

научно-теоретический и производственный журнал

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN
SCIENCE

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

11
2023



БЕСПЛАТНО
скачать журнал
и подписаться



Подпишитесь
на наш
Telegram канал!



ВЕТЕРИНАРИЯ

Современные методы
вакцинации
сельхозптицы

18

ЗООТЕХНИЯ

Оптимизация рационов
молочных коров
по сырому протеину

46

ОВОЩЕВОДСТВО

Опыт применения
органоминерального удобрения
на картофеле

98

ДИАЛОГ

Международная премия
за развитие коммуникаций в сфере АПК

НОМИНАЦИИ

НАУЧНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

по версии журнала «Аграрная наука» по итогам 2023 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»
- Международное научное сотрудничество
- Педагог и наставник
- Молодой ученый

ДИАЛОГ ГОСУДАРСТВА И ОТРАСЛИ

МЕЖОТРАСЛЕВЫЕ КОММУНИКАЦИИ

БИЗНЕС-КОММУНИКАЦИИ

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ КОММУНИКАЦИИ

Церемония награждения лауреатов

Дата: 24 января 2024 г.

Время: 12:30–13:00

Место: Форум №2, выставочный зал 14,
павильон №3 МВЦ «Крокус Экспо»

ПОДРОБНОСТИ



Организатор:

ИД «Аграрная наука»

Контакты:

Оргкомитет: +7 (968) 934-91-42

Спонсорство, реклама: +7 (927) 155-08-10

agrovetpress@inbox.ru



**АГРАРНАЯ
НАУКА**
AGRARIAN
SCIENCE
ISSN 0869-8135 (Print)
ISSN 2686-701X (Online)

ALLSHENG Auto-Pure 96

Станция автоматического выделения ДНК и РНК для ветеринарных лабораторий



- До 96 анализов за 1 запуск.
- Точные воспроизводимые результаты.
- Станция совместима с реагентами различных производителей.
- Обучение и методическая поддержка от официального дилера – Компании Хеликон – во всех регионах РФ.
- Регистрационное удостоверение № 2022/16430 от 6 июля 2023 года.

Запросить предложение
здесь



Единый телефон
8 800 770 71 21
бесплатный звонок по России



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

ОТДЕЛЫ ПРОДАЖ:

В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ:
630090 г. Новосибирск,
ул. Николаева, д. 9/1,
2 подъезд, 2 этаж.
Тел.: +7 (383) 207-84-85
novosibirsk@helicon.ru

В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ:
194356 г. Санкт-Петербург,
ул. Асафьева, д. 3, корп. 1, литер А, пом.15-Н
Тел.: +7 (812) 244-85-52
spb@helicon.ru

В ПРИВОЛЖСКОМ РЕГИОНЕ:
420021 г. Казань,
ул. Право-Булачная, д. 35/2
Тел.: +7 (843) 202-33-37
volga@helicon.ru

В ЮЖНОМ РЕГИОНЕ:
344116 г. Ростов-на-Дону,
2-я улица Володарского, д. 76/23а
Тел.: +7 (863) 209-88-89
rostov@helicon.ru

НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ:
690021 г. Владивосток,
ул. Запорожская, д. 77, 3 этаж, офис 341
Тел.: +7 (914) 720-55-63
vladivostok@helicon.ru

11 · 2023

Agrarnaya nauka

Том 376, номер 11, 2023

Volume 376, number 11, 2023

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN SCIENCE

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

© журнал «Аграрная наука»
© авторы

DOI журнала 10.32634/0869-8155

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

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

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

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

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

Юридический адрес: 107053, РФ, г. Москва, ул. Садовая-Спасская, д. 20
Почтовый адрес: 109147, РФ, г. Москва, ул. Марксистская, д. 3, стр. 2
Телефон редакции +7 (968) 934-91-42

agrovetpress@inbox.ru
www.vetpress.ru

<https://agrarnayanauka.ru>

Реклама в журнале: +7 (927) 155-08-10

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

На журнал можно подписаться в любом отделении «Почты России».
Подписка — с любого очередного месяца по каталогу Агентства «Роспечать» во всех отделениях связи России и СНГ.
Подписной индекс издания: 71756 (годовой); 70126 (полугодовой).
По каталогу ОК «Почта России» подписной индекс издания: 42307.
Подписной индекс «УралПресс».
Подписку на электронные копии журнала «Аграрная наука», а также на отдельные статьи вы можете оформить на сайте Научной электронной библиотеки (НЭБ) — www.elibrary.ru

Свободная цена.

Тираж 5000 экземпляров.
Подписано в печать 22.11.2023
Дата выхода в свет 29.11.2023

Отпечатано в типографии ООО «Объединенный полиграфический комплекс»:
115114, г. Москва, Дербеневская наб., д. 7, стр. 2, эт. 2, пом. 1, к. 3-4.
Тел. +7 (499) 130-60-19,
e-mail: info@opk.bz, <https://opk.bz>

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

Издатель:

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

Главный редактор:

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

Редколлегия:

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

16+

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

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

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

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

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

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

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

АГРОНОМИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

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

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

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

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

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

Кузьменко В.В., доктор экономических наук, профессор, Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия.

Попова Е.В., доктор экономических наук, профессор, Кубанский государственный аграрный университет, г. Краснодар, Россия.

Рахметова Р.У., доктор экономических наук, профессор, университет Туран, г. Астана, Казахстан.

11 · 2023

Agrarnaya nauka

Том 376, номер 11, 2023
Volume 376, number 11, 2023

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

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN SCIENCE

Scientific-theoretical and production journal coming out once a month.

The journal is edited since October 1956, first under the name "Agricultural science's bulletin". Since 1992 the journal is named "Agrarian science".

Publisher:

Autonomous non-commercial organisation "Agrarian science" edition"
107053, Russia, Moscow, st. Sadovaya-Spasskaya, 20.

Editor-in-chief:

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

Editorial board:

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ombaev A.M., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Foreign Member of the Russian Academy of Sciences, Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production, Almaty, Kazakhstan.

Panin A.N., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia.

Podobed L.I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Animal Husbandry of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine.

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

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

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

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

© journal «Agrarian science»
© authors

DOI журнала 10.32634/0869-8155

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

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

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

Founder: Limited liability company "VIC Animal Health"

Senior editor Kostromicheva I.V.

Executive editor Dolgaya M.N.

Design and layout Antonov S.N.

Proofreader Kuznetsova G.M.

Bibliographer Neroznik D.S.

Journalist Sedova Yu.G.

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

Postal address: 109147, Russian Federation, Moscow, st. Marxistskaya, 3 build. 2

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

E-mail: agrovetpress@inbox.ru

Websites: www.vetpress.ru

<https://agrarnayanauka.ru>

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

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

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

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

The circulation of 5000 copies.

Signed in print 22.11.2023
Release date 29.11.2023

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

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.

16+

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

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

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

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

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

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

AGRONOMY

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ..... 8

СОБЫТИЯ ОТРАСЛИ, ТРЕНДЫ, НОВИНКИ

3 вопроса эксперту. Мышевидные грызуны: разновидности и способы борьбы с ними 9 

Повышение качества жизни сельского населения – в числе ключевых задач государства..... 10

Сергей Левин: «Необходимо создать систему доказательного позиционирования российской сельхозпродукции как климатически оптимизированной»..... 12

Законодательное обеспечение развития отечественного АПК..... 14

За последние три года убытки из-за эпизоотии составили миллиарды рублей..... 15

ФГИС «Зерно»: этапы развития 16

Современные методы вакцинации сельскохозяйственной птицы..... 18

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Абрамов С.В., Балышев А.В., Головин В.В., Стариков Н.М., Журавлева М.С. Изучение острой и субхронической пероральной токсичности лекарственного препарата «Энроколитрим» на лабораторных животных 21

Спирина А.С., Спирина О.А., Концевая С.Ю., Ермаков А.М. Клинический случай: Билатеральная субтотальная мандибулэктомия при сращении барабанной части височной кости с медиальной поверхностью угла нижней челюсти у щенка 27

Горелик А.С., Ребезов М.Б., Горелик О.В. Оценка быков-производителей голштинской породы по качеству потомства..... 34

Волкова Н.А., Волкова Л.А. Изучение видовых особенностей гистологической структуры длиннейшей мышцы спины у животных рода *Ovis*..... 41

Папуша Н.В., Бермагамбетова Н.Н., Кубекова Б.Ж., Смаилова М.Н., Косилов В.И. Оптимизация рационов молочных коров по сырому протеину..... 46

Беломожнов Т.Д., Клименко В.П., Осипян Б.А., Васильева Е.П. Использование гибрида кукурузы Ross 195 для производства силоса в условиях Центрального Нечерноземья..... 54

Романов В.Н., Боголюбова Н.В., Мишунов А.В., Девяткин В.А., Рыков Р.А. Эффективность скармливания поджелудочной железы свиней телятам отъемного периода выращивания 59

Некрасов Р.В., Чабаев М.Г., Туаева Е.В., Никанова Д.А., Боголюбова Н.В., Шаповалов С.О., Иванов Г.А. Влияние липидной фракции личинок Чёрной львинки на продуктивность, резистентность и обменные процессы у телят молочного периода выращивания 64

Неверова О.П., Горелик О.В., Харлап С.Ю., Ребезов М.Б., Зинина О.В., Чепуштанова О.В., Александрина Е.В., Неверова Е.П. Влияние биотехнологической добавки на весовой рост цыплят-бройлеров..... 70

Багно О.А., Прохоров О.Н., Федотов С.С., Рассолов С.Н., Шмидт А.А. Эффективность использования экструдированной пихтовой муки в кормлении цыплят-бройлеров..... 76

Гриценко С.А., Белоокова О.В., Ребезов М.Б., Видякин Ю.Ю. Показатели убоя и химического состава мяса товарного молодняка птицы в зависимости от живой массы в суточном возрасте..... 82

АГРОНОМИЯ

Калмыкова Е.В., Мельник К.А., Передриенко А.И. Перспективность модельной экспозиции в искусственных насаждениях на урбанизированных территориях 88

Дубков А.А., Тимошинов Р.В., Кушаева Е.Ж., Клыков А.Г. Влияние микроудобрений и регуляторов роста на урожайность сои в условиях Приморского края..... 93

Прищепенко Е.А., Сафина Р.Р., Гарилов Н.Э. Опыт применения органоминерального удобрения на картофеле 98

Зейналов А.С., Орел Д.С. Некоторые особенности биоэкологии яблонной плодовой гни *Cydia pomonella* L. в условиях Московской области 102

Осипов Г.Е., Петрова Н.В., Карпова А.А. Биологические и хозяйственные особенности нового сорта яблони Ренет Поволжья 107

Селиверстова Е.Н. Мониторинг *Paeonia tenuifolia* L. и *Paeonia biebersteiniana* (Rupr.) в природе и культуре 112

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Прохасько Л.С. Расчет кавитационного устройства для очистки промышленных вод 117

Резниченко И.Ю., Егушова Е.А. Определение потенциальных рисков при обеспечении безопасности и качества диетических хлебцев..... 122



CONTENTS

NEWS 8

INDUSTRY EVENTS, TRENDS, NOVELTIES

Three questions for an expert. Mouse-like rodents: varieties and methods of dealing with them.....	9	
Improving the quality of life of the rural population is among the key tasks of the state	10	
Sergey Levin: "It is necessary to create a system of evidence-based positioning of Russian agricultural products as climate-optimized"	12	
Legislative support for the development of the domestic agro-industrial complex.....	14	
Over the past three years, losses due to epizootics amounted to billions of rubles	15	
FSIS "Grain": stages of development	16	
Modern methods of poultry's vaccination	18	

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

<i>Abramov S.V., Balyshv A.V., Golovin V.V., Starikov N.M., Zhuravleva M.S.</i> The study of acute and subchronic oral toxicity of the drug "Enrokolitrin" on laboratory animals.....	21
<i>Spirina A.S., Spirina O.A., Kontsevaya S.Yu., Ermakov A.M.</i> Clinical case: Bilateral subtotal mandibulectomy with fusion of the tympanic part of the temporal bone with the medial surface of the angle of the mandible in a puppy	27
<i>Gorelik A.S., Rebezov M.B., Gorelik O.V.</i> Evaluation of bulls-producers of the Holstein breed by the quality of the offspring.....	34
<i>Volkova N.A., Volkova L.A.</i> Study of species-specific features of the histological structure of the longissimus dorsi muscle in animals of the genus <i>Ovis</i>	41
<i>Papusha N.V., Bermagambetova N.N., Kubekova B.Zh., Smailova M.N., Kosilov V.I.</i> Optimization of dairy cows diets for crude protein	46
<i>Belomozhnov T.D., Klimenko V.P., Osipyan B.A., Vasilyeva E.P.</i> The use of corn hybrid Ross 195 for silage production in Central Non-Black Earth Region	54
<i>Romanov V.N., Bogolyubova N.V., Mishurov A.V., Devyatkin V.A., Rykov R.A.</i> The effectiveness of feeding the pancreas of pigs to calves of the weaning period of cultivation	59
<i>Nekrasov R.V., Chabaev M.G., Tuaeve E.V., Nikanova D.A., Bogolyubova N.V., Shapovalov S.O., Ivanov G.A.</i> Influence of lipid fraction of Black Soldier fly larvae on productivity, resistance and metabolic processes in milk-fed period calves.....	64
<i>Neverova O.P., Gorelik O.V., Kharlap S.Yu., Rebezov M.B., Zinina O.V., Chepushtanova O.V., Alexandrina E.V., Neverova E.P.</i> Influence of a biotechnological additive on the weight growth of broiler chickens.....	70
<i>Bagno O.A., Prokhorov O.N., Fedotov S.S., Rassolov S.N., Schmidt A.A.</i> Efficiency of the use of extruded fir flour in feeding broiler chickens	76
<i>Gritsenko S.A., Belookova O.V., Rebezov M.B., Vidyakin Yu.Yu.</i> Indicators of slaughter and chemical composition of meat of commercial young meat poultry depending on live weight at daily age	82

AGRONOMY

<i>Kalmykova E.V., Melnik K.A., Peredrienko A.I.</i> The prospects of a model exposition in artificial plantations in urbanized territories.....	88
<i>Dubkov A.A., Timoshinov R.V., Kushaeva E.Zh., Klykov A.G.</i> Influence of micronutrient fertilizers and growth regulators on soybean yield under the conditions of Primorsky Krai	93
<i>Prishchepenko E.A., Safina R.R., Garipov N.E.</i> Experience using organomineral fertilizer on potatoes	98
<i>Zeynalov A.S., Orel D.S.</i> Some features of the bioecology of the apple moth <i>Cydia pomonella</i> L. in the conditions of the Moscow region.....	102
<i>Osipov G.E., Petrova N.V., Karpova A.A.</i> Biological and economic features of the new apple variety Renet Povolzhya.....	107
<i>Seliverstova E.N.</i> <i>Paeonia tenuifolia</i> L. and <i>Paeonia biebersteiniana</i> (Rupr.) monitoring in nature and culture.....	112

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

<i>Prokhasko L.S.</i> Calculation of a cavitation device for industrial water treatment.....	117
<i>Reznichenko I.Yu., Egushova E.A.</i> Identifying potential risks when ensuring the safety and quality of diet breads.....	122



КАБМИН ВЫДЕЛИТ 8 МЛРД РУБЛЕЙ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ АПК СЕЛЬХОЗТЕХНИКОЙ

В России увеличен размер субсидируемой скидки на закупку сельхозтехники. На эти цели правительство выделит 8 млрд руб., сообщил премьер-министр РФ Михаил Мишустин на заседании кабмина.

Михаил Мишустин отметил, что в ближайшие два месяца в регионы планируется поставить около шести тысяч российских и белорусских тракторов. Аграрии смогут приобретать их по фиксированным ценам со скидками, которые позволят сэкономить до 1/5 от рыночной цены изделия. «Компенсироваться она станет из средств федерального бюджета», — пояснил глава кабмина, уточнив, что размер субсидий на закупку такой техники будет учитывать различные факторы, в том числе удаленность территории и организацию логистики.

В частности, для агропредприятий из ДФО скидка составит 20%, для сельхозпроизводителей из новых регионов — 15%. Такой же размер скидки продолжит действовать для аграриев из регионов СФО, Калининградской области и Республики Крым. Для всех остальных субъектов скидка составит 10%.

(Источник: ТАСС)



РЯЗАНСКИЕ АГРАРИИ ПОЛУЧИЛИ МАКСИМАЛЬНЫЙ ЗА 10 ЛЕТ УРОЖАЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

По оперативным данным Минсельхозпрода Рязанской области, урожай сахарной свеклы в регионе стал максимальным за последние 10 лет, при том что на сегодняшний день убрано 92% площади под этой культурой.

На 01.11.2023 получено 371 тыс. т корнеплодов, — это больше максимального значения за последнее десятилетие (370 тыс. т в 2019 году) и значительно выше среднего значения за 10 лет (282 тыс. т).

Большая часть убранного урожая сахарной свеклы уже отправлена на переработку. Так, на Сотницинский сахарный завод, расположенный в Сасовском районе, отгружено 103 тыс. т корнеплодов. Кроме того, предприятия Александрово-Невского района отгрузили 141 тыс. т на сахарный завод, расположенный в Тамбовской области, уточнили в министерстве.

(Источник: Официальный сайт Минсельхозпрода Рязанской области)



ГОСБАНК СЕМЕНИ И ЭМБРИОНОВ СЕЛЬХОЗЖИВОТНЫХ ОТКРЫТ В ЯКУТИИ

В Якутске открыт Государственный банк семени и эмбрионов сельхозживотных. Цель его создания — улучшение поголовья КРС и сохранение генофонда якутской породы КРС. В настоящее время в банке хранится свыше 260 тыс. доз семени, в том числе более 76 тыс. доз от генофондного якутского скота. Ежегодно в хозяйства республики поставляются от 60 до 80 тыс. доз.

За последние годы интерес к якутской породе КРС возрос как у местных животноводов, так и у российских специалистов-селекционеров, отметил заместитель министра сельского хозяйства и продовольственной политики Якутии Николай Афанасьев. «Считаю, что банк семени станет импульсом дальнейшего развития животноводства не только на территории республики, но и на уровне страны», — заключил он.

(Источник: Официальный сайт Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия))

ПОДМОСКОВЬЕ ВЫШЛО В ЛИДЕРЫ РОССИИ ПО ЦИФРОВИЗАЦИИ АГРАРНОЙ ОТРАСЛИ

Как сообщили в Минсельхозпрода Московской области, по итогам рейтинга цифровой трансформации АПК в 3 кв. 2023 года, составленным Министерством сельского хозяйства РФ, Подмосковье заняло первое место.

Деятельность регионов оценивалась по целому ряду показателей, в том числе — наличию команды по цифровизации, специалистов по информационной безопасности, плана и стратегии цифровой трансформации АПК, отметили в сообщении.

Московская область стала лучшей среди 83 регионов РФ, разделив лидирующую позицию с Республикой Татарстан и Ямало-Ненецким автономным округом, набрав максимальное число баллов, уточнили в областном Минсельхозпроде.

(Источник: Официальный сайт Минсельхозпрода Московской области)

ОМСКИМИ УЧЕНЫМИ СОЗДАНА БАЗА ДАННЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР

Учеными Омского АНЦ создана база данных микроэлементов, включающая результаты определения содержания микроэлементов *Cu*, *Zn*, *Mn*, *Ni* в зерне и соломе различных сельхозкультур — яровой мягкой пшеницы, льна масличного, ячменя, сои, рапса, сообщила пресс-служба учреждения.

Исследования проводились учеными в лугово-черноземной почве в течение нескольких лет в зависимости от применения удобрений, СЗР и способа обработки почвы в условиях лесостепной зоны Омского Прииртышья, уточнили в Центре.

Как рассказала ст. науч. сотр. лаборатории агрохимии Омского АНЦ Виктория Волкова, база данных составлена омскими учеными для хранения и использования информации при изучении многолетней динамики микроэлементов. Изученные закономерности изменения содержания элементов в системе агроценоза, оформленные в эту базу, в настоящее время систематизированы, но могут расширяться и обновляться, пояснила она.

Представленные исследователями данные позволяют скорректировать состав получаемой сельхозпродукции за счет различных агротехнологических приемов и будут полезны в работе как сельхозтоваропроизводителей, так и научных работников, а также студентов и аспирантов, отметили в Центре.

(Источник: Официальный сайт Омского АНЦ)

Подпишитесь
на наш
Telegram канал!



