1–24).
2. Sokoli O., Doluschitz R. Cooperative Evolvement through Political Era / Epoch: Albanian's Case and Comparisons. *Economics of Agriculture*. 2019; 66(1): 189–204.
3. Guarco A. Message for the 100-th International Day of Cooperatives. Available from: <https://eng.arielguarco.coop/message-for-the-100th-international-day-of-cooperatives> [Accessed 16th September 2022].

4. International Cooperative Alliance (ICA). World Cooperative Monitor. Exploring the cooperative economy. Report 2021. Available from: <https://www.monitor.coop> [Accessed 16th September 2022].
5. Wolz A. Golovina S., Nilsson J., Hess S. Reviewing Changing Institutional Conditions for Private Farming in Russia. *Outlook on Agriculture*. 2016; 45(2): 111–116.
6. Петриков А. В. Адаптация агропродовольственного сектора к постпандемической реальности. *Научные труды Вольного экономического общества России*. 2020; 223(3): 99–105.
7. Mwambi M., Bijman J., Mshenga P. Which Type of Producer Organization is (More) Inclusive? Dynamics of Farmers' Membership and Participation in the Decision-Making Process. *Annals of Public and Cooperative Economics*. 2020; 91(2): 213–236.
8. Bijman J., Hanisch M., Van der Slangen G. Shifting control? The changes of internal governance in agricultural cooperatives in the EU. *Annals of Public and Cooperative Economics*. 2014; 85(4): 641–661.
9. Langmead K. Challenging the degeneration thesis: The role of democracy in worker cooperatives? *Journal of Entrepreneurial and Organizational Diversity*. 2016; 5(1): 79–98.
10. Williamson O. The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead. *Journal of Economic Literature*. 2000; 38: 595–613.
11. Воронина Н. П. Нормативно-правовое обеспечение развития сельскохозяйственной кооперации в субъектах РФ как направление государственной аграрной политики. *Актуальные проблемы российского права*. 2018; 6(91): 199–207.
12. Палладина М. И., Воронина Н. П. Сельскохозяйственные потребительские кооперативы: правовые вопросы. *Черные дыры в Российском законодательстве*. 2014; 1: 53–58.
13. Сарайкин В. А., Янбых Р. Г. Направления совершенствования организации и эффективного развития кооперации. *АПК: Экономика, Управление*. 2017; 6: 40–47.
14. Settee P. Indigenous Knowledge, Human Rights, And the Principles and Values of Co-Operation. *The Review of International Co-operation*. 2019; 105: 7–23.
15. Bhuyan S. The "people" factor in cooperatives: An analysis of members' attitudes and behavior. *Canadian Journal of Agricultural Economics*. 2007; 55: 275–298.
16. Сарайкин В. А., Янбых Р. Г. Анализ устойчивости кооперативной формы хозяйствования аграрного сектора России в контексте институциональной теории фирмы. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*. 2019; 35(2): 251–268.
17. Golovina S., Hess S., Nilsson J., Wolz A. Networking among Russian Farmers and Their Prospects for Success. *Post-Communist Economies*. 2019; 31(4): 484–499.
18. Головина С. Г., Смирнова Л. Н. Об эффективности деятельности сельскохозяйственных кооперативов в России. *Аграрный вестник Урала*. 2020; 6(197): 89–100.
19. 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.
20. Anania P., Rwekaza G. C. Co-Operative Education and Training as a Means to Improve Performance in Co-Operative Societies. *Sumerian Journal of Social Science*. 2018; 1(2): 39–50.
21. Li L., Guo H., Bijman J., Heerink N. The Influence of Uncertainty on the Choice of Business Relationships: The Case of Vegetable Farmers in China. *Agribusiness*. 2018; 34: 597–615.
22. Головина С. Г., Смирнова Л. Н. Использование традиционной модели сельскохозяйственного кооператива в российской хозяйственной практике. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2020. № 6. С. 32–37.
23. Birchall J. Innovation in the Governance of Large Co-Operative Businesses: The Alarming Case of UK Cooperative Group. *International Journal of Co-operative Management*. 2014; 7(1): 22–28.