МЫШЕВИДНЫЕ ГРЫЗУНЫ: РАЗНОВИДНОСТИ И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НИМИ



Журнал «Аграрная наука» при поддержке одного из лидеров отечественного рынка средств защиты растений (СЗР) Группы компаний «Шанс» представляет рубрику «Три вопроса эксперту». Продакт-менеджер ГК «Шанс» Павел Карайванов делится информацией о разновидностях мышевидных грызунов и способах борьбы с ними.



1 Насколько вредоносными могут быть мышевидные грызуны?

Мышевидные грызуны и человек — неразлучные спутники уже 15 тысяч лет. Как показали последние исследования, мыши стали селиться рядом с людьми еще до того, как наши предки начали заниматься сельским хозяйством.

Грызуны являются переносчиками опаснейших для человека болезней и ежегодно наносят ущерб на миллиарды долларов. Только в Азии грызуны являются причиной потерь урожая риса, которым можно было бы накормить 200 миллионов человек в течение всего года. Ущерб, причиненный грызунами в других странах, не менее значителен.

Из 1700 видов грызунов, насчитывающихся в мире, только 10% — вредители сельского хозяйства.

В нашей стране мышевидные грызуны также являются серьезной проблемой. Они очень прожорливы, потому что для поддержания постоянной температуры тела тратят много энергии. Грызунам необходимо

постоянно питаться, так как в холодное время года в условиях недостатка пищи грызун способен за восемь часов потерять до 10% от массы своего тела.

2 Можно ли выделить наиболее опасные для сельского хозяйства виды грызунов?

Стоит отметить два семейства мышевидных грызунов — **хозякообразные** (обыкновенная полевка, общественная полевка, узкочерепная полевка) и **мышеобразные** (полевая мышь, домовая мышь, малая лесная мышь).

В отличие от сурков или сусликов, мышевидные грызуны не впадают в спячку и питаются в зимний период, из-за чего сильно повреждают посевы озимых зерновых культур.

Мышевидные грызуны очень плодовиты, и при благоприятных условиях для размножения колония мышей растет в геометрической прогрессии.

Давайте познакомимся с самыми распространенными представителями мышеобразных подробнее.

3 Как можно минимизировать риски для урожая, связанные с мышевидными грызунами?

Важно соблюдать меры борьбы с мышевидными грызунами: профилактические — предотвращающие появление мышей или увеличение их численности; истребительные — позволяющие избавиться от появившихся вредителей.

Профилактические меры создают неблагоприятные условия для мышей, не позволяющие им наращивать свою численность: уничтожение сорной растительности, уборка пожнивных остатков с поля, глубокая вспашка, соблюдение чистоты на прилегающих к полям и зернохранилищам территориям.

Истребительные меры включают в себя применение различных устройств для уничтожения и отпугивания мышей. Химические методы борьбы — уничтожение мышей с помощью специальных средств — родентицидов.

ГК «Шанс» предлагает родентицид Антимышин, ГР, обладающий отличной эффективностью против всех видов мышевидных грызунов. Антимышин, ГР позволяет в кратчайшие сроки уничтожить популяции вредителей как в полях, так и в помещениях и на прилегающих к ним территориях. Высокая действенность препарата подтверждена опытом применения против различных видов мышевидных грызунов в самых разных регионах.

Обыкновенная полевка (*Microtus arvalis*)



Повреждает зерновые, зернобобовые, овощные и технические культуры. Наносит вред продукции при хранении, в питомниках повреждает деревья.

Предпочитает окультуренные земли и живет колониями из множества нор — до 10 взрослых особей в норе.

Общественная полевка (*Microtus socialis*)



Повреждает посевы овощных, бахчевых и технических культур. Вредит на посевах однолетних и многолетних трав и на пастбищах.

Предпочитает степи и полупустыни, охотно селится на окультуренных землях. Запасает на зиму в камерах норы до 10 кг семян растений.

Узкочерепная (или стадная) полевка (*Microtus gregalis*)



Наносит вред зерновым культурам, а также посевам злаковых трав. Способна повреждать бобовые и технические культуры, на зиму делает большие запасы.

Имеет широчайший ареал обитания — от Архангельска до северной Монголии.

Полевая мышь (*Apodemus agrarius*)



Многоядна, вредит зерновым, зернобобовым, овощным, техническим культурам, уничтожает саженцы деревьев в питомниках и повреждает продукцию при хранении.

Предпочитает лесные и лесостепные зоны. Главный фактор — влажность, редко встречается в местах с годовым количеством осадков до 500 мм.

Домовая мышь (*Mus musculus*)



Повреждает зерновые культуры, чаще находящиеся на хранении, а также повреждает семена различных культур и продукцию растениеводства.

Обитает в полях и зарослях растительности. Часто селится около зернотоков и хлебоприемных пунктов.

Подробнее об особенностях применения препарата можно узнать на сайте ГК «Шанс»:



В следующем номере речь пойдет об осенних вредителях озимых зерновых культур.

**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.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ — В ЧИСЛЕ КЛЮЧЕВЫХ ЗАДАЧ ГОСУДАРСТВА

На очередном заседании Президиума Российской академии наук, прошедшем 31 октября под председательством главы РАН, академика РАН Геннадия Красникова, состоялось обсуждение наиболее актуальных вопросов социально-экономического развития страны, в том числе ключевых факторов, влияющих на качество жизни населения в России. В ходе заседания доклад на тему «Повышение качества жизни на селе — приоритетная задача государства» представил руководитель ВИАПИ имени А.А. Никонова — филиала ФГНБУ ФНЦ ВНИИЭСХ, академик РАН Александр Петриков.

Качество жизни сельского населения по-прежнему ниже городского, отметил академик РАН Александр Петриков. Согласно его данным, уровень безработицы на селе в 1,5 раза выше, чем в городе, зато совокупный доход на одного члена домохозяйства, наоборот, на 35% меньше, доля малоимущего сельского населения превосходит городской показатель более чем в 3 раза, а удельный вес благоустроенного жилья в сельских поселениях вдвое ниже, чем в городах. Что касается ожидаемой продолжительности жизни при рождении, — на селе она почти на 1,5 года меньше, чем в городе. «Как следствие, нам никак не удастся преодолеть долговременную, — наблюдавшуюся еще при советской власти, — тенденцию сокращения сельского населения страны. Его численность увеличивалась только в первой половине девяностых годов (примерно в 1992–1996 годы) благодаря миграции в деревни, в том числе русскоязычного населения из постсоветских стран, в силу того, что кризис перехода к рынку было легче пережить именно там, поближе к земле. И если в городах, начиная с 2007–2008 годов, демографическая ситуация медленно выправляется, то на селе — продолжает стагнировать. Большинство экспертов считает это объективным следствием урбанизации, имеющей глобальный характер, что отчасти верно, но отмечу, что в России урбанизация протекает в острой, крайне неблагоприятной форме», — сказал докладчик. Он также отметил выведение из оборота больших массивов сельхозугодий — более 33 млн га, или 17% от общей площади,



по состоянию на 01.01.2022, и рост количества пустующих деревень. По мнению академика, это означает потерю не только огромного материально-вещественного капитала, накопленного предыдущими поколениями, но и целого пласта национальной культуры многих народов Российской Федерации. В сельских районах РФ увеличивается доля домохозяйств с заброшенными земельными участками и пустующими домами, что следует из сравнения результатов Всероссийской сельхозпереписи 2016 года и переписи 2006 года, добавил он. По существу, это социальное опустынивание обширных сельских территорий, что грозит России уже и геополитическими рисками, резюмировал Александр Петриков.

«К сожалению, на большинстве форумов, где обсуждается социально-демографическая политика нашей страны, ее вопросы рассматриваются в целом, без разбивки на город и село, как и в большинстве стратегических документов правительства, — отметил спикер. — В частности, в недавно обнародованном прогнозе социально-экономического развития Российской Федерации на 2024 год и на плановый период 2025 и 2026 годов нет ни одного целевого индикатора по сельской местности, как не было их и в предыдущих прогнозах. Стратегическое планирование по развитию села сконцентрировано почти исключительно в программах и документах Минсельхоза России. Такой агро-ориентированный подход, характерный для федерального уровня, дублируется и в регионах. Перед этим заседанием мы проанализировали Стратегию социально-экономического развития 50 субъектов РФ, — и только в четырех из них имелись разделы по селу, а отдельные целевые показатели по сельской местности и сельскому населению — в стратегиях только 12 регионов. Видимо, и разработчики-эксперты,



и правительственные чиновники полагают, что рынок и общие механизмы социального развития, предлагаемые для страны в целом, будут работать и в деревне. Но ведь это далеко не так, — во-первых, в силу инерции накопившихся в деревне проблем, а во-вторых, и главным образом, в силу существенно неодинаковой плотности сельского и городского населения». Сельское развитие требует отдельного регулирования, добавил он.

Александр Петриков высказал ряд предложений по улучшению ситуации в данной сфере. Он отметил, что политика по комплексному развитию села должна стать стратегическим направлением социально-экономического развития государства. «Конечно, речь идет не о приостановке урбанизации, а о переходе к ее более управляемой фазе, без тех негативных проявлений, о которых говорилось выше, — уточнил докладчик, — для этого потребности села должны учитываться во всех стратегических документах государства, а не только в программах Минсельхоза России». Необходимо принять специальный федеральный закон о развитии села, призванный определить принципы, направления, механизмы политики сельского развития, включая установление критериев отнесения населенных пунктов к сельским, отметил он. Сейчас это — полномочие регионов, что приводит к существенной сегментации экономического и социального пространства страны, а в некоторых случаях — и к утрате федеральных преференций для сельского населения, пояснил спикер. «Такой законопроект, подготовленный сотрудниками нашего института и других НИИ, получил одобрение Комитета по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Совета Федерации и в настоящее время дорабатывается», — сообщил он.

Академик заострил внимание на необходимости разработки специального национального проекта по комплексному сельскому развитию и дополнительных мер по диверсификации сельской экономики. Создание новых рабочих мест на селе в несельскохозяйственных отраслях не компенсирует высвобождение работников из сельского хозяйства, например, в 2009–2022 годах из аграрного сектора высвободилось более 1,5 млн человек, в то время как в несельскохозяйственных видах экономической деятельности трудоустроилось 760 тыс. человек или 48,8%, отметил он. «Количество альтернативных рабочих мест должно быть, по меньшей мере, удвоено, — сказал докладчик. — Деревня перестает быть аграрной, деревня должна быть диверсифицированной, что можно сделать за счет стимулирования развития на



селе малого и среднего бизнеса в несельскохозяйственной сфере, перевода в сельскую местность и малые города филиалов предприятий из крупных городов».

По мнению спикера, следует пересмотреть структурную политику в сельском хозяйстве, направленную на приоритетное развитие крупных хозяйств в ущерб малому и среднему предпринимательству. «Развитие крупных хозяйств, агрохолдингов и агроферм, с одной стороны, способствует экономическому росту в сельском хозяйстве, национальной независимости по продовольствию, формированию экспортного потенциала, а с другой стороны, чревато серьезными социальными проблемами, — отметил он. — Дело в том, что такие хозяйства нацелены в первую очередь на рост объемов производства, и в меньшей степени заботятся о развитии сельских поселений. Это, в частности, показал соцопрос сельского населения Ростовской области, проведенный в июне 2023 года ВИАПИ имени А.А. Никонова совместно с Ростовским государственным экономическим университетом. В его рамках было опрошено 1057 респондентов и выявлено, что решению социальных проблем более всего содействуют неинтегрированные в холдинги сельхозорганизации, затем — фермерские хозяйства, а далее — агрохолдинги. Для развития малого и среднего бизнеса в сельском хозяйстве целесообразно не только увеличивать его господдержку, но и развивать инфраструктуру сбыта продукции малых и средних хозяйств, их доступ к рынку инноваций. По существу, мы совершили модернизацию только крупного сельского хозяйства в России, что касается малых и средних хозяйств — там процесс, практически, не начинался».

Спикер отметил необходимость увеличения бюджетной обеспеченности органов местного самоуправления и поощрения участия населения в сельском развитии, в том числе, через инициативное бюджетирование и территориальное общественное самоуправление. Объем доходов местных бюджетов в процентах к ВВП, по данным Общероссийского конгресса муниципальных образований, постоянно сокращается, так, в 1997 году, когда принимался федеральный закон о местном самоуправлении, этот объем составлял 10,9% к ВВП, в 2011 — 5,4%, в 2021 — 4,1%, сообщил он. Эту неблагоприятную тенденцию следует переломить, отметил ученый. «Развитие села — приоритетная задача государства, более трудная, чем развитие сельского хозяйства, требующая значительно больше времени и усилий. Важная роль в решении этой задачи принадлежит науке», — заключил он.

Ю.Г. Седова



СЕРГЕЙ ЛЕВИН: «НЕОБХОДИМО СОЗДАТЬ СИСТЕМУ ДОКАЗАТЕЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ КАК КЛИМАТИЧЕСКИ ОПТИМИЗИРОВАННОЙ»

В рамках конференции «Роль климатического регулирования в конкурентоспособности российской продукции АПК» состоялось обсуждение актуальных вопросов развития экспорта отечественной аграрной продукции и влияния климатических изменений на его потенциал. Мероприятие, организованное Федеральным центром «Агроэкспорт» и АО «Кэпт», прошло при поддержке Минсельхоза России. Особый интерес участников вызвало выступление заместителя министра сельского хозяйства РФ Сергея Левина.

В ходе мероприятия было отмечено значительное увеличение объема поставок за рубеж отечественной сельхозпродукции. Экспорт продукции российского агропромышленного комплекса растет все последние годы, — в прошлом году он превысил 40 млрд долларов и продолжает рост в текущем году, опережая прошлогодние показатели более чем на 20%, сообщил заместитель министра сельского хозяйства РФ Сергей Левин. «Уверенный рост экспорта позволил России занять ведущие позиции на целом ряде мировых аграрных рынков: пшеницы, ячменя, подсолнечного и рапсового масла, рыбы и другой продукции, — сказал он. — В то же время, несмотря на эти успехи, нам надо смотреть вперед, оценивать перспективы, вызовы и риски для дальнейшего увеличения объемов нашего аграрного экспорта».

По мнению замминистра, одним из серьезных факторов, который может оказать влияние на развитие российского экспортного потенциала, является изменение климата. «Отмечу, что в данном вопросе есть два аспекта, — уточнил он. — Во-первых, это само глобальное изменение климата, глобальное потепление. С одной стороны, оно может вызывать более частые засухи в южных регионах нашей страны, в Поволжье, и распространение явлений, нехарактерных для сегодняшнего климата. А с другой стороны, рост среднегодовых температур ведет к увеличению продолжительности вегетационного периода, появлению возможности освоения более северных территорий нашей страны для земледелия». Все это создает безусловные условия и потенциал для увеличения зоны в России, пригодной для стабильного сельскохозяйственного производства, резюмировал спикер. «В последние несколько лет наблюдается расширение площади посевов сои, кукурузы и подсолнечника на севере и на востоке нашей страны, более мягкие зимы позволяют сократить затраты на отопление животноводческих комплексов», — добавил он. В целом баланс климатических изменений для российского сельского хозяйства скорее положительный, — как результат, мы сможем увеличить производственную базу, и соответственно, экспортный потенциал, отметил замминистра.

Другой аспект глобального изменения климата — возникновение системы ограничения выбросов парниковых газов в мире, отметил спикер. «Считается, что сельского хозяйства и вырубка лесов под сельскохозяйственные угодья дают, по разным оценкам, порядка



(Источник фото: официальный сайт Федерального центра развития экспорта продукции АПК Минсельхоза России)

20 процентов от общего объема антропогенных выбросов, в этой связи многие государства создают специальные программы и реализуют адаптационные мероприятия, — рассказал он. — На сегодняшний день национальные планы адаптации в сфере сельского хозяйства разработаны в 45 странах мира. Безусловно, формирование этой нормативной базы будет оказывать влияние на условия торговли продовольствием как в среднесрочной, так и в долгосрочной перспективе. И — оно может стать одним из новых барьеров при мировой торговле и экспорте продукции АПК. Поэтому нам необходимо держать руку на пульсе происходящих изменений и смотреть, как развивается климатическое регулирование в странах нашего экспортного интереса, чтобы не потерять важные — ключевые для нас — рынки». Помимо этого, необходимо создать систему доказательного позиционирования российской сельскохозяйственной продукции как климатически оптимизированной, отметил замминистра.

Сегодня при разработке стратегии развития не только отдельные аграрные компании, но и сельскохозяйственная отрасль в целом должны учитывать климатическую проблематику, заключил Сергей Левин.

Ю.Г. Седова



ФЕЛУЦЕН®
FELUTSEN PROFESSIONAL

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОКТЕЙЛИ ДЛЯ КОРОВ

ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ПОРОШКИ ДЛЯ БЫСТРОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ ОТЕЛА:

- Обеспечивают мощный энергетический импульс, снижают риск кетоза
- Профилактируют молочную лихорадку, эклампсию и другие послеродовые осложнения
- Поддерживают оптимальный уровень кальция и глюкозы в крови
- Стимулируют активность рубца и развитие полезной микрофлоры



ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОКТЕЙЛИ ДЛЯ ТЕЛЯТ

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ПОРОШКИ:

- Выпаиваются новорожденным и ослабленным телятам
- Дают мощный энергетический заряд для активного роста
- Профилактируют диарею и расстройства пищеварения
- Восстанавливают аппетит, нормализуют кишечную микрофлору



Телефон бесплатной линии: 8-800-200-3-888

www.agrovit87.ru

www.prok.ru

ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО АПК

В рамках пресс-конференции главы Комитета СФ ФС РФ по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Александра Двойных, прошедшей 18 октября в ММПЦ «Россия сегодня», состоялось обсуждение приоритетных задач в сфере АПК и ключевых направлений работы Комитета в осеннюю сессию.

Основные направления работы Комитета остаются неизменными — устойчивое развитие агропромышленного комплекса страны и экологическое благополучие населения, отметил Александр Двойных. Он сообщил, что к внесению и рассмотрению Советом Федерации ожидается целый ряд законопроектов. В их числе — законы о племенном животноводстве, о самоходных машинах и других видах техники, о карантине растений, о пчеловодстве, об обращении с биологическими отходами, об обращении лекарственных средств, о внесении изменений в Лесной кодекс, о сбыте фермерской продукции. «По всем этим законам наш Комитет является ответственным, и работа над ними приоритетна», — уточнил сенатор.

Александр Двойных сообщил, что 03.10.2023 Комитет провел парламентские слушания «Наука и система подготовки кадров в сфере агропромышленного комплекса: проблемы и перспективы развития». «Мы договорились, что на парламентских слушаниях не срезаем острых углов, четко диагностируем проблему и формируем план по ее решению, — сказал он. — Мне кажется, что план развития аграрного образования, — как школьного и среднего, так и высшего, — мы совместно с министерствами нашли».

В зоне особого внимания парламентариев по-прежнему остается сфера лесного хозяйства, отметил законодатель, информируя о предстоящих парламентских слушаниях по лесному семеноводству. «Именно оно позволит сохранить и увеличить площадь «зеленых легких» России», — отметил сенатор.

Спикер рассказал о планируемой конференции по развитию малого предпринимательства, фермерства и локальных производителей, а также о планах по проведению заседаний и круглых столов с участием профессионального сообщества, министерств и ведомств по важным для отечественного АПК темам. Среди таких тем — вопросы совершенствования законодательства о качестве пищевой продукции, проблематика, связанная с реализацией доктрины продовольственной безопасности в новых субъектах РФ, закона о медицинских отходах, доступностью рыбной продукции, госпрограммой развития сельских территорий, цифровизацией сельского хозяйства. А также — охрана окружающей среды, ликвидация свалок, сбыт сельхозпродукции и внедрение маркировки на нее, аграрное образование.

Помимо этого, в планах Комитета — проведение круглого стола о реализации мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года, сообщил сенатор. «Россия с ее размерами, природными возможностями,

климатическими зонами является главным в мире игроком на климатической арене. Наша задача — исключить спекуляции влияния через климатическую повестку на наше государство, но при этом формировать ее в интересах нашей страны и всего мирового сообщества», — сказал он.

Александр Двойных напомнил, что в России действует программа «Комплексное развитие сельских территорий», которая финансируется более чем на 60 млрд руб. из федерального бюджета. Он пояснил, что данные средства направляются на строительство и капитальные ремонты школ, реконструкцию медицинских и культурных учреждений, инфраструктуры на селе и прочие нужды. Спикер отметил, что в следующем году, несмотря на непростой бюджет, эта программа будет полностью профинансирована. Он также рассказал о работе сенаторов над законодательным обеспечением качества сельской жизни, в частности, о разрабатываемом ими совместно с экспертным и научным сообществом законе, который гарантировал бы сельским жителям определенные стандарты. По словам парламентария, данный закон может изменить архитектуру и уклад сельской жизни. «В весеннюю сессию 2024 года мы намерены начать предметную работу по нему уже вместе с профильными министерствами», — сообщил законодатель.

Парламентарий заострил внимание на вопросах цифровизации АПК, высоко оценив итоги работы в этом направлении крупных сельскохозяйственных предприятий, агрохолдингов, и особенно — их усилия по внедрению в свою деятельность качественных отечественных решений. «Инновационные технологические решения, несомненно, еще и экономически выгодны. Поэтому Совет Федерации будет вести работу по этому направлению и дальше. Необходимо держать руку на пульсе: следить за внедрением инструментов, отмечать все, что мешает активной цифровизации, и оперативно ликвидировать помехи», — отметил он.

Ю.Г. Седова



ЗА ПОСЛЕДНИЕ ТРИ ГОДА УБЫТКИ ИЗ-ЗА ЭПИЗООТИИ СОСТАВИЛИ МИЛЛИАРДЫ РУБЛЕЙ

Текущую ситуацию и ключевые направления развития отрасли обсудили участники II Международного ветеринарного форума по свиноводству. Мероприятие, организованное Международной промышленной академией (МПА) и Национальным Союзом свиноводов (НСС) при поддержке департамента ветеринарии Министерства сельского хозяйства РФ и Россельхознадзора, прошло 27–28.06.2023 в Москве, на площадке МПА.



За последние три года были зарегистрированы сотни вспышек африканской чумы свиней (АЧС), убытки из-за эпизоотии составили миллиарды рублей, сообщил начальник отдела нормативно-правового регулирования в сфере обеспечения эпизоотической безопасности департамента ветеринарии Минсельхоза России Вячеслав Галов. Он отметил, что в 2021 году в 48 субъектах страны зарегистрировано 355 случаев АЧС среди домашних свиней. В прошлом году количественные показатели были ниже: в 35 субъектах РФ среди домашних свиней зарегистрировано 167 случаев АЧС. В текущем году зафиксированы вспышки на крупных промышленных предприятиях в Приморском крае и Саратовской области. Также ветслужбы постоянно регистрируют на свинокомплексах лептоспироз, пастереллез, РРСС (репродуктивно-респираторный синдром свиней), болезнь Ауески. Не ослабевает и угроза заноса ящура из сопредельных стран, добавил спикер. Государственные органы работают над оптимизацией защитных мер, совершенствованием правового регулирования в части обращения с биоотходами, эксплуатации и ликвидации скотомогильников, дезинфекции транспортных средств, въезжающих через государственную границу России, сообщил он. Так, в декабре 2022 года распоряжением Правительства РФ утвержден план мероприятий (дорожная карта) по совершенствованию системы ветеринарной безопасности, а с 1 марта 2024 года должны вступить в силу положения закона о маркировке и учете животных. Помимо этого, в РФ урегулированы вопросы выплаты компенсаций за изъятых животных при ликвидации очагов особо опасных болезней, с учетом соблюдения владельцами таких животных ветеринарного законодательства.

Заведующий референтной лабораторией по АЧС ФГБУ «ВНИИЗЖ» Алексей Иголкин отметил вероятность сохранения высокого уровня интенсивности распространения АЧС в незащищенной популяции домашних и диких свиней. Также сохраняются риски сокрытия случаев заболеваний, что требует усиления нормативно-правовой базы, возвращения АЧС в условно благополучные регионы РФ, вспышки заболевания в удаленных от устойчивых зон неблагополучных территориях, угроза заноса 1-го генотипа вируса, резюмировал он. В этом году прогнозируется возникновение до 130 очагов инфекции в популяции домашних свиней и около 75 — в популяции дикого кабана, уточнил спикер.

Василина Грицюк — заместитель директора подведомственного Россельхознадзору ФГБУ «ВГНКИ»

заострила внимание на вопросе ввода в гражданский оборот лекарственных средств для ветеринарного применения. С начала сентября текущего года вступают в силу изменения в Федеральный закон «Об обращении лекарственных средств», сообщила она.

Эксперт отметила, что перед вводом в гражданский оборот каждой серии произведенного в Российской Федерации лекарственного препарата для ветеринарного применения, за исключением иммунобиологического, производителю в уведомительном порядке следует представить в федеральный орган исполнительной власти:

- документ производителя, подтверждающий соответствие качества лекарственного препарата для ветеринарного применения, вводимого в гражданский оборот, требованиям, установленным при его государственной регистрации;

- подтверждение лица, уполномоченного производителем лекарственных средств, соответствия лекарственного препарата для ветеринарного применения требованиям, установленным при его государственной регистрации.

В случае ввода в гражданский оборот каждой серии ввозимого в Россию лекарственного препарата для ветеринарного применения, — за исключением иммунобиологического, — организации, осуществляющей ввоз, следует представить в уведомительном порядке в федеральный орган исполнительной власти частично иной список документов. А именно:

- документ производителя лекарственных средств, который подтверждает соответствие качества лекарственного препарата для ветеринарного применения, вводимого в гражданский оборот, требованиям, установленным при его государственной регистрации (так же, как при вводе в гражданский оборот каждой серии произведенного в РФ лекарственного препарата);

- подтверждение лица, уполномоченного держателем или владельцем регистрационного удостоверения лекарственного препарата для ветеринарного применения, соответствия требованиям, установленным при его государственной регистрации.

Производители лекарственных средств и организации, осуществляющие их ввоз в нашу страну, несут ответственность за непредставление или несвоевременное представление необходимых документов и сведений в Россельхознадзор в соответствии с российским законодательством, отметила эксперт.

Ю.Г. Седова

ФГИС «ЗЕРНО»: ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ

Ведущие отраслевые эксперты обсудили ключевые аспекты системы прослеживаемости зерна на круглом столе «ФГИС “Зерно”: нюансы эксплуатации и векторы развития». Организатором мероприятия, прошедшего 4 октября в рамках деловой программы 25-й Российской агропромышленной выставки «Золотая осень – 2023», выступил Минсельхоз России совместно с оператором системы ФГБУ «Центр Агроаналитики».

В ходе круглого стола было отмечено, что, согласно документам, ФГИС «Зерно» создана Минсельхозом России в соответствии с постановлением Правительства РФ от 09.10.2021 № 1722 «О Федеральной государственной информационной системе прослеживаемости зерна и продуктов переработки зерна». «Мы предоставили товаропроизводителям систему для тестирования еще в марте 2022 года, — для того, чтобы они могли в новых условиях адаптироваться. И сегодня с уверенностью можем сказать, что все товаропроизводители умеют в ней работать», — сообщила заместитель директора департамента регулирования рынков АПК Минсельхоза России Елена Трошина.

Руководитель управления по эксплуатации системы прослеживаемости зерна «Центра Агроаналитики» Михаил Копейкин рассказал о практике эксплуатации ФГИС «Зерно», в частности, особенностях оформления товаросопроводительных документов (СДИЗ). Он отметил, что федеральная государственная информационная система прослеживаемости зерна и продуктов его переработки, прежде всего, регулируется Законом РФ «О зерне», а также распоряжениями Правительства РФ и приказами Минсельхоза России. В том числе — ключевым для оператора Постановлением Правительства РФ от 09.10.2021 № 1722. «Мы — операторы ФГИС «Зерно» уполномочены на целый ряд методологических, техни-



ческих и иных функций. Их полный перечень указан в пункте 13 ППРФ 1722», — добавил эксперт.

В своей презентации Михаил Копейкин выделил такие функции как:

- обеспечение бесперебойного функционирования ФГИС «Зерно»;
- обеспечение технической поддержки и сопровождения ФГИС «Зерно»;
- проверка полноты и достоверности информации, содержащейся во ФГИС «Зерно»;
- обеспечение защиты информации, содержащейся во ФГИС «Зерно», от уничтожения, модификации и блокирования доступа к ней, а также от иных неправомерных действий в отношении такой информации;
- методическое обеспечение деятельности поставщиков информации по внесению информации во ФГИС «Зерно», включая разъяснения по заполнению форм представления информации во ФГИС «Зерно»;
- организация консультационной и методологической поддержки пользователей ФГИС «Зерно».

В числе участников системы со стороны государства спикер отметил Минсельхоз России и подведомственные ему учреждения, Россельхознадзор, ФТС России, Росаккредитацию, Росстат, со стороны бизнеса — сель-



хозпроизводителей, переработчиков, организации и ИП — потребителей зерна и продуктов его переработки, импортеров и экспортеров.

«Что касается поддержки оператором пользователей ФГИС «Зерно», то с июля 2022 года по сентябрь 2023 года к нам поступило более 145 тысяч обращений за консультационной поддержкой, — сообщил эксперт. — За это время было разработано 108 инструкций, 34 видеоролика и 6 пользовательских схем работы, проведено более 700 общих вебинаров и 100 очных семинаров. Как результат, обучено более 110 тысяч пользователей». Также он отметил большое количество идей и предложений от пользователей по развитию системы, уточнив, что 30% из них уже реализовано.

«Напомню, что, как и в 2022 году, в 2023 году в систему вносятся абсолютно все культуры — зерновые, зернобобовые, масличные, которые либо производятся на территории страны, либо импортируются в нее, — сказал Михаил Копейкин. — Поэтому никаких исключений нет, — как мы работали, так и продолжаем работать». Дата начала обязательного внесения информации в систему по продуктам переработки зерна (ППЗ) — 01.03.2023, отметил он, добавив, что прослеживается только пищевая и кормовая продукция, не прослеживаются комбикорма, растительные масла, шрот, жмых, лецитин, технические крахмалы.

Таким образом, прослеживаются рожь, кукуруза, соя, рис, гречиха, ячмень, овес, пшеница (мягкая, твердая), просо, тритикале, горох, чечевица, чина, фасоль, сафлор, хлопчатник, рапс, лен, арахис, маш, люпин, кормовые бобы, вика, подсолнечник, кунжут, горчица, нут, сорго. А также — как ППЗ — рис (шелушенный, полуобрушенный, полностью обрушенный или дробленый), мука, смеси для приготовления хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, крупа, мука грубого помола и гранулы из зерновых культур, продукты зерновые для завтрака и прочие продукты из зерновых культур, отруби, высевки и прочие отходы от обработки зерновых культур, крахмал (кукурузный, пшеничный, рисовый, сорговый, ячменный, ржаной), декстрины, крахмалы модифицированные, клейковина пшеничная и глютен.

В случае сомнений в необходимости прослеживания продукции представитель «Центра Агроаналитики» порекомендовал обратиться к оператору системы.

Михаил Копейкин обозначил в презентации цели и задачи, решаемые ФГИС «Зерно» для бизнеса. Это:

- соответствие требованиям действующего законодательства Российской Федерации;
- доступ к полноценной системе учета баланса продукции и его качества;
- подтверждение выращивания зерна через инструмент государственного мониторинга;
- прослеживаемость качества зерна «от поля до моря» и «от поля до прилавка».

«Несмотря на то, что мы запустились по зерну в сентябре прошлого года, а по продуктам переработки только в марте текущего года, во ФГИС «Зерно» ежемесячно оформляется в среднем 220 тысяч СДИЗов на зерно, 470 тысяч СДИЗов на ППЗ», — резюмировал эксперт.

Начальник управления внутреннего фитосанитарного и земельного надзора, контроля качества и безопасности зерна Россельхознадзора Ольга Захарова заострила внимание на особенностях контроля за достоверностью сведений, вносимых предпринимателями в федеральную государственную информационную систему прослеживаемости зерна и продуктов его переработки. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору осуществляет мониторинг наличия СДИЗ, полноты лабораторных исследований и наличия декларации о соответствии, сообщила она. Инспекторами ведомства за 8 месяцев текущего года было вынесено порядка 4,8 тыс. предостережений, сообщила докладчик. По ее данным, основными нарушениями стали отсутствие СДИЗ, неполнота информации и уклонение от регистрации в системе. Наибольшее количество предостережений объявлено в Краснодарском крае — 533, а также в Орловской, Курской и Брянской областях (310, 242 и 237 соответственно), проинформировала Ольга Захарова.

Начальник управления Россельхознадзора рассказала также об утвержденных Приказом Минсельхоза

России индикаторах риска нарушений по обязательному внесению данных во ФГИС «Зерно». В частности, она сообщила, что при срабатывании индикаторов риска ведомством проводятся внеплановые контрольные (надзорные) мероприятия в отношении недобросовестных предпринимателей. В случае выявления повторных нарушений вместе с предписанием может последовать штраф, добавила спикер. Введенная в эксплуатацию информационная система позволяет хозяйствующим субъектам эффективнее работать в условиях прозрачного рынка зерна и обеспечивать контроль качества и безопасности зерновой продукции, заключила она.

Ю.Г. Седова



СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВАКЦИНАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ

Современная птицефабрика — это сложный промышленный автоматизированный комплекс, рассчитанный на содержание и выращивание не менее 1,5 млн голов птицы разного возраста. Здесь на одной территории могут располагаться родительское стадо, цеха выращивания, убойный цех, инкубатор и другие технологические помещения. Вакцинация поголовья сельскохозяйственной птицы считается одной из самых непростых и ответственных процедур в промышленном птицеводстве.

Ученые приводят данные, что сегодня в России распространены более 20 видов вирусных болезней птицы, около 15 бактериальных инфекций, а также микоплазмоз и грибковые заболевания, их возбудители постоянно мутируют и видоизменяются. Борьба с инфекциями и предупреждение болезней — главная задача ветеринарной службы птицефабрики.

В условиях патогенного давления микроорганизмов для обеспечения благополучного эпизоотического состояния птицепоголовья ветеринарным специалистам и технологам важно соблюдать принцип «всё пусто — всё занято», когда ветеринарные санитарные мероприятия по полной очистке, дезинфекции и санации помещений проводятся согласно утвержденным регламентам и правилам. Несоблюдение данного принципа приводит к серьезным экономическим потерям и вспышкам особо опасных вирусных заболеваний, таких как грипп птиц, болезнь Ньюкасла, инфекционный бронхит кур, пневмовирус, ларинготрахеит, и многих других.

Своевременная вакцинация позволяет сформировать иммунитет против возбудителей инфекций и надежно защищает поголовье птиц. Задача птицефабрик — выстроить процесс вакцинации максимально эффективно и с минимальными затратами в максимально короткие сроки.

По сравнению с индивидуальным ручным введением биологических препаратов (индивидуально) шприцами массовые методы вакцинации, такие как спрей-распыление и выпаивание, используются в промышленном птицеводстве практически везде и имеют ряд преимуществ. Здесь мы выигрываем во времени и скорости вакцинации сотен тысяч голов птиц. Метод индивидуальной вакцинации птицы ручными шприцами-вакцинаторами — самый точный и эффективный, но весьма трудозатратный, при этом птица получает на некоторое время стресс и теряет продуктивность.

Среди современных технологий вакцинации необходимо выбрать наиболее оптимальный метод для определенной птицефабрики, который будет соответствовать всем поставленным задачам. Для определения способа введения вакцины



Автовакцинатор для цыплят «Хенке-Сас» в работе

птице лучше использовать пути, совпадающие с механизмом передачи возбудителя. Например, при респираторных инфекциях целесообразно проводить аэрозольную вакцинацию, при кишечных — пероральную (с питьевой водой).

К массовым способам вакцинации можно отнести и игольную вакцинацию цыплят в инкубатории. Вакцинация цыплят осуществляется в первые часы их жизни путем введения дозы вакцин ручным шприцем или автоматизированным способом — автовакцинатором. При этом цыплята вакцинируются однократно и пожизненно от болезни Марека. Также иммунизация осуществляется против некоторых других инфекций в зависимости от эпизоотической обстановки в хозяйстве. Ветеринарные врачи птицефабрик уже много лет применяют производительные автовакцинаторы немецкой фирмы «Хенке-Сас Вульф», гарантирующие высокое качество вакцинации и точность дозировки.

Автовакцинатор HSW имеет возможность регулировать объем дозировки препарата до 0,1 мл, 0,2 мл и 0,25 мл через стерильные иглы размером 0,9 x 25 20G. Автовакцинатор может работать с одним и двумя шприцами — одиночная модификация и двойная модификация. Контроль учета количества осуществляется общим и групповым счетчиками. Производительность — 2500 цыплят в час. Работает от внешней воздушной среды компрессора.

Пневматический автовакцинатор HSW

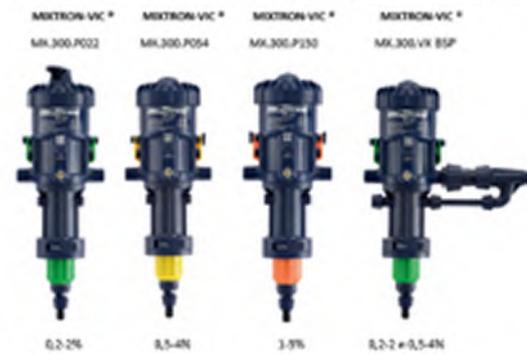


Миксер ВИК-Астерион

Выпаивание вакцин — самый распространенный (при этом наиболее трудозатратный) метод массовой вакцинации птиц. Данная технология требует слаженных и точных по времени действий сотрудников предприятия. Нужно быстро слить воду из линий поения, два-четыре часа выдержать птицу без воды и далее в течение двух часов выпить вакцинный раствор. Всё это время птица не потребляет корм. Выпаивание и точное дозирование вакцин и препаратов производятся в автоматическом режиме современными дозаторами-медикаторами «Миксторон» итальянского производства или другими моделями в зависимости от вида производителя. В этой технологии обязательно рекомендуется применять специальные миксеры-смесители для равномерного перемешивания раствора вакцин и препаратов с целью стабильного поддержания заданной концентрации ветеринарного препарата или вакцины в растворе. ГК ВИК уже два года успешно реализует дозаторы-медикаторы «Миксторон» на птицефабриках и свинокомплексах, а также автоматические смесители-миксеры «ВИК-Астерион» для равномерного перемешивания ветеринарных препаратов, обеспечивающие эффективное применение вакцин посредством водопоя.

Спрей-кабинет пневматический для вакцинации суточных цыплят VIC®**Дозаторы-медикаторы «Миксторон-10»**

Внешний вид, наименования и характеристики дозаторов-медикаторов



Успех иммунизации птицы живыми вакцинами спрей-методом зависит от целого ряда факторов, наибольшее значение из которых — качество питьевой воды, общая температура в помещении, планировка помещения, конкретное место вакцинации, применяемое для вакцинации оборудование, размер капель, наличие опыта у работников, проводящих вакцинацию.

Одним из главных факторов, помимо вышеперечисленных, а также качества применяемой вакцины, является подбор технических средств спрей-оборудования для массовой иммунизации птицы.

В птицеводстве применяют два типа спрей-вакцинации — мелкокапельный спрей-аэрозоль 100–115 мкр и крупнокапельный спрей-аэрозоль размером свыше 150 мкр. Методы аэрозольной спрей-вакцинации для различных групп и возрастов птицы и оборудование могут быть разными.

Мелкодисперсным аэрозольным методом вакцинируют птицу против болезни Ньюкасла и инфекционного ларинготрахеита.

Крупнодисперсным спрей-методом с размером капель от 150 мкр вакцинируют цыплят суточного возраста в птичниках, используя специальные спрей-кабинеты. Суточных цыплят иммунизируют в цехе инкубации после

Автоматическая линия БИОСПРЕЙЕР для вакцинации цыплят HSW (Германия)**Автоматическая линия БИОСПРЕЙЕР для вакцинации цыплят в работе**

сортировки в транспортных контейнерах, в которых содержатся 50–150 цыплят. Вакцина с помощью распылительных форсунок в спрей-кабинете равномерно распределяется над всеми цыплятами. Часть вакцины попадает в глаза, клюв, ноздри и ротовую полость. Цыплята охотно склеивают маленькие капли разведенной вакцины друг с другом и с поверхности контейнера. Близость цыплят упрощает распространение вакцины за счет их непосредственного контакта друг с другом. ГК ВИК реализует две модели спрей-кабинетов производства фирмы «Хенке-Сас» (из Германии и Китая).