24. Settee P. Indigenous Knowledge, Human Rights, and the Principles and Values of Co-Operation. *The Review of International Co-operation*. 2019; 105: 7–23.
4. International Cooperative Alliance (ICA). World Cooperative Monitor. Exploring the cooperative economy. Report 2021. Available from: <https://www.monitor.coop> [Accessed 16th September 2022].
5. Wolz A. Golovina S., Nilsson J., Hess S. Reviewing Changing Institutional Conditions for Private Farming in Russia. *Outlook on Agriculture*. 2016; 45(2): 111–116.
6. Petrikov A. V. Adaptation of the agro-food sector to the post-pandemic reality. *Scientific works of the Free Economic Society of Russia*. 2020; 223(3): 99–105 (In Russian).
7. Mwambi M., Bijman J., Mshenga P. Which Type of Producer Organization is (More) Inclusive? Dynamics of Farmers' Membership and Participation in the Decision-Making Process. *Annals of Public and Cooperative Economics*. 2020; 91(2): 213–236.
8. Bijman J., Hanisch M., Van der Slangen G. Shifting control? The changes of internal governance in agricultural cooperatives in the EU. *Annals of Public and Cooperative Economics*. 2014; 85(4): 641–661.
9. Langmead K. Challenging the degeneration thesis: The role of democracy in worker cooperatives? *Journal of Entrepreneurial and Organizational Diversity*. 2016; 5(1): 79–98.
10. Williamson O. The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead. *Journal of Economic Literature*. 2000; 38: 595–613.
11. Voronina N. P. Regulatory support for the development of agricultural cooperation in the subjects of the Russian Federation as a direction of state agrarian policy. *Actual problems of Russian law*. 2018; 6(91): 199–207 (In Russian).
12. Palladina M. I., Voronina N. P. Agricultural consumer cooperatives: legal issues. *Black holes in Russian legislation*. 2014; 1: 53–58 (In Russian).
13. Saraykin V. A., Yanbykh R. G. Directions for improving the organization and effective development of cooperation. *APK: Economics, Management*. 2017; 6: 40–47 (In Russian).
14. Settee P. Indigenous Knowledge, Human Rights, And the Principles and Values of Co-Operation. *The Review of International Co-operation*. 2019; 105: 7–23.
15. Bhuyan S. The "people" factor in cooperatives: An analysis of members' attitudes and behavior. *Canadian Journal of Agricultural Economics*. 2007; 55: 275–298.
16. Saraykin V. A., Yanbykh R. G. Analysis of the sustainability of the cooperative form of managing the agrarian sector of Russia in the context of the institutional theory of the firm. *Bulletin of St. Petersburg University. Economy*. 2019; 35(2): 251–268 (In Russian).
17. Golovina S., Hess S., Nilsson J., Wolz A. Networking among Russian Farmers and Their Prospects for Success. *Post-Communist Economies*. 2019; 31(4): 484–499.
18. Golovina S. G., Smirnova L. N. On the efficiency of agricultural cooperatives in Russia. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020; 6(197): 89–100 (In Russian).
19. 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.
20. Anania P., Rwekaza G. C. Co-Operative Education and Training as a Means to Improve Performance in Co-Operative Societies. *Sumerian Journal of Social Science*. 2018; 1(2): 39–50.
21. Li L., Guo H., Bijman J., Heerink N. The Influence of Uncertainty on the Choice of Business Relationships: The Case of Vegetable Farmers in China. *Agribusiness*. 2018; 34: 597–615.
22. Golovina S. G., Smirnova L. N. The use of the traditional model of an agricultural cooperative in Russian economic practice. *Economics of agricultural and processing enterprises*. 2020. № 6. С. 32–37 (In Russian).
23. Birchall J. Innovation in the Governance of Large Co-Operative Businesses: The Alarming Case of UK Cooperative Group. *International Journal of Co-operative Management*. 2014; 7(1): 22–28.
24. Settee P. Indigenous Knowledge, Human Rights, and the Principles and Values of Co-Operation. *The Review of International Co-operation*. 2019; 105: 7–23.