При напольном содержании вакцинация проводится специальными спрей-опрыскивателями. Форсунку ранцевого спрейера направляют чуть выше (на 30–40 см) головы птицы, проходя по определенному маршруту, обрабатывая всю птицу. Для этих целей можно применять широкую линейку итальянских спрей-вакцинаторов фирмы Volpi Originale® со специальным комплектом аэрозольных форсунок: 115, 153 и 240 мкр, пользующихся большим спросом на птицефабриках.

**Опрыскиватель для вакцинации птицы
VOLPI ELEKTROLITHIUM, 15 л**



**Опрыскиватель для вакцинации птицы
VOLPI-RECORD-20, 20 л**



**Опрыскиватель для вакцинации птицы
VOLPI UNI, 15 л**



**Передвижной аккумуляторный
опрыскиватель
Animal Track 850 VET-VIC**



Для вакцинации взрослой птицы при клеточном содержании предлагается использовать маневренный передвижной аккумуляторный опрыскиватель Animal Track 850 VET-VIC для вакцинации птицы (Volpi Originale®, Италия). Это идеальная передвижная бесшумная опрыскивающая система, предназначенная для распыления ветеринарных вакцин на птицефабриках. Она повышает эффективность, экономична и удобна для групповой вакцинации птицы. Ее производительность — 50 тыс. голов в час. Длина развернутых штанг — 3 м, емкость бака под вакцину — 50 л, два типа распылительных форсунок по 6 шт. на каждой штанге: для мелких капель — 20 мкр, для крупных — 150 мкр, автономное время работы — не менее трех часов.

Весь комплекс современных технических средств, представленных в данном обзоре, обеспечит проведение эффективной вакцинации сельскохозяйственной птицы на птицефабриках при всех условиях ее содержания и выращивания. Специалисты ГК ВИК обеспечат специальное ветеринарное и техническое сопровождение, консультативную помощь, предложат широкий спектр вакцин для птицеводства и эффективные схемы вакцинации птицы любого уровня и направления птицефабрик.

Белоглазов П.Г., ветеринарный врач,
Мельник Н.С.

Дивизион биобезопасности и оборудования ГК ВИК

УДК 615.015.35; 615.015.38

Обзор



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-21-26

С.В. Абрамов¹
А.В. Балышев²
В.В. Головин¹ ✉
Н.М. Стариков³
М.С. Журавлева¹

¹ООО МНИЦ «ОЗОС», Москва, Россия

²Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, Волгоград, Россия

³Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

✉ v.golovin@biovizor.ru

Поступила в редакцию:
20.10.2023

Одобрена после рецензирования:
31.10.2023

Принята к публикации:
10.11.2023

Review



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-21-26

Sergey V. Abramov¹
Andrey V. Balyshev²
Vyacheslav V. Golovin¹ ✉
Nikita M. Starikov³
Maria S. Zhuravleva¹

¹“OZOS” Ltd., Moscow, Russia

²The Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia

³Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

✉ v.golovin@biovizor.ru

Received by the editorial office:
20.10.2023

Accepted in revised:
31.10.2023

Accepted for publication:
10.11.2023

Изучение острой и субхронической пероральной токсичности лекарственного препарата «Энроколитрим» на лабораторных животных

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Представлены результаты изучения пероральной токсичности лекарственного препарата для ветеринарного применения «Энроколитрим» на лабораторных грызунах. Описаны исследования острой токсичности на мышах и крысах с определением класса опасности, а также представлены данные изучения субхронической токсичности препарата в течение 14 суток на лабораторных крысах.

Методы. Для определения острой токсичности препарата использовали 36 аутбредных крыс и 50 аутбредных мышей. «Энроколитрим» вводили однократно с помощью внутрижелудочного зонда в дозах, позволяющих выявить дозозависимый эффект для оценки LD₅₀. Параметры токсичности рассчитывали по методу Кербера, Миллера и Тейнтнера, визуально оценивали характер и тяжесть признаков интоксикации животных в течение 14 дней.

В субхроническом опыте исследуемый препарат «Энроколитрим» изучали на 40 аутбредных крысах, из которых были сформированы 3 опытные и 1 контрольная группы. В ходе эксперимента осуществляли взвешивание грызунов, фиксировали у них признаки интоксикации, проводили отбор проб крови для морфологического и биохимического анализа. Павших и эвтаназированных животных подвергали аутопсии.

Результаты. Полученные значения LD₅₀ при однократном пероральном введении лекарственного препарата «Энроколитрим» крысам и мышам позволили присвоить ему 4-й класс опасности — вещества малоопасные (ГОСТ 12.1.007-76). В субхроническом 14-дневном опыте на крысах установлено, что доза препарата «Энроколитрим» 1243 мг/кг при внутрижелудочном введении является токсической, а дозы 621,5 мг/кг и 248,6 мг/кг — недействующими (безопасными).

Ключевые слова: Энроколитрим, острая токсичность, субхроническая токсичность, лабораторные животные, внутрижелудочное введение, гематология, биохимия, кровь

Для цитирования: Абрамов С.В., Балышев А.В., Головин В.В., Стариков Н.М., Журавлева М.С. Изучение острой и субхронической пероральной токсичности лекарственного препарата «Энроколитрим» на лабораторных животных. *Аграрная наука.* 2023; 376(11): 21–26. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-21-26>

© Абрамов С.В., Балышев А.В., Головин В.В., Стариков Н.М., Журавлева М.С.

The study of acute and subchronic oral toxicity of medicinal drug “Enrocolitrim” on laboratory animals

ABSTRACT

Relevance. The results of the study of the oral toxicity of the medicinal product for veterinary use “Enrocolitrim” on laboratory rodents are presented. Studies of acute toxicity in mice and rats with the determination of the hazard class are described, as well as data on the study of subchronic toxicity of the drug for 14 days in laboratory rats are presented.

Methods. To determine the acute toxicity of the drug, 36 outbred rats and 50 outbred mice were used. “Enrocolitrim” was administered using an intragastric tube at doses that allow revealing a dose-dependent effect to assess LD₅₀. Toxicity parameters were calculated according to the method of Kerber, Miller and Teintner, the nature and severity of signs of animal intoxication were visually assessed for 14 days.

In a subchronic experiment, the study drug “Enrocolitrim” was studied on 40 outbred rats, of which 3 experimental and 1 control groups were formed. During the experiment, the rodents were weighed, signs of intoxication were recorded, and blood samples were taken for morphological and biochemical analyzes. Dead and euthanized animals were subjected to autopsy.

Results. The obtained LD₅₀ values with a single oral administration of the drug “Enrocolitrim” to rats and mice allowed it to be assigned the 4th hazard class — low-hazard substances (GOST 12.1.007-76). In a subchronic 14-day experiment on rats, it was found that the dose of “Enrocolitrim” 1243 mg/kg with intragastric administration is toxic, and doses of 621.5 mg/kg and 248.6 mg/kg are inactive (safe).

Key words: Enrocolitrim, acute toxicity, subchronic toxicity, laboratory animals, intragastric administration, LD₅₀, hematology, biochemistry, blood

For citation: Abramov S.V., Balyshev A.V., Golovin V.V., Starikov N.M., Zhuravleva M.S. The study of acute and subchronic oral toxicity of the drug “Enrocolitrim” on laboratory animals. *Agrarian science.* 2023; 376(11): 21–26 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-21-26>

© Abramov S.V., Balyshev A.V., Golovin V.V., Starikov N.M., Zhuravleva M.S.

Введение/Introduction

Антибактериальные средства относятся к лекарственным препаратам, терапевтическая эффективность которых является наиболее очевидной. Внедрение антибиотиков в медицинскую и ветеринарную практику привело к значительному снижению летальности при возникновении наиболее тяжелых и широко распространенных инфекционных болезней человека и животных [1–3].

Интенсивное ведение животноводства практически невозможно без применения антимикробных препаратов, которые способствуют стимуляции роста путем сокращения сроков откорма и затрат кормов, используются для лечения больных животных или птицы, а также для профилактики заболеваний желудочно-кишечного и респираторного тракта бактериальной этиологии [4].

Успешное внедрение в клиническую ветеринарную практику высокоэффективных лекарственных средств, в том числе антибактериальных, предполагает выполнение определенной последовательности научных экспериментов. Одним из первых этапов на пути регистрации нового лекарственного препарата является оценка общетоксических свойств фармакологического вещества на лабораторных животных¹ [5–7].

Одна из ключевых задач доклинических токсикологических исследований — установление характера и степени проявления повреждающего действия лекарственного препарата на организм экспериментальных животных. В результате проводимых исследований токсичности получают информацию о токсикологических характеристиках лекарственного средства [8]. В более широком смысле задачей доклинических (в том числе токсикологических) исследований является создание эффективного, качественного и безопасного препарата [9].

Цели исследования — изучение острой пероральной токсичности на аутбредных крысах и мышах при однократном внутрижелудочном введении «Энроколитрима» с определением класса токсичности испытуемого препарата, изучение субхронической пероральной токсичности на крысах при длительном (14 дней) применении препарата «Энроколитрим».

Материалы и методы исследования /

Materials and methods

Объектом исследования был антибактериальный препарат для ветеринарного применения «Энроколитрим», разработанный Научно-производственным объединением «Уралбиовет» (г. Екатеринбург, Россия).

Препарат представляет собой раствор для орального применения и содержит в 1 мл в качестве действующих веществ:

- 100 мг энрофлоксацина,
- 56 мг колистина в форме сульфата,
- 50 мг триметоприма.

Исследования были проведены в Международном научно-исследовательском центре охраны здоровья человека, животных и окружающей среды (ООО МНИЦ «ОЗОС») (г. Москва, Россия) в 2017 году.

Изучение острой и субхронической токсичности проводили на лабораторных аутбредных мышах и крысах.

Поставщик лабораторных животных: филиал «Андреевка» Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Научный центр биомедицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства (Московская обл., Россия).

Перед началом экспериментов поступившие животные находились в карантинном отделении в течение 10 суток. В период карантина животные подвергались ежедневному ветеринарному клиническому осмотру для оценки их клинического состояния.

Для экспериментов использовали здоровых животных. Содержание животных осуществляли в соответствии с рекомендациями государственных стандартов^{2, 3}. Температура в помещениях для животных составляла 20–24 °С, влажность находилась в диапазоне 45–65%. Крыс и мышей кормили специализированным комбикормом для грызунов, у всех животных был свободный доступ к чистой питьевой воде.

Каждому животному был присвоен индивидуальный номер, помечаемый на шерсти в виде условной комбинации меток. Животных распределяли по группам рандомизированно. В качестве критерия выступала масса тела мышей и крыс (отклонение не более чем на ±10% от средней массы по группе).

Для изучения параметров острой пероральной токсичности препарата «Энроколитрим» использовали 36 аутбредных крыс-самцов с начальной массой 170–220 г и 50 аутбредных мышей-самцов с начальной массой 18–22 г.

Дизайн исследования приведен в таблице 1.

Длительность наблюдения за животными составила 14 дней. На 15-й день исследования была проведена аутопсия лабораторных животных.

По окончании острого эксперимента величину LD₅₀ рассчитывали методами Миллера и Тейтнера, Кербера^{4, 5}. На основе полученного значения среднесмертельной дозы был определен класс опасности исследуемого препарата согласно общепринятой гигиенической классификации⁶.

Таблица 1. Дизайн эксперимента по изучению острой пероральной токсичности препарата «Энроколитрим»

Table 1. Design of an experiment to study the acute oral toxicity of the drug «Enrocolitrim»

Номер группы	Количество животных в группе, гол.	Испытанная доза, мг/кг	Объем препарата, введенный каждому животному: мл / 100 г (крысы), мл / 10 г (мыши)
Крысы			
1-КО	6	22 600	2,00
2-КО	6	16 950	1,5
3-КО	6	11 300	1,00
4-КО	6	5650	0,50
5-КО	6	1130	0,10
Контроль	6	–	2,00 (питьевая вода)
Мыши			
1-МО	10	16 950	0,15
2-МО	10	11 300	0,10
3-МО	10	5650	0,05
4-МО	10	1130	0,01
Контроль	10	–	0,15 (питьевая вода)

¹ Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть 1. / Под ред. А.Н. Миронова. М.: Гриф и К. 2012; 944.

² ГОСТ 33215-2014 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила оборудования помещений и организации процедур.

³ ГОСТ 33216-2014 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за лабораторными грызунами и кроликами.

⁴ Рецкий М.И., Каверин Н.Н., Аргунов М.Н. Токсикология. Часть 1. Учебное пособие для вузов. Воронеж. 2006.

⁵ Бельский М.Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. 2-е изд., перераб. и доп. Ленинград: Медгиз. 1963; 146.

⁶ ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования.

Исследование субхронической токсичности провели на 40 аутбредных крысах-самцах с массой тела 180–205 г. Дизайн эксперимента приведен в таблице 2.

Исследуемый препарат вводили крысам при помощи механических дозаторов в нативном виде (внутрижелудочно) ежедневно в одно и то же время (12:00) в течение 14 суток.

Таким образом, в субхроническом эксперименте были испытаны дозы, близкие к 1/10, 1/20 и 1/50 от LD₅₀, значение которой было рассчитано методом Кербера⁴ в остром опыте на крысах.

При изучении субхронической токсичности оценивали общее состояние животных, их реакцию на внешние раздражители (тактильные, болевые, звуковые, световые), определяли динамику массы тела крыс, фиксировали патоморфологические (макроскопические изменения во внутренних органах), гематологические (гематокрит, гемоглобин, эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, лейкоцитарная формула) и биохимические (общий и прямой билирубин, аспартатаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, мочевины, креатинин, общий белок, щелочная фосфатаза, альфа-амилаза, глюкоза, лактатдегидрогеназа) показатели крови крыс, проводили аутопсию животных с анализом массовых коэффициентов органов и определяли зависимость токсического эффекта от уровней доз [10–12].

Для оценки обратимости возможных токсических эффектов в ходе субхронического эксперимента патоморфологические, гематологические и биохимические показатели оценивали через 1 и 10 дней после последнего применения препарата «Энроколитрим»⁷.

Гематологические и биохимические показатели крови экспериментальных крыс определяли при помощи анализаторов PCE 90-vet (Япония) и Biosystems A-15 (Испания).

Патоморфологические изменения оценивали визуально при аутопсии животных.

Полученные экспериментальные данные были подвергнуты статистической обработке с помощью программного обеспечения Microsoft Excel (США) для персонального компьютера. Для всех данных были подсчитаны средние значения и ширина доверительного интервала ($p = 0,95$). Равенство средних значений выборок вычисляли по критериям Стьюдента и Фишера.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Изучение острой пероральной токсичности препарата «Энроколитрим» на крысах

Доза 22 600 мг/кг (опытная группа 1-КО) являлась абсолютно смертельной. Гибель экспериментальных животных наступала в течение 20 минут. При аутопсии павших животных визуально были выявлены некроз стенки желудка, гиперемия его слизистой оболочки, очаги кровоизлияний. Зафиксированные патоморфологические изменения, вероятно, связаны с входящими в состав препарата вспомогательными веществами, а именно уксусной кислотой. Доза 16 950 мг/кг (опытная группа 2-КО) вызвала гибель 4 крыс из 6 в 1–9-е сутки эксперимента. Выжившие животные имели неопрятный внешний вид (взъерошенная шерсть), были кахексичны и апатичны.

Пероральное введение животным дозы 11 300 мг/кг (опытная группа 3-КО) привело к смерти 3 особей из

Таблица 2. Дизайн эксперимента по изучению субхронической пероральной токсичности препарата «Энроколитрим» на лабораторных крысах

Table 2. Design of an experiment to study the subchronic oral toxicity of the drug «Enrocolitrim» in laboratory rats

Номер группы	Количество животных в группе, гол.	Испытанная доза, мг/кг	Объем препарата, введенный каждому животному, мл / 100 г
1-КО	10	1243,0	0,110
2-КО	10	621,5	0,055
3-КО	10	248,6	0,022
Контроль	10	питьевая вода	0,110

Таблица 3. Параметры острой пероральной токсичности препарата «Энроколитрим» на крысах, мг/кг

Table 3. Parameters of acute oral toxicity of the drug «Enrocolitrim» in rats, mg/kg

LD ₀ , мг/кг	LD ₁₆ , мг/кг	LD ₅₀ , мг/кг	LD ₈₄ , мг/кг	LD ₁₀₀ , мг/кг
1130	4372,4	9374,0 ± 3516,7 (границы доверительного интервала 5857,3 ÷ 12890,7)	14 372,4	22 600

6 в течение первых суток опыта. Препарат, введенный крысам в дозе 5650 мг/кг (опытная группа 4-КО), вызвал падеж одного животного через 24 часа после внутрижелудочного введения испытуемого препарата. Доза 1130 мг/кг (опытная группа 5-КО) оказалась абсолютно переносимой.

Макроскопическая картина органов желудочно-кишечного тракта выживших крыс опытных групп 2-КО, 3-КО и 4-КО была схожей и выражалась в гиперемии слизистой оболочки желудка и тонкого отдела кишечника с множественными точечными кровоизлияниями.

Результаты перорального введения препарата «Энроколитрим» лабораторным крысам обобщены на рисунке 1.

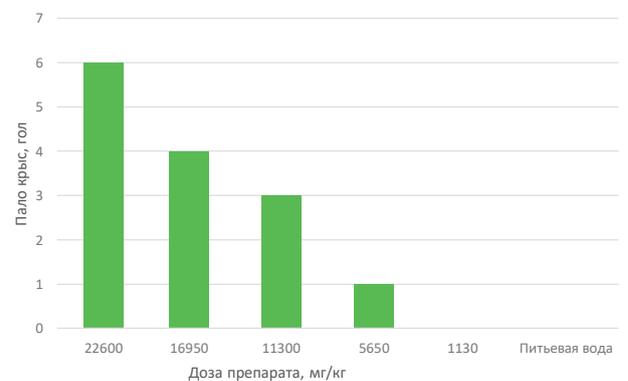
На основании полученных данных была рассчитана величина LD₅₀ методом Миллера и Тейтнера (табл. 3).

Дополнительно провели расчет среднесмертельной дозы методом Кербера. Величина LD₅₀ составила 12 335,8 мг/кг массы животного.

Полученные данные позволили сделать вывод, что препарат «Энроколитрим» можно отнести к 4-му классу опасности (вещества малоопасные).

Рис. 1. Дозозависимое действие препарата «Энроколитрим» на организм аутбредных крыс

Fig. 1. Dose-dependent effect of the drug «Enrocolitrim» on the body of outbred rats



⁷ Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ (под общей редакцией чл.-корр. РАН, проф. Р.У. Хабриева). Москва. 2005; 832.

Изучение острой пероральной токсичности препарата «Энроколитрим» на мышах

Доза 16 950 мг/кг (опытная группа 1-МО) вызвала гибель всех животных в группе в течение 10 минут наблюдения. Перед гибелью у мышей наблюдали повышенную активность (быстро перемещались по клетке, подпрыгивали), далее принимали боковое положение и погибали. Введение испытуемого препарата мышам 11 300 мг/кг (опытная группа 2-МО) вызвало падеж 6 особей из 10 в первые сутки эксперимента. Доза «Энроколитрима» 5650 мг/кг (опытная группа 3-МО) привела к гибели 4 животных из 10 в течение трех суток после начала опыта. Препарат, введенный внутривенно мышам в дозе 1130 мг/кг (опытная группа 4-МО), не вызвал гибели животных, признаки интоксикации у мышей отсутствовали.

Макроскопическая картина органов пищеварительного тракта у павших мышей была схожа с таковой у крыс: гиперемия слизистой оболочки желудка с участками некроза, вздутие кишечника.

Результаты перорального введения испытуемого препарата мышам обобщены на рисунке 2.

Значение LD₅₀ препарата «Энроколитрим», рассчитанное методом Кербера, при пероральном введении мышам составило 8701 мг/кг массы животного. Среднесмертельная доза, вычисленная методом Миллера и Тейтнера, составила 10 038,5 ± 3304,6 мг/кг.

Таким образом, с учетом LD₅₀, рассчитанной по двум методам, согласно общепринятой гигиенической классификации (ГОСТ 12.1.007-76) препарат «Энроколитрим» можно отнести к 4-му классу опасности (вещества малоопасные).

Изучение субхронической токсичности препарата «Энроколитрим» на крысах

В ходе эксперимента была выявлена гибель 2 крыс из опытной группы 1-КС (доза — 1243 мг/кг) на 2-е и 7-е сутки опыта соответственно. При аутопсии павших животных визуально были выявлены значительные изменения органов пищеварительного тракта: слизистая оболочка стенок желудка гиперемирована, отечна, местами некротизирована. Общее состояние крыс из опытных групп 2-КС и 3-КС на всем протяжении эксперимента оставалось удовлетворительным, изменений в поведении не отмечено, аппетит и жажда не были изменены, координация движений не нарушена, тонус скелетных мышц соответствовал норме, реакция на тактильные, болевые, звуковые и световые раздражители была адекватной.

Макроскопическое исследование органов и тканей крыс на следующий день (после окончания курсового введения препарата) выявило изменения в желудке животных опытной группы 1-КС: стенки дна и кардиального отдела желудка имели очаги некротического поражения, складки слизистой оболочки были отечны, гиперемированы. Через 10 дней после окончания применения препарата патоморфологическая картина органов и тканей экспериментальных крыс была сопоставима с контрольными аналогами. Массовые коэффициенты внутренних органов крыс (печень, почки, селезенка, легкие, сердце) не имели статистически значимых отличий от контрольной группы.

Гематологические и биохимические показатели крови подопытных животных из групп 1-КС, 2-КС и 3-КС не имели достоверных отличий от аналогичных показателей контрольных крыс через сутки и 10 суток после последнего введения испытуемого препарата (табл. 4–7).

Рис. 2. Дозозависимое действие препарата «Энроколитрим» на организм аутбредных мышей

Fig. 2. Dose-dependent effect of the drug “Enrocolitrim” on the body of outbred mice

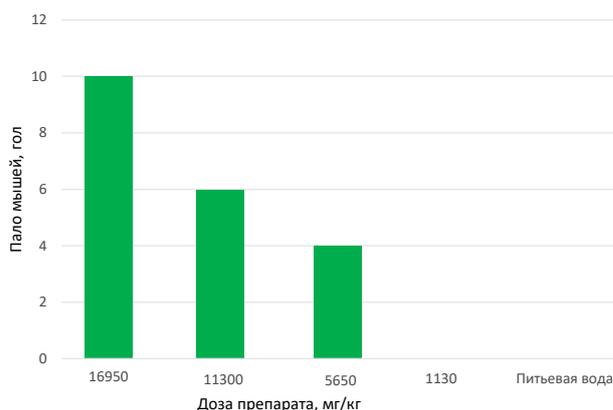


Таблица 4. Гематологические показатели крови крыс через сутки после последнего введения препарата

Table 4. Hematological parameters of blood of rats 1 day after the last administration of the drug

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа 1-КС (доза 1243 мг/кг)	Опытная группа 2-КС (доза 621,5 мг/кг)	Опытная группа 3-КС (доза 248,6 мг/кг)
Гематокрит, %	44,02 ± 2,05	43,14 ± 2,54	44,64 ± 2,16	44,00 ± 2,41
Гемоглобин, г/л	144,00 ± 5,34	138,00 ± 6,85	142,00 ± 4,96	139,00 ± 5,86
Эритроциты, 10 ¹² /л	8,16 ± 0,36	7,70 ± 0,55	8,11 ± 0,50	7,95 ± 0,56
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	7,70 ± 3,87	4,84 ± 1,15	4,20 ± 1,67	4,38 ± 2,99
Тромбоциты, 10 ⁹ /л	906,00 ± 37,97	944,80 ± 219,69	918,80 ± 119,60	961,20 ± 142,59
Лейкограмма				
Палочкоядерные нейтрофилы, %	0,40 ± 0,68	1,40 ± 1,42	0,20 ± 0,56	0,80 ± 1,36
Сегментоядерные нейтрофилы, %	29,20 ± 17,76	34,60 ± 10,41	44,40 ± 27,76	36,80 ± 15,14
Эозинофилы, %	0,20 ± 0,56	1,20 ± 2,04	0,60 ± 1,11	1,00 ± 1,52
Моноциты, %	3,00 ± 2,91	6,00 ± 4,12	2,40 ± 1,88	3,60 ± 1,11
Лимфоциты, %	67,20 ± 16,69	56,80 ± 12,11	52,40 ± 27,48	57,80 ± 16,38

Таблица 5. Гематологические показатели крови крыс через 10 суток после последнего введения препарата

Table 5. Hematological parameters of blood of rats 10 days after the last administration of the drug

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа 1-КС (доза 1243 мг/кг)	Опытная группа 2-КС (доза 621,5 мг/кг)	Опытная группа 3-КС (доза 248,6 мг/кг)
Гематокрит, %	43,36 ± 1,73	42,33 ± 2,86	44,46 ± 2,39	43,72 ± 2,56
Гемоглобин, г/л	144,80 ± 5,22	139,67 ± 3,79	143,20 ± 3,96	141,80 ± 5,65
Эритроциты, 10 ¹² /л	8,23 ± 0,33	8,11 ± 0,78	8,13 ± 0,45	8,18 ± 0,20
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	7,46 ± 2,39	7,20 ± 4,85	5,30 ± 2,42	6,88 ± 2,50
Тромбоциты, 10 ⁹ /л	916,40 ± 35,57	920,67 ± 98,88	904,20 ± 47,45	934,60 ± 63,77
Лейкограмма				
Палочкоядерные нейтрофилы, %	0,40 ± 0,68	0,33 ± 1,43	0,20 ± 0,56	0,20 ± 0,56
Сегментоядерные нейтрофилы, %	29,40 ± 15,52	32,67 ± 10,41	44,40 ± 27,76	29,20 ± 12,02
Эозинофилы, %	0,20 ± 0,56	1,20 ± 2,04	0,60 ± 1,11	0,20 ± 0,56
Моноциты, %	2,80 ± 1,84	2,67 ± 5,17	2,40 ± 2,08	2,40 ± 2,08
Лимфоциты, %	67,20 ± 16,69	56,80 ± 12,11	52,40 ± 27,48	73,80 ± 7,42

Таблица 6. Биохимические показатели крови крыс через сутки после последнего введения препарата

Table 6. Blood biochemical parameters of rats 1 day after the last administration of the drug

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа 1-КС (доза 1243 мг/кг)	Опытная группа 2-КС (доза 621,5 мг/кг)	Опытная группа 3-КС (доза 248,6 мг/кг)
Билирубин общий, мкмоль/л	4,02 ± 1,25	4,02 ± 1,47	5,56 ± 2,56	7,44 ± 4,88
Билирубин прямой, мкмоль/л	0,72 ± 0,47	1,14 ± 0,52	1,04 ± 0,42	1,50 ± 0,96
АСТ, Ед/л	232,60 ± 23,87	204,20 ± 24,53	225,20 ± 52,55	210,60 ± 16,10
АЛТ, Ед/л	47,00 ± 12,10	54,20 ± 14,98	52,60 ± 31,53	48,00 ± 8,55
Мочевина, ммоль/л	6,52 ± 1,59	5,02 ± 0,89	4,86 ± 1,27	4,90 ± 1,32
Креатинин, мкмоль/л	53,80 ± 4,42	49,00 ± 6,14	48,80 ± 7,47	49,60 ± 5,73
Общий белок, г/л	59,00 ± 2,48	56,40 ± 4,08	57,00 ± 8,23	58,40 ± 4,53
ЩФ, Ед/л	238,00 ± 54,88	240,00 ± 107,86	219,60 ± 150,23	227,80 ± 95,69
Альфа-амилаза, общая, Ед/л	530,20 ± 132,57	413,60 ± 54,39	418,60 ± 131,31	542,60 ± 83,78
Глюкоза, ммоль/л	3,56 ± 0,94	4,48 ± 1,45	3,54 ± 0,90	4,94 ± 1,43
ЛДГ, Ед/л	2201,00 ± 405,32	1845,80 ± 195,93	2212,00 ± 419,18	1740,20 ± 572,34

Таблица 7. Биохимические показатели крови крыс через 10 суток после последнего введения препарата

Table 7. Blood biochemical parameters of rats 10 days after the last administration of the drug

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа 1-КС (доза 1243 мг/кг)	Опытная группа 2-КС (доза 621,5 мг/кг)	Опытная группа 3-КС (доза 248,6 мг/кг)
Билирубин общий, мкмоль/л	4,14 ± 1,36	3,50 ± 2,93	5,58 ± 2,10	6,08 ± 2,31
Билирубин прямой, мкмоль/л	0,74 ± 0,44	0,90 ± 0,75	1,11 ± 0,34	1,14 ± 0,42
АСТ, Ед/л	232,60 ± 22,47	223,00 ± 20,33	240,20 ± 25,12	222,60 ± 27,69
АЛТ, Ед/л	50,86 ± 3,70	55,17 ± 15,60	50,04 ± 7,69	48,90 ± 7,47
Мочевина, ммоль/л	6,74 ± 1,22	5,80 ± 0,66	5,73 ± 1,29	5,70 ± 1,53
Креатинин, мкмоль/л	54,20 ± 3,21	51,00 ± 2,48	51,80 ± 4,59	53,40 ± 3,79
Общий белок, г/л	59,60 ± 2,57	58,67 ± 3,79	56,40 ± 5,01	60,20 ± 3,66
ЩФ, Ед/л	238,60 ± 54,24	226,67 ± 48,57	209,40 ± 68,87	210,60 ± 39,41
Альфа-амилаза, общая, Ед/л	572,00 ± 143,96	505,67 ± 94,61	465,20 ± 131,91	538,80 ± 90,03
Глюкоза, ммоль/л	3,64 ± 0,92	4,10 ± 2,24	3,74 ± 0,57	4,46 ± 0,87
ЛДГ, Ед/л	2111,80 ± 419,29	2094,33 ± 596,38	2204,40 ± 383,29	1945,60 ± 609,79

На основании результатов, полученных при изучении субхронической пероральной токсичности препарата «Энроколитрим» на лабораторных крысах, установлено, что его доза 1243 мг/кг является токсичной, а дозы 621,5 мг/кг и 248,6 мг/кг — недействующими (безопасными).

Выводы/Conclusion

Результаты экспериментов по изучению острой пероральной токсичности «Энроколитрима» на лабораторных мышках и крысах продемонстрировали, что препарату может быть присвоен 4-й класс опасности (вещества малоопасные) согласно классификации, приведенной в ГОСТ 12.1.007-76.

В субхроническом эксперименте выявлена токсическая доза препарата, эффект которой характеризовался гибелью животных и обратимыми патоморфологическими изменениями со стороны слизистой оболочки желудка крыс.

Следует отметить, что испытанные при изучении субхронической токсичности дозы в разы превосходили дозу, рекомендуемую к применению для лечения свиней и сельскохозяйственной птицы. Кроме того, срок применения исследуемого препарата в эксперименте более чем в 2 раза превышал максимальную длительность его использования, рекомендуемую разработчиком.

Таким образом, соблюдение режима дозирования и схемы применения препарата позволит предупредить развитие побочных эффектов при использовании «Энроколитрима» в лечебной ветеринарной практике.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

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

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

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

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яковлев С.В. и др. Стратегия и тактика рационального применения антимикробных средств в амбулаторной практике. Евразийские клинические рекомендации (2016 г.). Справочник поликлинического врача. 2017; (1): 6–53. <https://www.elibrary.ru/zcndqp>
2. Колбин А.С., Сидоренко С.В., Балькина Ю.Е. Исследования в области новых антибактериальных средств. Есть ли перспективы? *Педиатрическая фармакология*. 2010; 7(5): 12–16. <https://www.elibrary.ru/mwiedf>
3. Симджи Ш., Дул Р., Козлов Р.С. Рациональное применение антибиотиков в животноводстве и ветеринарии. *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия*. 2016; 18(3): 186–190. <https://www.elibrary.ru/wlxcoh>
4. Кашковская Л.М. «Доксилоск Feed» — взвешенный подход к терапии бактериальных инфекций. *Свиноводство*. 2018; (5): 49. <https://www.elibrary.ru/xvlycl>
5. Бирюкова Н.П., Русаков С.В., Напалкова В.В. Общие принципы доклинической оценки безопасности фармакологических лекарственных средств для ветеринарного применения. *Ветеринарный врач*. 2018; (1): 3–9. <https://www.elibrary.ru/yszjku>
6. Тюренок И.Н., Ломкина Е.М., Куркин Д.В., Бакулин Д.А., Волотова Е.В. Этические аспекты доклинических исследований. *Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств*. 2015; (3): 36–41. <https://www.elibrary.ru/ujuvup>
7. Ампилогова И.Н., Карлина М.В., Макаров В.Г., Макарова М.Н. Взаимосвязь фармацевтической разработки и доклинических исследований (обзор). *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2023; 12(2): 155–163. DOI: 10.33380/2305-2066-2023-12-2-155-163

REFERENCES

1. Yakovlev S.V. et al. Strategy and tactics of the rational use of antimicrobial drugs in outpatient practice. Eurasian clinical guidelines (2016). Handbook for Practitioners Doctors. 2017; (1): 6–53 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/zcndqp>
2. Kolbin A.S., Sidorenko S.V., Balykina Yu.E. Research in the field of new antibacterial agents. Are there any prospects? *Pediatric Pharmacology*. 2010; 7(5): 12–16 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/mwiedf>
3. Simjee Sh., Doole R., Kozlov R.S. Responsible use of antibiotics in food animals. *Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy*. 2016; 18(3): 186–190 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/wlxcoh>
4. Kashkovskaya L.M. "Doxylox Feed" is a balanced approach to the therapy of bacterial infections. *Svinovodstvo*. 2018; (5): 49 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/xvlycl>
5. Birukova N.P., Rusakov S.V., Napalkova V.V. General principles of preclinical safety evaluation of pharmacological drugs for veterinary use. *The Veterinarian*. 2018; (1): 3–9 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yszjku>
6. Tyurenkov I.N., Lomkina E.M., Kurkin D.V., Bakulin D.A., Volotova E.V. Ethical implications of preclinical studies. *Bulletin of the Scientific Centre for Expert Evaluation of Medicinal Products. Regulatory Research and Medicine Evaluation*. 2015; (3): 36–41 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ujuvup>
7. Ampilogova I.N., Karlina M.V., Makarov V.G., Makarova M.N. Relationship of pharmaceutical development and preclinical studies (review). *Development and registration of medicinal products*. 2023; 12(2): 155–163. DOI: 10.33380/2305-2066-2023-12-2-155-163

8. Дорожкин В.И., Бирюкова Н.П., Бахмутова Т.В. Современные требования к изучению общетоксического действия фармакологических веществ. *Российский журнал проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии*. 2019; 2(30): 205–215. DOI: 10.25725/vet.san.hyg.ecol.201902015

9. Рахматуллин Э.К., Скляр О.Д. Изучение токсичности ветеринарных препаратов на доклиническом этапе. *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2019; 5: 61–64. DOI: 10.30850/vrsn/2019/5/61-64

10. Сорокина А.В., Алексеева С.В., Еремина Н.В., Дурнев А.Д. Опыт проведения клинико-лабораторных исследований в доклинической оценке безопасности лекарств (Часть 1. Гематологические исследования). *Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств*. 2019; 9(3): 197–206. DOI: 10.30895/1991-2919-2019-9-3-197-206

11. Мирошкина И.А. и др. Исследование хронической токсичности потенциального анксиолитика ГМЛ-1. *Фармакокинетика и фармакодинамика*. 2019; (1): 44–53. <https://www.elibrary.ru/wfjwnf>

12. Трещалин И.Д., Голибродо В.А., Трещалин М.И., Еремкин Н.В., Цуркан С.А., Переверзева Е.Р. Токсикологический профиль препарата ампипила в хроническом эксперименте на крысах. *Российский биотерапевтический журнал*. 2017; 16(3): 79–85. DOI: 10.17650/1726-9784-2017-16-3-79-85

8. Dorozhkin V.I., Biryukova N.P., Bakhmutova T.V. Modern requirements for the study of the general toxic effect of pharmacological substances. *Russian Journal of the Problem of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology*. 2019; 2(30): 205–215. DOI: 10.25725/vet.san.hyg.ecol.201902015

9. Rakhmatullin E.K., Sklyarov O.D. Study of Toxicity of Veterinary Preparations at the Preclinical Stage. *Bulletin of Russian Agricultural Science*. 2019; 5: 61–64. DOI: 10.30850/vrsn/2019/5/61-64

10. Sorokina A.V., Alekseeva S.V., Eremina N.V., Durnev A.D. Summary of Clinical Laboratory Studies Performed During Preclinical Safety Evaluation of Medicinal Products (Part I. Haematological Studies). *Bulletin of the Scientific Centre for Expert Evaluation of Medicinal Products*. 2019; 9(3): 197–206 (In Russian). DOI: 10.30895/1991-2919-2019-9-3-197-206

11. Miroshkina I.A. et al. Study of acute toxicity of potential anxiolytic GML-1. *Pharmacokinetics and Pharmacodynamics*. 2019; (1): 44–53 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/wfjwnf>

12. Treshchalin I.D., Golibrodo V.A., Treshchalin M.I., Eremkin N.V., Tsurkan S.A., Pereverzeva E.R. Toxicological profile of aimpila drug in chronic experiment on rats. *Russian Journal of Biotherapy*. 2017; 16(3): 79–85 (In Russian). DOI: 10.17650/1726-9784-2017-16-3-79-85

ОБ АВТОРАХ

Сергей Владиславович Абрамов¹, кандидат ветеринарных наук
120.net@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9445-4577>

Андрей Владимирович Балышев², кандидат биологических наук
bav898@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9186-2671>

Вячеслав Викторович Головин¹, кандидат биологических наук
v.golovin@biovizor.ru
<https://orcid.org/0009-0001-5123-9068>

Никита Михайлович Стариков³, кандидат ветеринарных наук
nik-starikov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3562-3940>

Мария Спартаковна Журавлева¹, кандидат ветеринарных наук
anama09@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0009-6121-8525>

¹ООО МНИЦ «ОЗОС», ул. Нагорная, 3А, Москва, 117186, Россия

²Волжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, ул. им. Рокоссовского, 6, Волгоград, 400131, Россия

³Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, ул. Белинского, 112, корп. А, Екатеринбург, 620142, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Sergey Vladislavovich Abramov¹, Candidate of Veterinary Sciences
120.net@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9445-4577>

Andrey Vladimirovich Balyshev², Candidate of Biological Sciences
bav898@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9186-2671>

Vyacheslav Viktorovich Golovin¹, Candidate of Biological Sciences
v.golovin@biovizor.ru
<https://orcid.org/0009-0001-5123-9068>

Nikita Mikhailovich Starikov³, Candidate of Veterinary Sciences
nik-starikov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3562-3940>

Maria Spartakovna Zhuravleva¹, Candidate of Veterinary Sciences
anama09@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0009-6121-8525>

¹“OZOS” Ltd., 3A Nagornaya Str., Moscow, 117186, Russia

²Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production, 6 Rokossovsky Str., Volgograd, 400131, Russia

³Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 112 Belinsky Str., building A, Yekaterinburg, 620142, Russia

УДК 619:617

Обзор



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-27-33

А.С. Спирина^{1, 2} ✉О.А. Спирина^{2, 3}С.Ю. Концевая¹А.М. Ермаков¹¹ Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия² Учебный и ветеринарный центр «Денталвет», Москва, Россия³ Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия

✉ SpirinaAnnaS@yandex.ru

Поступила в редакцию:
01.09.2023Одобрена после рецензирования:
31.10.2023Принята к публикации:
10.11.2023

Review



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-27-33

Anna S. Spirina^{1, 2} ✉Olga A. Spirina^{2, 3}Svetlana Yu. Kontsevaya¹Aleksy M. Ermakov¹¹ Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia.² «Dentalvet», LLC, Moscow, Russia³ Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

✉ SpirinaAnnaS@yandex.ru

Received by the editorial office:
01.09.2023Accepted in revised:
31.10.2023Accepted for publication:
10.11.2023

Клинический случай. Билатеральная субтотальная мандибулэктомия при сращении барабанной части височной кости с медиальной поверхностью угла нижней челюсти у щенка

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Редкая, преимущественно врожденная патология. Сращение барабанной части височной кости с медиальной поверхностью угла нижней челюсти приводит к необратимым патологическим процессам в челюстно-лицевой области, от чего значительно снижается качество жизни животного. В статье рассматриваются варианты хирургической коррекции, которые могут улучшить качество жизни собаки. Своевременно проведенная операция повысила комфортность существования и улучшила общее состояние здоровья животного, исключив дискомфорт, отит и боль.

Методы. Методом выбора стала технически сложная билатеральная субтотальная мандибулэктомия. Для выполнения операции использованы: хирургические стоматологические инструменты; стоматологическая установка с высокоскоростным и низкоскоростным наконечниками; различные виды боров. Для экстра- и интраоральной рентгенографии использовались: оцифровщик рентгеновских снимков CR7Vet с люминоформными пластинами (0, 1, 2, 3, 4, 5); комбинированная общая анестезия с использованием наркотических и сильнодействующих препаратов.