ОБ АВТОРАХ:

Светлана Георгиевна Головина,
Доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник
Уральский государственный аграрный университет,
ул. Карла Либкнехта, 42 г. Екатеринбург, 620075,
Российская Федерация
E-mail: s_golovina@yahoo.com
<https://orcid.org/0000-0002-1157-8487>
Алексей Владимирович Ручкин,
Кандидат социологических наук, доцент, заведующий кафедрой философии,
Уральский государственный аграрный университет,
ул. Карла Либкнехта, 42 г. Екатеринбург, 620075,
Российская Федерация
E-mail: alexeyruchkin87@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6981-3080>

ABOUT THE AUTHORS:

Svetlana Georgievna Golovina,
Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher
Ural State Agrarian University,
42, str. Karl Liebknecht, Yekaterinburg, 620075,
Russian Federation
E-mail: 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,
Ural State Agrarian University,
42, str. Karl Liebknecht, Yekaterinburg, 620075,
Russian Federation
E-mail: alexeyruchkin87@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6981-3080>

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

МВС: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2023



21-23 ИЮНЯ

МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОНЫ № 55, 57



СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ



РОССИЙСКИЙ
ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



АССОЦИАЦИЯ
«РОСРЫБХОЗ»



СОЮЗ
КОМБИКОРМЩИКОВ



СОЮЗРОССАХАР



НАЦИОНАЛЬНАЯ
ВЕТЕРИНАРНАЯ
АССОЦИАЦИЯ



АССОЦИАЦИЯ ПТИЦЕВОДОВ
СТРАН ЕВРАЗИЙСКОГО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА



СОЮЗ ПРЕДПРИЯТИЙ
ЗООБИЗНЕСА



АССОЦИАЦИЯ
«ВЕТБИОПРОМ»



АССОЦИАЦИЯ
«ВЕТБЕЗОПАСНОСТЬ»



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СОЮЗ
СВИНОВОДОВ



РОСПТИЦЕСОЮЗ



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР
МОСКОВСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ
ЦЕНТР МАРКЕТИНГА «ЭКСПОХЛЕБ»



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



16+

ДИАЛОГ

Первая международная премия
за развитие коммуникаций в сфере АПК

НОМИНАЦИИ

НАУЧНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

по версии журнала «Аграрная наука» по итогам 2022 года

- Лучший научный коллектив по специальности «Ветеринария»
- Лучший научный коллектив по специальности «Зоотехния»
- Лучший научный коллектив по специальности «Агрономия»
- Лучший научный коллектив по специальности «Агроинженерия и Пищевые технологии»
- Международные научные коммуникации
- Молодой ученый

ДИАЛОГ ГОСУДАРСТВА И ОТРАСЛИ

МЕЖОТРАСЛЕВЫЕ КОММУНИКАЦИИ

БИЗНЕС-КОММУНИКАЦИИ

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ КОММУНИКАЦИИ

Церемония награждения лауреатов

Дата: 25 января 2023 г.

Время: 14:10–15:00.

Место: МВЦ «Крокус Экспо» (г. Москва),
пав. № 3, форум № 1, выставочный зал 13.
Церемония пройдет в рамках выставки
AGROS 2023.

Организатор:

ИД «Аграрная наука»

Контакты:

Тел.: +7 (495) 777-67-67 (доб. 1453);
agrovetpress@inbox.ru



**АГРАРНАЯ
НАУКА**
AGRARIAN
SCIENCE
ISSN 0869-8155 (Print)
ISSN 2686-701X (Online)

ОСТАНОВИТ ЦУНАМИ СОРНЯКОВ

ФЛЕКС — мощный послевсходовый гербицид для контроля двудольных, в том числе трудно-искоренимых, сорняков в посевах сои



ФЛЕКС

syngenta®

**Агроподдержка
Сингенты**

Получите совет эксперта



syngenta.ru