Результаты. Решение данной проблемы возможно только оперативным путем, поэтому методом выбора стала билатеральная субтотальная мандибулэктомия, оценка которой послужила целью исследования. В результате операции уже на 14-й день у собаки отмечались активность, удовлетворительное самочувствие, отсутствие проблем с приемом корма и воды. Изучение результатов исследования показало, что патология требует немедленного вмешательства, так как исход сращения барабанной части височной кости с медиальной поверхностью угла нижней челюсти уже через несколько недель может привести к неоперабельности.

Ключевые слова: мандибулэктомия, брахигнатия, прогнатия, травма, патология, интраоральная рентгенография, трамадол

Для цитирования: Спирина А.С., Спирина О.А., Концевая С.Ю., Ермаков А.М. Клинический случай. Билатеральная субтотальная мандибулэктомия при сращении барабанной части височной кости с медиальной поверхностью угла нижней челюсти у щенка. *Аграрная наука.* 2023; 376(11): 27–33. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-27-33>

© Спирина А.С., Спирина О.А., Концевая С.Ю., Ермаков А.М.

Clinical case. Bilateral subtotal mandibulectomy with fusion of the tympanic part of the temporal bone with the medial surface of the angle of the mandible in a puppy

ABSTRACT

Relevance. A rare, predominantly congenital pathology Fusion of the tympanic part of the temporal bone with the medial surface of the angle of the mandible leads to irreversible pathological processes in the maxillofacial region, which significantly reduces the quality of life of the animal. The article discusses surgical correction options that can improve the dog's quality of life. A timely procedure increased the comfort of existence and improved the general health of the animal, eliminating discomfort, otitis media and pain.

Methods. The method of choice was technically complex bilateral subtotal mandibulectomy. To perform the procedure, the following were used: surgical dental instruments; dental unit with high-speed and low-speed handpieces; various types of bur. For extra- and intraoral radiography, the following were used: CR7Vet X-ray digitizer with luminiform plates (0, 1, 2, 3, 4, 5); combined general anesthesia with the use of narcotic and potent drugs.

Results. The solution of this problem is possible only operationally, therefore, the method of choice was bilateral subtotal mandibulectomy, the evaluation of which served as the purpose of the study. As a result of the procedure, already on the 14th day, the dog had activity, satisfactory well-being, and no problems with taking food and water. The study of the results of the study showed that the pathology requires immediate intervention, since the outcome of the fusion of the tympanic part of the temporal bone with the medial surface of the angle of the lower jaw in a few weeks can lead to inoperable.

Key words: mandibulectomy, brachygnathia, prognathia, trauma, pathology, intraoral radiography, tramadol

For citation: Spirina A.S., Spirina O.A., Kontsevaya S.Yu., Ermakov A.M. Clinical case. Bilateral subtotal mandibulectomy with fusion of the tympanic part of the temporal bone with the medial surface of the angle of the mandible in a puppy. *Agrarian science.* 2023; 376(11): 27–33 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-27-33>

© Spirina A.S., Spirina O.A., Kontsevaya S.Yu., Ermakov A.M.

Введение/Introduction

Сращение барабанной части височной кости с медиальной поверхностью угла нижней челюсти приводит к необратимым патологическим процессам в челюстно-лицевой области, от чего значительно снижается качество жизни животного. При такой патологии височно-нижнечелюстной сустав фактически отсутствует, собака не может открыть пасть. В процессе роста и развития организма происходят изменения в челюстной области: начинается активная смена временных премоляров, резцов и клыков на постоянные; появляются моляры и первые премоляры, не имеющие временных предшественников; формируется патологический прикус, а именно неправильное взаимное расположение зубов верхней и нижней челюстей, при котором идут нарушения функций зубочелюстной системы и, как следствие, других систем организма, морфологические и эстетические нарушения; развивается отит (воспалительный процесс) в том или ином отделе уха, животное испытывает дискомфорт и боль. Патология требует немедленного вмешательства, так как исход сращения барабанной части височной кости с медиальной поверхностью угла нижней челюсти уже через несколько недель может привести к неоперабельности.

При подготовке к публикации и изучении нескольких источников информации в доступной мировой литературе [1–4] не было обнаружено ни одного метода разращения при сращении барабанной части височной кости с медиальной поверхностью угла нижней челюсти. Подобное сращение является редкой патологией (преимущественно врожденной).

Актуальность статьи заключается в вариантах хирургической коррекции при данной редкой патологии, которые могут улучшить качество жизни животного.

Рис. 1. Стоматологическая карта взрослой собаки¹

Fig. 1. Canine Dental Chart

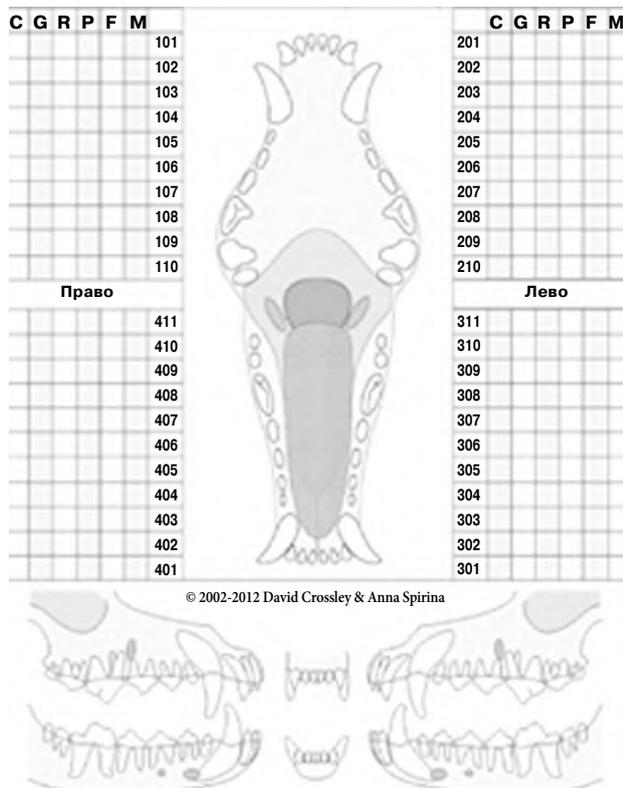
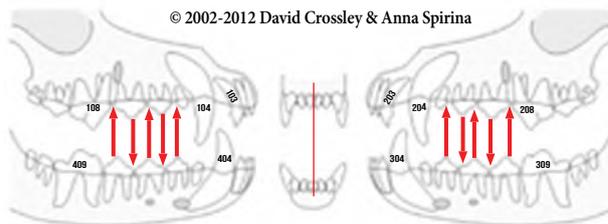


Рис. 2. Направление куспидов зубов¹

Fig. 2. Direction of teeth cusps



Методом выбора стала технически сложная билатеральная субтотальная мандибулэктомия. Данный метод рассматривается как единственно возможная альтернатива эвтаназии. Знание анатомических особенностей челюстно-лицевой области (особенно таких важных структур, как нижнечелюстной альвеолярный нерв и нижнечелюстная альвеолярная артерия и вена, обе из которых проходят внутри нижнечелюстного канала) позволяет сделать операцию без осложнений.

Долихоцефалические породы (*dolichocephalic breeds*) — породы собак с длинной остроконечной формой черепа. Такса имеет лицевой индекс 6 и определена как долихоцефал. Форма головы влияет на позиционирование зубов. У долихоцефалов нижняя челюсть короче и уже, чем верхняя челюсть. Верхнечелюстные резцы располагаются ростральнее нижнечелюстных. Куспиды нижнечелюстных резцов упираются в основание коронки верхнечелюстных резцов. Срединная линия обеих челюстей должна совпадать. Нижнечелюстной клык (304/404) заполняет диастему между верхнечелюстными третьим резцом (103/203) и клыком (104/204). Куспиды премоляров направлены в сторону межзубного пространства противоположной аркады. Мезиобуккальная поверхность первого нижнечелюстного моляра (309/409) скрыта верхнечелюстным четвертым премоляром (108/208). Дистальная окклюзионная поверхность нижнечелюстного моляра (309/409) закрыта небной окклюзионной поверхностью первого верхнечелюстного моляра (109/209) (рис. 1, 2).

Аномалия окклюзии — это патология роста и развития зубочелюстной системы, вызванная местными, региональными и функциональными этиологическими факторами, а также генетическими и внешними причинами [5]. В большинстве случаев они являются результатом взаимодействия сразу нескольких факторов, и определить специфическую этиологию не всегда удается. Иногда выявляется только один причинный фактор, например недоразвитие нижней челюсти из-за перелома или наследственности. Прогнатия (от греч. *pro* — вперед и *gnathos* — челюсть) — патологический тип прикуса (обычно врожденного характера), при котором альвеолярный отросток верхней челюсти вместе с передними зубами значительно выступает вперед. Контакта передних зубов при смыкании челюстей нет.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводились в 2021–2023 годах на основании данных клинического обследования и лечения животных, поступивших в ветеринарную клинику «Денталвет» (г. Москва), основные специализации которой — стоматология и челюстно-лицевая хирургия.

Во время операции использовались стоматологическая установка WODent/Vet 330 («Денталвет», Россия)

¹ ©2002–2023 David Crossley & Anna Spirina <http://ruvds.org>

с верхней подачей, хирургические стоматологические инструменты; высокоскоростные и низкоскоростные наконечники, различные виды боров. Для выполнения экстра- и интраоральной рентгенографии использовались: оцифровщик рентгеновских снимков CR7Vet с люминоформными пластинами (0, 1, 2, 3, 4, 5) (DÜRR MEDICAL Vet-Examplus, Германия); комбинированная общая анестезия с применением наркотических и сильнодействующих препаратов. Операции проводятся под строгим соблюдением общеклинического и кардиологического мониторинга пациентов. Для рентгенографии органов грудной клетки использовались панель-детектор PZ Medical 1717 (PZ Medical, Китай) и излучатель рентгеновских снимков ORANGE 1040HF (EcoRay, Южная Корея).

Эхокардиографическое исследование с доплером проводилось на УЗ-аппарате Mindray DC-50 (Китай)

Рис. 3. Мандибулярная брахигнатия. Схема

Fig. 3. Mandibular brachygnathia. Scheme



Рис. 4. Максиллярная прогнатия

Fig. 4. Maxillary prognathia



Рис. 5. Мандибулярная брахигнатия

Fig. 5. Mandibular brachygnathia



Рис. 6. Временные клыки и премоляры

Fig. 6. Deciduous canines tooth and premolars



секторным фазированным монокристаллическим датчиком Mindray SP5-1N (Китай). Общий клинический и биохимический анализы крови проводятся в лаборатории «Веттест» (Москва, Россия) на автоматическом биохимическом анализаторе Tecom TC6090, автоматическом гематологическом анализаторе 3 diff для ветеринарии TEK-VET3 (Shenzhen Tecom Biotech Co., Ltd., Китай). Компьютерная томография головы выполнена в отделении методов лучевой диагностики и неврологии инновационного ветеринарного центра (Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина, Москва, Россия) на томографе Siemens SOMATOM Scope 16/32 (Германия).

Методику исследований пациентов клиники представим на примере клинического случая.

Такса, кобель, возраст 2 месяца. Диагноз — сращение барабанной части височной кости с медиальной поверхностью угла нижней челюсти (билатерально), отит среднего уха слева, мандибулярная брахигнатия (* Мандибулярная брахигнатия — настоящая короткая нижняя челюсть — не «прогнатия», которая указывает на нижнечелюстную прогнатия; прогнатия может использоваться в отношении верхней челюсти, но это верхнечелюстная прогнатия (максиллярная) (рис. 3–5).

Анамнез. Собака попала в семью владельца в возрасте 1,5 месяцев. Владелец знал о проблеме и взял щенка, чтобы помочь ему.

При клиническом осмотре установлено: мандибулярная брахигнатия; временные зубы (рис. 6–11); сращение барабанной части височной кости с медиальной поверхностью угла нижней челюсти билатерально; отит среднего уха слева. Частота пульса — 95 ударов в минуту (норма — от 60 до 160), частота дыхания — 25 вдох/мин (норма — от 15 до 30), ректальная температура — 38,7 °С (норма — от 38,3 до 39,2). Результаты биохимического скрининга и общего анализа крови — в пределах физиологической нормы (для собаки данного возраста).

Рис. 7. Мандибулярная брахигнатия, временные зубы

Fig. 7. Mandibular brachygnathia, deciduous teeth



Рис. 8. Контакт зубов 409/108

Fig. 8. Contact teeth 409/108



Рис. 9. Контакт зубов 309/208
Fig. 9. Contact teeth 309/208



Рис. 10. Дентальная малокклюзия 504/604
Fig. 10. Dental malocclusion 504/604

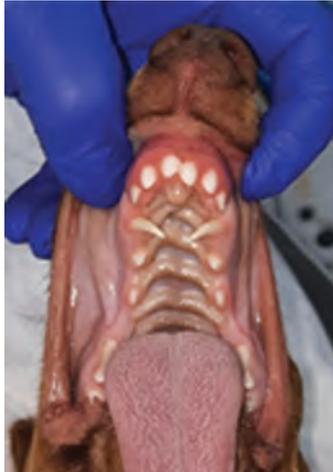
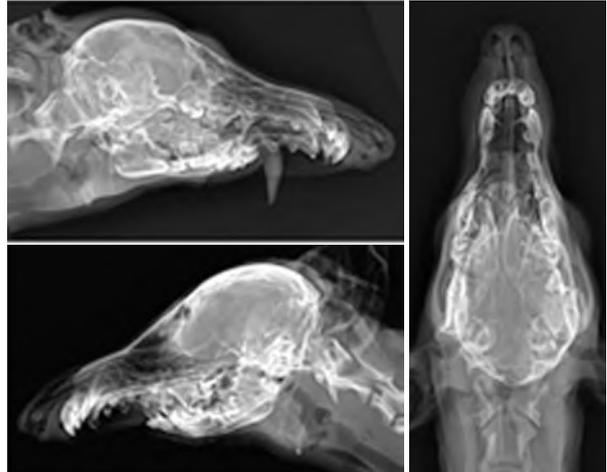


Рис. 11. Рентгеновские снимки головы до операции
Fig. 11. X-rays of the head before surgery



Компьютерная томография головы (рис. 12):
носовая полость без патологических изменений;
сошник без патологических изменений;
нёбо без патологических изменений;
синусы без патологических изменений;
кости свода черепа без патологических изменений;
кости основания черепа: сращение барабанной части височной кости с медиальной поверхностью угла нижней челюсти (билатерально) (рис. 1);
кости лицевого и мозгового отделов черепа без патологических изменений;
костная структура турецкого седла без патологических изменений.

Рис. 12. Аксиальный срез, сращение барабанной части височной кости с медиальной поверхностью угла нижней челюсти (билатерально)

Fig. 12. Axial CT section, fusion of the tympanic part of the temporal bone with the medial surface of the mandibular angle (bilaterally)

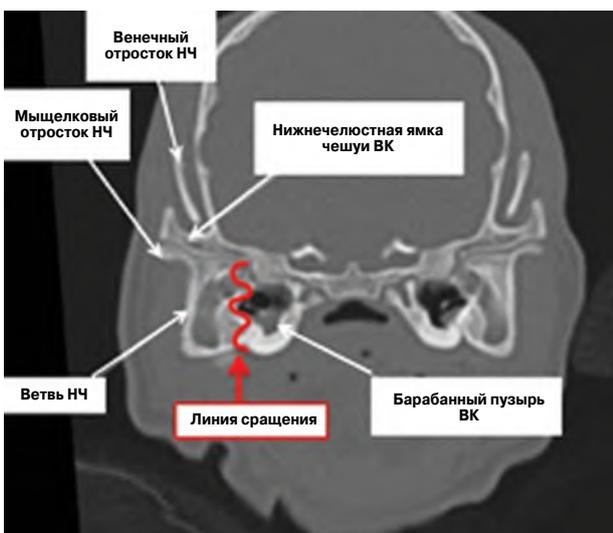


Рис. 13. Планирование операции
Fig. 13. Planning the procedure



Головной мозг:

- 1) **паренхима** без патологических изменений;
- 2) **желудочки** без патологических изменений;
- 3) **срединные структуры** без патологических изменений;
- 4) **мозжечок** без патологических изменений.

Орбита без патологических изменений.

Орган слуха:

- ушная раковина** без патологических изменений;
- наружный слуховой проход (НСП)** без патологических изменений;
- барабанный пузырь:** в полости барабанного пузыря слева (вентрально) определяется однородное гиперденсивное содержимое смешанной (от -28 HU (жировая ткань) до +17 HU (жидкость) плотности; содержимое занимает до 1/3 объема барабанного пузыря.

Нижняя челюсть: 1) сращение барабанной части височной кости с медиальной поверхностью угла нижней челюсти (билатерально); венечный и мыщелковый отростки ветви нижней челюсти выражены, угловой отросток гипотрофирован (билатерально); 2) прогнатия — резцы нижней челюсти находятся на уровне 3-го премоляра верхней челюсти.

Зубные аркады нижней челюсти без патологических изменений.

Верхняя челюсть без патологических изменений.

Зубные аркады верхней челюсти без патологических изменений.

Носоглотка без патологических изменений.

Лимфатические узлы без патологических изменений.

Мягкие ткани без патологических изменений.

Инородные тела в тканях головы не определяются.

Свободный газ в мягких тканях не определяется.

Заключение: сращение барабанной части височной кости с медиальной поверхностью угла нижней челюсти (билатерально), отит среднего уха (слева), прогнатия.

В данном клиническом случае рассмотрены два варианта помощи таксе.

Вариант 1

Необходимы билатеральная клиновидная резекция и фиксация нижней челюсти в «открытое» выравнивание (для создания пространства), как на изображении ниже («зеленый» — для наложения проволочного «шва», как при стабилизации перелома) (рис. 13). Нижнечелюстные моляры, верхнечелюстные Р4 и моляры должны

быть удалены (при этом доступа к ним нет). У щенка сформируются дополнительные зубочелюстные деформации, которые приведут к вторичной дисфагии и спровоцируют развитие хронического отита.

Вариант 2

Билатеральная ампутация нижней челюсти на уровне М1 с удалением всех нижнечелюстных моляров и каудальных верхнечелюстных зубов.

Реальность: даже для крупной взрослой собаки оба варианта не дадут необходимого эффекта. Если не лечить, будут серьезные функциональные проблемы с каудальным зубным рядом и узким каудальным отделом ротовой полости, ограниченная функция языка при глотании и постоянный источник боли при отите, как это наблюдается у животных при расщелине нёба.

Владелец был проинформирован о вариантах хирургического лечения. Подробно рассмотрены преимущества и недостатки каждого варианта. Владелец выбрал операцию в виде билатеральной субтотальной мандибулэктомии (для лучшего понимания эстетических изменений ему были показаны послеоперационные фотографии пациентов, перенесших аналогичные хирургические вмешательства).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Перед операцией проведена консультация кардиолога и сделаны рентгенограммы органов грудной клетки.

Первичная диагностика состояния сердечно-сосудистой системы — это визуальный осмотр слизистых оболочек ротовой полости и языка, аускультация, определение частоты и наполнение пульса на внутренней стороне бедра. Аускультация фонендоскопом в точках максимальной интенсивности звука справа: трехстворчатый клапан на уровне IV межреберья, слева митральный клапан, аортальный клапан, клапан легочной артерии с III–V межреберьем без особенностей.

Заключение эхокардиографического исследования: фракция сократимости — 62%, фракция выброса — 86%, АО/ЛП — 1,14, EPSS — 0,31 см, TAPSE — 2,1 см. На момент исследования: дефектов МЖП и МПП не выявлено, измененный в клапанном аппарате не выявлено, патологической регургитации нет, застоя по БК и МК нет, ЛГ нет, дилатации отделов нет. ЧСС — 112. Врожденные пороки сердца не выявлены, сократительная способность ЛЖ сохранена, систолическая функция не нарушена, диастолическая функция не изменена.

Кардиолог противопоказаний к проведению операции под общей ингаляционной анестезией с использованием наркотических и сильнодействующих препаратов не нашёл.

Подготовка

Для премедикации использовали диазепам («Реланиум», POLFA, Варшава, Польша) (2 мг/кг) и прометазин («Пипольфен», EGIS, Венгрия) (1 мг/кг) внутримышечно. В правую грудную конечность (*vena cephalica*) установлен катетер 26-G. Индукция — кетамина гидрохлоридом («Кетамин», МЭЗ, Москва) (3мг/кг) и медетомидином («Медитин», Ари-сан, Россия) (0,04 мг/кг). Сбалансированный раствор электролитов вводили внутривенно со скоростью 10 мл/кг/час на протяжении всей процедуры.

Общая анестезия поддерживалась изофлураном («Форан», Abbott Laboratories, Великобритания) (0,5–1%) с низким потоком через эндотрахеальную трубку № 3.5 с манжетой. Оборудование для мониторинга включало электрокардиограф, непрямой тонометр.

Техника операции

Выполнена билатеральная блокада регионарных нервов. Артикаин («Ультракаин», Sanofi-Aventis, Франция) (2 мг/кг) вводили с помощью иглы 27G в область нижнего альвеолярного отверстия левой и правой нижней челюсти медленно (для предотвращения десенсибилизации язычного нерва). Шерсть на нижней челюсти сбрасывали с двух сторон (до уровня спайки брылей), обрабатывали хлоргексидином и спиртом. Пациента перевели в операционную и уложили в положение «лежа на спине» (рис. 14)².

Выполнены билатеральные разрезы слизистой оболочки на уровне первого моляра, достигающие до слизисто-кожного перехода. Для подъема мягких тканей от кости использовали периостальный элеватор. Скальпелем № 15 был сделан разрез кожи, соединяющий разрезы слизистой оболочки. Для тупого и острого рассечения мягких тканей использовали ножницы Метценбаума. Рассасывающимися швами перевязывали кровеносные сосуды, выходящие из средних подбородочных отверстий.

Для удаления части нижней челюсти использовали твердосплавный бор и высокоскоростной стоматологический наконечник. Кость оставшейся части нижней челюсти была сглажена с помощью круглого алмазного бора. Для обеспечения достаточного количества тканей для закрытия без натяжения с помощью ножниц Метценбаума подрезали ткань каудальнее поверхности разреза (рис. 15). Слизистая оболочка ушита простым

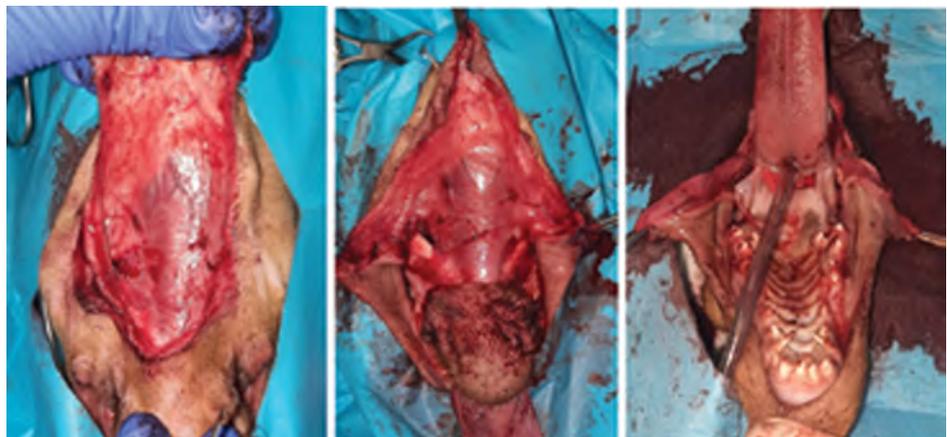
Рис. 14. Положение пациента во время операции

Fig. 14. Position of the patient during the procedure



Рис. 15. Этапы операции

Fig. 15. Procedure steps



² Spirina A.S., Crossley D.A. Материалы практического занятия УВЦ «Денталвет» «Стоматология и челюстно-лицевая хирургия». 2002–2023. Spirina A.S., Crossley D.A. Materials of the practical lesson of the UVC “Dentalvet” “Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery”. 2002–2023.

Рис. 16. После операции
Fig. 16. After the procedure



Рис. 17. После операции
Fig. 17. After the procedure



Рис. 18. Рентгеновские снимки головы (после операции)
Fig. 18. X-rays of the head (after surgery)



прерывистым швом. Подслизистый слой ушит простым узловым швом. Подкожный слой закрыт простым непрерывным горизонтальным матрацным швом. На все слои, кроме кожи, накладывали рассасывающийся монофиламентный шовный материал. Слой кожи сшивали ПГА 5-0 (ПГА, «Волоть», Россия) в виде прерывистого шва (рис. 16).

Для послеоперационного обезболивания в течение пяти суток вводили (внутримышечно) трамадол («Трамвет», МЭЗ, Россия) (3 мг/кг) и мелоксикам (подкожно) («Мелоксивет», «Белкарولين», Беларусь) (0,1 мг/кг). Через два часа после операции предлагались консервы,

отмечался отличный аппетит. Рекомендована специальная диета мягким кормом в течение двух недель (исключение — игрушки и лакомства). В первые 48 часов применялись холодные компрессы, далее (для уменьшения отека) — теплые компрессы (два раза в день). Владелец самостоятельно давал (перорально) амоксициллин с клавулановой кислотой («Синулокс», «Зоэтикс», Италия) (12,5 мг/кг) два раза в день в течение десяти дней, мелоксикам («Мелоксидил», «Сева», Франция) перорально (0,1 мг/кг) один раз в день, «Трамвет» (3 мг/кг) каждые восемь часов в течение пяти дней.

На повторном осмотре через 14 дней владелец отметил удовлетворительное самочувствие собаки, отсутствие проблем с приемом корма и воды. Собака активна, играет с другой собакой. Заживление послеоперационной раны первичным натяжением. Интраоральные и кожные швы ровные, сухие. Через два-три месяца запланирована экстракция временных и некоторых постоянных зубов.

Рентгенологические данные показали сглаживание нижнечелюстных краев. Дана рекомендация провести осмотр полости рта в бодрствующем состоянии через шесть месяцев (для оценки общего состояния полости рта).

В соответствии с поставленной задачей операция привела к улучшению качества жизни животного, учитывая, что это было единственной возможной альтернативой эвтаназии.

Послеоперационные осложнения после субтотальной мандибулэктомии включают расхождение швов, повреждение протоков подъязычных или нижнечелюстных слюнных желёз, кровотечение, дисфункцию языка, анорексию и слюнотечение. У пациента наблюдалось незначительное слюнотечение, однако влажного дерматита отмечено не было. Владелец не сообщал о каких-либо других проблемах.

Выводы/Conclusion

1. Ведение пациентов с подобным диагнозом требует командных усилий, которые включают в себя общие и специальные навыки ветеринарного врача и ассистента. Первая и, возможно, самая важная роль — это общение с владельцем и планирование хирургической операции.

В ветеринарной стоматологии мало чрезвычайных ситуаций. Тем не менее патология «сращение барабанной части височной кости с медиальной поверхностью угла нижней челюсти у щенка» требует немедленного вмешательства, потому как несколько недель могут повлиять на возможность получения положительного хирургического результата.

2. Решающую роль играет результат общения с владельцем. Если рассматривается хирургия полости рта, необходимо информировать владельца об эстетических изменениях и возможных послеоперационных

осложнениях. Фотографии «до и после» различных хирургических резекций позволяют владельцам понять, как будут выглядеть их питомцы после челюстно-лицевой операции.

3. Во время челюстных операций ветеринарный врач помогает минимизировать время общей анестезии, имея под рукой материалы, необходимые препараты и специальное оборудование. Анестезия играет жизненно важную роль в обезболивании и постоянном наблюдении во время длительной (часто) процедуры. Послеоперационное обезбоживание имеет решающее значение как сразу после операции, так и в последующие дни. Ветеринарный специалист, принимающий непосредственное участие в послеоперационном уходе за

пациентами, перенесшими операцию челюстно-лицевой области, обязан иметь специальную подготовку в сфере ветеринарной стоматологии, следить за обезбоживанием, контролировать возможность кровотечения, отслеживать специфические осложнения.

Благодарность

Выражаю благодарность моему учителю доктору David A. Crossley (BVetMed, Phd MRCVS, FAVD DipEVDC) за помощь в планировании операции.

I express my gratitude to my teacher Dr. David A. Crossley (BVetMed, Phd MRCVS, FAVD DipEVDC) for his help in planning the procedure.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

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

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

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

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Verstraete F.J.M., Lommer M.J., Arzi B. Oral and Maxillofacial Surgery in Dogs and Cats. Second Edition. *Elsevier*. 2021; 623. ISBN 978-0-7020-7675-6 <https://doi.org/10.1016/C2017-0-02876-8>
2. Kosovsky J.K., Matthiesen D.T., Marretta S.M., Patnaik A.K. Results of Partial Mandibulectomy for the Treatment of Oral Tumors in 142 Dogs. *Veterinary Surgery*. 1991; 20(6): 397–401. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.1991.tb00346.x>
3. De Paolo M.H., Arzi B., Pollard R.E., Kass P.H., Verstraete F.J.M. Craniomaxillofacial Trauma in Dogs. Part II: Association Between Fracture Location, Morphology and Etiology. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020; 7: 242. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00242>
4. Fiani N., Peralta S. Extended Subtotal Mandibulectomy for the Treatment of Oral Tumors Invading the Mandibular Canal in Dogs — A Novel Surgical Technique. *Frontiers in Veterinary Science*. 2019; 6: 339. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00339>
5. Бельфер М.Л. Оптимизация профилактики аномалий окклюзии зубных рядов в периоде временного прикуса. Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Москва. 2020; 166.

REFERENCES

1. Verstraete F.J.M., Lommer M.J., Arzi B. Oral and Maxillofacial Surgery in Dogs and Cats. Second Edition. *Elsevier*. 2021; 623. ISBN 978-0-7020-7675-6 <https://doi.org/10.1016/C2017-0-02876-8>
2. Kosovsky J.K., Matthiesen D.T., Marretta S.M., Patnaik A.K. Results of Partial Mandibulectomy for the Treatment of Oral Tumors in 142 Dogs. *Veterinary Surgery*. 1991; 20(6): 397–401. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.1991.tb00346.x>
3. De Paolo M.H., Arzi B., Pollard R.E., Kass P.H., Verstraete F.J.M. Craniomaxillofacial Trauma in Dogs. Part II: Association Between Fracture Location, Morphology and Etiology. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020; 7: 242. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00242>
4. Fiani N., Peralta S. Extended Subtotal Mandibulectomy for the Treatment of Oral Tumors Invading the Mandibular Canal in Dogs — A Novel Surgical Technique. *Frontiers in Veterinary Science*. 2019; 6: 339. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00339>
5. Belfer M.L. Optimization of the prevention of anomalies of occlusion of the dentition in the period of temporary occlusion. PhD (Medicine) Thesis. Moscow. 2020; 166 (In Russian).

ОБ АВТОРАХ

Анна Сергеевна Спирина^{1, 2}, кандидат ветеринарных наук, заведующая кафедрой стоматологии и челюстно-лицевой хирургии SpirinaAnnaS@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-1972-125X>

Ольга Александровна Спирина^{2, 3}, аспирант, старший преподаватель Учебного и ветеринарного центра «Денталвет» spirinaoa@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-3160-8062>

Светлана Юрьевна Концевая¹, доктор ветеринарных наук, профессор vetprof555@inbox.ru <https://orcid.org/0000-0003-3912-1590>

Алексей Михайлович Ермаков¹, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биологии и общей патологии amermakov@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-9834-3989>

¹Донской государственный технический университет, пл. Гагарина, 1, Ростов-на-Дону, 344010, Россия

²Учебный и ветеринарный центр ООО «Денталвет», ул. Авиаконструктора Милая, 2/1, помещение 5, Москва, 109431, Россия

³Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Волоколамское шоссе, 11, Москва, 125080, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Anna Sergeevna Spirina^{1, 2}, Candidate of Veterinary Sciences, Head of the Department of Dentistry and Maxillofacial Surgery SpirinaAnnaS@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-1972-125X>

Olga Alexandrovna Spirina^{2, 3}, Postgraduate Student, Senior Lecturer at the Dentalvet Training and Veterinary Center spirinaoa@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-3160-8062>

Svetlana Yurievna Kontsevaya¹, Doctor of Veterinary Sciences, Professor vetprof555@inbox.ru <https://orcid.org/0000-0003-3912-1590>

Aleksey Mikhailovich Ermakov¹, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biology and General Pathology amermakov@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-9834-3989>

¹Don State Technical University, 1 Gagarin Square, Rostov-on-Don, 344010, Russia

²Training and veterinary center "Dentalvet" (LLC "Dentalvet"), 2/1 Aviakonstruktora Mil Str., room 5, Moscow, 109431, Russia

³Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), 11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russia

А.С. Горелик¹
 М.Б. Ребезов^{2, 3}
 О.В. Горелик² ✉

¹ Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

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

✉ olgao205en@yandex.ru

Поступила в редакцию:
03.04.2023

Одобрена после рецензирования:
31.10.2023

Принята к публикации:
10.11.2023

Artem S. Gorelik¹
 Maksim B. Rebezov^{2, 3}
 Olga V. Gorelik² ✉

¹ Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Yekaterinburg, Russia

² Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

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

✉ olgao205en@yandex.ru

Received by the editorial office:
03.04.2023

Accepted in revised:
31.10.2023

Accepted for publication:
10.11.2023

Оценка быков-производителей голштинской породы по качеству потомства

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Обеспечение населения страны полноценными продуктами питания собственного производства — важная задача, стоящая перед работниками агропромышленного комплекса страны. Таким продуктом является молоко. Молоко получают в основном от коров молочного направления продуктивности, улучшение племенных качеств которых идет за счет использования мирового генофонда голштинской породы. Широкое использование быков-производителей голштинской породы различной селекции при разведении молочного скота и изучение их влияния на продуктивные качества дочерей актуальны и имеют как научный, так и практический интерес.

Методы. Проведено сравнение продуктивности дочерей четырех быков-производителей: Альта Блумберг (страна происхождения — США), Бурбон (Дания), Нортон (Германия) и Лизборн (Канада). Молочную продуктивность (удой, содержание жира, белка в молоке) коров контролировали по контрольным дойкам, воспроизводительную способность — по длительности сервис-периода и коэффициенту воспроизводительной способности.

Результаты. В результате исследований установлено, что разница по удою между сверстницами быков-производителей недостоверна, но отмечается тенденция более высоких удоев у дочерей Альта Блумберга, Нортон и Лизборна, относительно Бурбона. В молоке дочерей Альта Блумберга и Нортон выше показатели по МДЖ в молоке ($p \leq 0,05-0,01$), а Бурбона — МДБ ($p \leq 0,01$ в пользу дочерей Бурбона). Выявлена достоверная разница по возрасту достижения первого осеменения между группами дочерей оцениваемых быков-производителей в пользу дочерей Бурбона (Дания) при $p \leq 0,05-0,01$. Они достигали необходимой живой массы в возрасте 12,9 месяца, что на 0,4–1,2 месяца быстрее. У дочерей быков-производителей имеются определенные проблемы с воспроизводством. Коэффициент воспроизводительной способности коров находится в пределах 0,89–0,94, что ниже оптимальных показателей для хорошего уровня воспроизводства.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, голштинская порода, быки-производители, дочери, молочная продуктивность, молоко

Для цитирования: Горелик А.С., Ребезов М.Б., Горелик О.В. Оценка быков-производителей голштинской породы по качеству потомства. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 34–40. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-34-40>

© Горелик А.С., Ребезов М.Б., Горелик О.В.

Evaluation of bulls-producers of the Holstein breed by the quality of the offspring

ABSTRACT

Relevance. Providing the population of the country with full-fledged food products of its own production is an important task facing the employees of the agro-industrial complex of the country. Such a product is milk. Milk is obtained mainly from dairy cows of productivity, the improvement of breeding qualities of which is due to the use of the global gene pool of the Holstein breed. The widespread use of Holstein bulls of various breeding breeds in the breeding of dairy cattle and the study of their influence on the productive qualities of daughters are relevant and have both scientific and practical interest.

Methods. A comparison of the productivity of the daughters of four bulls-producers — Alta Bloomberg (country of origin — USA), Bourbon (Denmark), Norton (Germany) and Lisborn (Canada). Dairy productivity (milk yield, fat content, protein in milk) of cows was controlled by control milking, reproductive capacity — by the duration of the service period and the coefficient of reproductive capacity.

Results. As a result of the research, it was found that the difference in milk yield between the peers of bulls-producers is unreliable, but there is a tendency for higher milk yields in the daughters of Alt Bloomberg, Norton and Lisborn, relative to Bourbon. In the milk of the daughters of Alt Bloomberg and Norton, the indicators for MJ in milk are higher ($p \leq 0.05-0.01$), and Bourbon — MDB ($p \leq 0.01$ in favor of the daughters of Bourbon). A significant difference in the age of achieving the first insemination was revealed between the groups of daughters of the evaluated bulls in favor of Bourbon daughters (Denmark) at $p < 0.05-0.01$. They reached the required body weight at the age of 12.9 months, which is 0.4–1.2 months faster. The daughters of breeding bulls have certain problems with reproduction. The coefficient of reproductive ability of cows is in the range of 0.89–0.94, which is below the optimal indicators for a good level of reproduction.

Key words: cattle, Holstein breed, sires, daughters, milk productivity, milk

For citation: Gorelik A.S., Rebezov M.B., Gorelik O.V. Evaluation of bulls-producers of the Holstein breed by the quality of the offspring. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 34–40 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-34-40>

© Gorelik A.S., Rebezov M.B., Gorelik O.V.

Введение/Introduction

Обеспечение увеличения производства молока и молочных продуктов возможно за счет широкого использования высокопродуктивного молочного скота. В Свердловской области в последние годы для этого разводится голштинская порода молочного скота, созданного путем поглотительного скрещивания маточного поголовья отечественного черно-пестрого скота с элементами воспроизводительного скрещивания и чистопородных быков-производителей голштинской породы зарубежной и отечественной селекции в условиях Среднего Урала [1–3].

Дальнейшее совершенствование животных достигается отбором лучших мужских и женских особей для воспроизводства и индивидуальным подбором. От эффективности оценки, отбора и использования этих групп животных зависит скорость генетического улучшения популяций молочного скота. Племенная работа с молочным скотом без достоверной оценки способности быков и коров передавать свои продуктивные наследственные качества потомству неэффективна [4, 5].

Основная задача племенного скотоводства заключается в том, чтобы товарный скот давал больше молока и с минимальными затратами, для этого при разведении нужно использовать лучших племенных быков. В комплексе с исследованиями биологического материала быков на моногенные рецессивные заболевания анализ поголовья на наличие новых гаплотипов, связанных с фертильностью по воспроизводству, позволяет племенным хозяйствам быть уверенными, что выбранный скот не несет вредных заболеваний, которые в том числе влияют на репродуктивную способность коров [5, 6].

Правильно подобранный генетический материал напрямую влияет на здоровье и производительные качества молодых особей, а также определяет породную принадлежность. В связи с этим по продуктивности полученного потомства проводится наиболее точная оценка племенной ценности (прежде всего производителей). Поэтому в скотоводстве принята оценка быка-производителя по продуктивным качествам его дочерей. При этом для объективной оценки используются различные методы, в том числе сравнение со сверстницами, со средним по стаду, с матерями и так далее [7–9].

Цель работы — оценка быков-производителей по качеству потомства с учетом воспроизводительной способности их дочерей.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводились в одном из племенных репродукторов Свердловской области по разведению голштинского черно-пестрого скота. Материалом и данными для сравнения служили база ИАС «СЕЛЭКС-Молочный скот» (г. Санкт-Петербург, Россия), результаты собственных исследований. Учет молочной продуктивности проводили по результатам ежедневных доек, а также по данным ежемесячных контрольных доек в течение двух смежных дней, за 100 дней лактации, 305 дней и всю лактацию (ГОСТ Р 51451-99)¹

Отбор проб сырья и продукции проводили в соответствии с ГОСТ 3622-68², ГОСТ 26809.1-2014³, ГОСТ 26809.2-2014⁴.

Проведено сравнение продуктивности дочерей четырех быков-производителей: Альта Блумберг (страна происхождения — США), Бурбон (Дания), Нортон (Германия) и Лизборн (Канада).

Учет молочной продуктивности проводили по результатам ежедневных доек, а также по данным ежемесячных контрольных доек в течение двух смежных дней, за 100 дней лактации, 305 дней и всю лактацию (ГОСТ Р 51451-99)⁵.

Массовую долю жира (МДЖ) и массовую долю белка (МДБ) в молоке определяли в средней пробе молока от каждой коровы в молочной лаборатории ОАО «Уралплемцентр» (г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия), содержание МДЖ — согласно методике ГОСТ 5867-90⁶, содержание МДБ — по методике ГОСТ Р 54662-2011⁷.

Результаты исследований были обработаны при помощи программы Microsoft Office Excel (США) с применением критерия достоверности по Стьюденту с использованием приложения Excel из программного пакета Office XP и Statistica (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Оценка коров по собственной продуктивности является главной при бонитировке крупного рогатого скота (КРС) молочных и молочно-мясных пород. Основной показателем при оценке молочной продуктивности коров — их удой за 305 дней лактации. Кроме того, при оценке учитывают такие показатели, как МДЖ и МДБ в молоке. Сопряженные показатели между удоем и его качественными значениями (количество молочного жира и количество молочного белка, выделенного с молоком за лактацию) являются наиболее значимыми при определении бонитировочного класса для решения направления дальнейшего использования животных.

Была проведена оценка молочной продуктивности дочерей оцениваемых быков-производителей по первой лактации. Учитывались показатели по удою за 305 дней лактации, МДЖ, МДБ, количество молочного жира и молочного белка (табл. 1).

Таблица 1. Молочная продуктивность коров-дочерей по первой лактации

Table 1. Physical and chemical parameters of milk of cows of different genotypes

Показатель	Бык-производитель			
	Альта Блумберг	Бурбон	Нортон	Лизборн
Удой за 305 дней лактации, кг	9653 ± 103,7	9323 ± 273,3	9709 ± 232	9675 ± 156
МДЖ, %	4,06 ± 0,014**	3,86 ± 0,033	4,03 ± 0,025*	3,95 ± 0,019
МДБ, %	3,28 ± 0,011	3,38 ± 0,026**	3,27 ± 0,029	3,26 ± 0,013
Количество молочного жира, кг	391 ± 3,99**	358 ± 10,15	391 ± 9,51*	381 ± 5,73*
Количество молочного белка, кг	316 ± 3,17	314 ± 8,49	317 ± 6,83	315 ± 4,83
Кэффициент молочности	1650 ± 24,93	1695 ± 30,75	1740 ± 21,34	1660 ± 31,84

Примечание: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$.

¹ ГОСТ Р 51451-99 Методика учета надоев коровьего молока.

² ГОСТ 3622-68 Молоко и молочные продукты. Отбор проб и подготовка их к испытанию.

³ ГОСТ 26809.1-2014 Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 1. Молоко, молочные, молочные составные и молкосодержащие продукты.

⁴ ГОСТ 26809.2-2014 Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 2. Масло из коровьего молока, спреда, сыры и сырные продукты, плавленные сыры и плавленные сырные продукты.

⁵ ГОСТ Р 51451-99 Методика учета надоев коровьего молока.

⁶ ГОСТ 5867-90 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира.

⁷ ГОСТ Р 54662-2011 Сыры и сыры плавленные. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля.

Данные (табл. 1) позволяют сделать вывод о том, что все первотелки (независимо от происхождения) имели высокие показатели продуктивности. По ним можно сказать, что они заслуживают высокого класса по бонитировке при оценке по собственной продуктивности. Наиболее продуктивными оказались первотелки — дочери Нортон, которые на 34–386 кг превосходили своих сверстниц из других групп. По МДЖ в молоке выделялись дочери Альта Блумберга с содержанием жира в молоке $4,06 \pm 0,014\%$, что на $0,03-0,2\%$ больше, чем в других группах дочерей от быков-производителей; на втором месте оказались дочери Нортон с МДЖ в молоке $4,03 \pm 0,025\%$. По МДБ в молоке лучшими были дочери Бурбона с содержанием белка в молоке $3,38 \pm 0,026\%$, что на $0,1-0,12\%$ больше.

Для более полной оценки племенной ценности быков-производителей и их дочерей была проведена оценка методом сравнения показателей продуктивности — удою, МДЖ и МДБ в молоке дочерей со сверстницами.

На рисунке 1 представлены данные о сравнении дочерей быков-производителей со сверстницами по удою, где наглядно видно, что уровень продуктивности дочерей быков-производителей примерно одинаковый, за исключением дочерей Бурбона, дочери которого по удою уступали дочерям других быков.

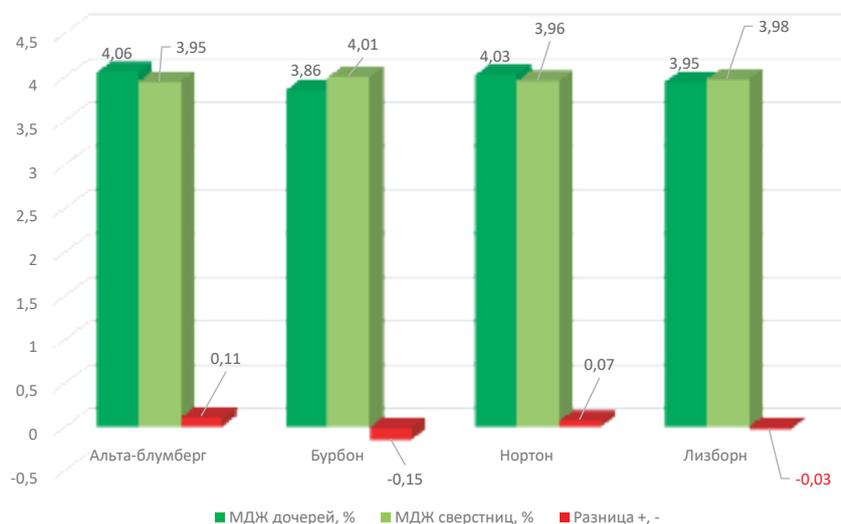
Рис. 1. Сравнительные данные по удою дочерей и сверстниц быков-производителей, кг

Fig. 1. Comparative data on milk yield of daughters and peers of sires, kg



Рис. 2. Сравнительные данные по МДЖ в молоке дочерей и сверстниц быков-производителей, кг

Fig. 2. Comparative data on MJ in milk of daughters and peers of sires, kg



В сравнении со сверстницами дочери Бурбона имели удои меньше на 323 кг, чем их сверстницы. Это составляет 3,3% от удою сверстниц, то есть в данном случае этот бык показал себя как ухудшающий по удою. Исходя из вышеизложенного, Альта Блумберг оказался нейтральным, у дочерей Нортон и Лизборна удои были выше, чем у их сверстниц.

Далее была проведена сравнительная оценка дочерей быков-производителей со сверстницами по качественным показателям молока, а именно МДЖ и МДБ в молоке (рис. 2).

Установлено, что дочери Бурбона и Лизборна имеют более низкие показатели МДЖ в молоке по сравнению со своими сверстницами, причем дочери Бурбона уступают сверстницам на 0,15%, что говорит о значительном снижении содержания жира в молоке, а в молоке дочерей Лизборна снижение составило 0,03% — это, по нашему мнению, объясняется индивидуальными свойствами дочерей, тем более что коэффициент изменчивости по МДЖ в молоке в этой группе коров был самым высоким.

Таким образом, можно сделать общее заключение, что по МДЖ в молоке быки-производители Альта Блумберг и Нортон являются улучшающими, Лизборн — нейтральным, а Бурбон — ухудшающим.

Маточное стадо хозяйства отличается тем, что в молоке коров достаточно высокие показатели не только жира, но и белка. По МДБ молоко от животных превосходит требования стандарта породы.

Проведенный анализ по сравнению МДБ в молоке коров-дочерей и их сверстниц показал, что дочери Бурбона имеют превосходство над дочерьми остальных оцениваемых быков на 0,11% (рис. 3).

Дочери остальных быков-производителей уступали своим сверстницам по содержанию белка в молоке на 0,02–0,05%, то есть практически их можно отнести к ухудшающим по этому признаку (Нортон и Лизборн) и нейтральным (Альта Блумберг).

Общее заключение позволяет сказать, что оцениваемые быки-производители не оказали значительного влияния на племенные качества и их дочери имели среднестатистические показатели продуктивности, за исключением дочерей Альта Блумберга, которые имели высокие показатели по МДБ в молоке, и его использование может оказать влияние на белково-молочность.

Для оценки качества быков по потомству применяется большое количество разных методов, поэтому для более достоверного влияния оцениваемых быков-производителей на племенные качества дочерей было проведено сравнение продуктивности

Рис. 3. Сравнительные данные по МДБ в молоке дочерей и сверстниц быков-производителей
Fig. 3. Comparative data on BMD in the milk of daughters and peers of sires

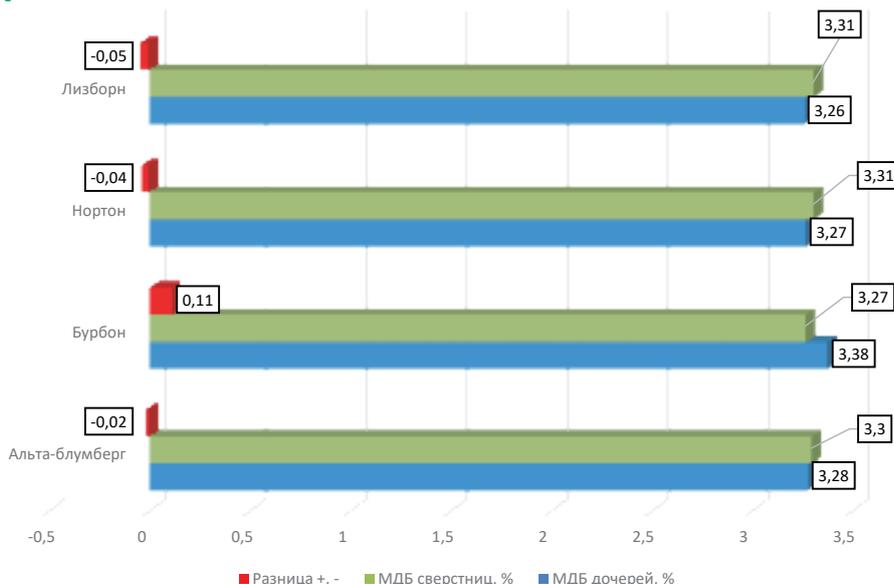


Таблица 2. Сравнение продуктивности дочерей и среднего по стаду у первотелок
Table 2. Comparison of the productivity of daughters and the average for the herd in first heifers

Кличка быка	Удой, кг			МДЖ, %			МДБ, %		
	дочери	среднее	разница	дочери	среднее	разница	дочери	среднее	разница
Альта Блумберг	9553	9676	-123	4,06	4,01	0,05	3,28	3,31	-0,03
Бурбон	9323	9676	-353	3,86	4,01	-0,15	3,38	3,31	0,07
Нортон	9709	9676	33	4,03	4,01	0,02	3,27	3,31	-0,04
Лизборн	9675	9676	-1	3,95	4,01	-0,06	3,26	3,31	-0,05

Таблица 3. Сравнение продуктивности дочерей и матерей
Table 3. Comparison of the productivity of daughters and mothers

Кличка быка	Удой, кг			МДЖ, %			МДБ, %		
	дочери	матери	разница	дочери	матери	разница	дочери	матери	разница
Альта Блумберг	9553	9268	285	4,06	4,06	-	3,28	3,35	-0,07
Бурбон	9323	10132	-809	3,86	3,98	-0,12	3,38	3,3	0,08
Нортон	9709	8948	761	4,03	3,97	0,06	3,27	3,29	-0,02
Лизборн	9675	9026	649	3,95	3,96	-0,01	3,26	3,33	-0,07

Таблица 4. Результаты оценки быков-производителей по качеству потомства по удою, кг
Table 4. The results of the evaluation of sires by the quality of offspring by milk yield, kg

Бык-производитель	Разница в сравнении с продуктивностью, кг			В среднем
	сверстницы	среднее по стаду	матери	
Альта Блумберг	-16	-123	285	49
Бурбон	-323	-353	-809	-495
Нортон	192	33	761	329
Лизборн	152	-1	649	267

дочерей со средними показателями продуктивности первотелок по стаду (табл. 2).

Из данных (табл. 2) видно, что по удою только дочери Нортон имели положительную разницу, которая была чуть выше средних показателей по стаду (33 кг, или 0,3%). По МДЖ в молоке таких быков оказалось два — Альта Блумберг и Нортон, дочери которых имели более высокие показатели по МДЖ в молоке коров (на 0,05% и 0,02% соответственно). Дочери от других быков (Бурбона и Лизборна) имели отрицательные показатели в сравнении со средними по стаду первотелок. По МДЖ в молоке лучшим оказался Бурбон, дочери которого превосходили средние показатели по стаду на 0,07%. Дочери остальных быков имели отрицательные показатели разницы между средними по стаду и средним по группе дочерей.

Для повышения племенной ценности животных необходимо проводить подбор быков-производителей для улучшения продуктивных качеств будущего потомства. Для того чтобы провести оценку такого подбора, сравнили продуктивность дочерей быков-производителей с продуктивностью их матерей.

Была проведена сравнительная оценка по продуктивным качествам между дочерями быков-производителей и их матерями.

Из данных (табл. 3) видно, что дочери всех быков-производителей, за исключением дочерей Бурбона, превосходили по удою за 305 дней лактации своих матерей на 285 кг, 761 кг и 649 кг молока (или на 3%, 8,5% и 7,1%) соответственно. Дочери Бурбона не достигли показателей матерей и имели отрицательный баланс по удою, который был ниже, чем у матерей, на 809 кг, или на 7,9%.

По МДЖ в молоке дочери Альта Блумберга — на уровне своих матерей, дочери Нортон превосходили своих матерей на 0,06%, у дочерей Бурбона и Лизборна — снижение по сравнению с матерями. Если в молоке дочерей Лизборна это снижение оказалось незначительным и составило всего лишь 0,01%, то у дочерей Бурбона оно оказалось большим — 0,12%.

По МДБ в молоке положительные результаты получены только при использовании Бурбона, дочери которого имели в молоке 3,38% белка. У дочерей остальных оцениваемых быков-производителей эти показатели оказались отрицательными и были ниже, чем у их матерей, на 0,02–0,07.

В таблице 4 представлены результаты оценки быков-производителей по продуктивности дочерей.

По удою положительные результаты в среднем по всем оценкам получены при использовании Альта Блумберга, Нортон и Лизборна — получены положительные результаты по повышению удоя за 305 дней лактации от 49 до 329 кг. При использовании Бурбона удой у дочерей оказался ниже в среднем на 495 кг. Это говорит о том, что при подборе необходимо использовать для спаривания с данным быком маточное поголовье с высоким удоем (выше, чем среднее по стаду).

Подобная оценка проведена и по качественным показателям молока.

На рисунке 4 представлены средние показатели разницы по МДЖ и МДБ в молоке коров-дочерей оцениваемых быков-производителей.

В результате проведенной оценки установлено, что положительные результаты по МДЖ в молоке были получены при использовании всех быков-производителей,

Рис. 4. Средние показатели разницы дочерей быков-производителей по МДЖ и МДБ в молоке, %
Fig. 4. Average indicators of the difference between the daughters of sires by MJ and MDB in milk, %

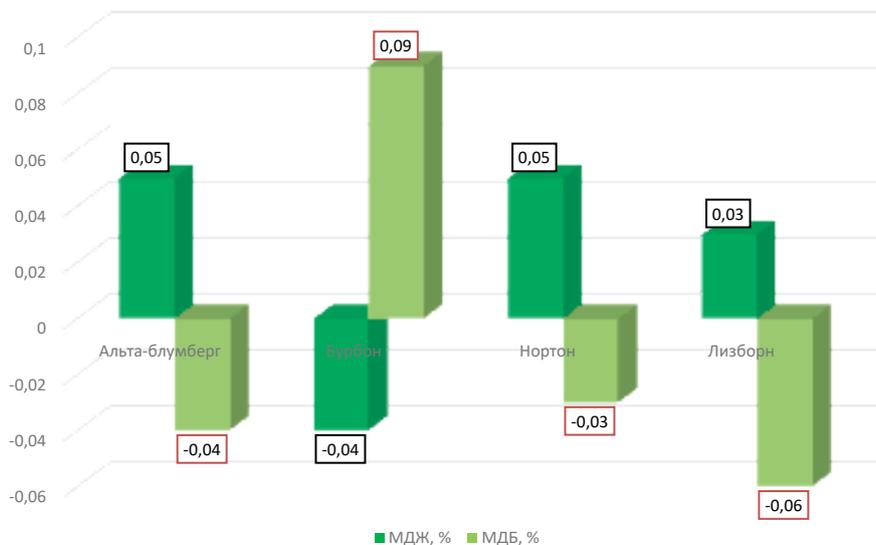
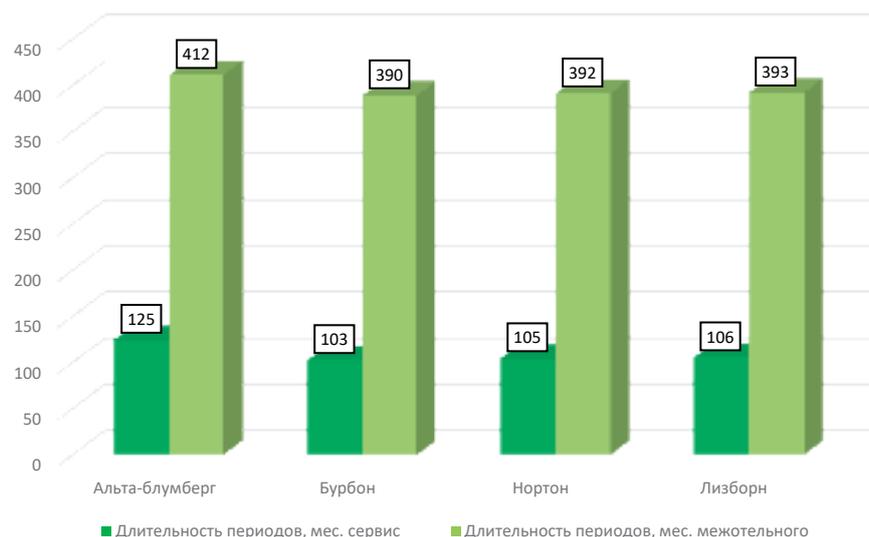


Рис. 5. Длительность физиологических периодов воспроизводства, дней
Fig. 5. Duration of physiological periods of reproduction, days



за исключением Бурбона (происхождение — Дания). В молоке дочерей превышение показателей сверстниц (среднее по стаду и матерей) составило, соответственно, 0,05%, 0,05% и 0,03%. Дочери быка-производителя Бурбон уступали остальным в среднем на 0,04%.

Анализ показателей дочерей быков-производителей (при их оценке по качеству потомства относительно МДБ в молоке) показал, что у дочерей всех быков, кроме Бурбона, этот показатель оказался ниже среднего (практически ухудшающий) по стаду и их матерей, чем у сверстниц. У дочерей Бурбона МДБ в молоке дочерей выше на 0,09%, чем в других группах животных.

Таблица 5. Живая масса и возраст первого осеменения телок
Table 5. Live weight and age of the first insemination of heifers

Бык-производитель	Живая масса, кг		Возраст, месяц	
	X ± Sx	Cv, %	X ± Sx	Cv, %
Альта Блумберг	402 ± 2,67	8,10	13,9 ± 0,13**	11,18
Бурбон	400 ± 4,39	5,81	12,9 ± 0,12	5,06
Нортон	412 ± 6,18	7,93	13,4 ± 0,25*	9,82
Лизборн	408 ± 4,58	9,95	14,1 ± 0,19**	11,85

Примечание: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$.

Второй продуктивный показатель, на который обращают внимание при разведении современного молочного скота голштинской породы, — их воспроизводительные функции. Известно, что воспроизводительные функции коров голштинской породы снижены, и это ставит вопросы выращивания молодняка для замены стада на первое место. В хозяйствах для этого используются интенсивные технологии выращивания ремонтных телок и ранние сроки первого осеменения.

В таблице 5 представлены данные о живой массе и возрасту первого осеменения ремонтных телок.

Достоверной разницы по живой массе ремонтных телок при первом осеменении не установлено. Живая масса была в пределах 400–412 кг и составляла между группами 12 кг, или 3,0%. Установлено, что в группах наблюдались значительные колебания по живой массе при первом осеменении, на что указывают коэффициенты изменчивости. Наиболее выравнены были телки в группе Бурбона (Дания), а самые большие различия — в группе быка Лизборна (Канада).

Выявлена достоверная разница по возрасту достижения первого осеменения между группами дочерей оцениваемых быков-производителей в пользу дочерей Бурбона (Дания) при $p \leq 0,05–0,01$. Они достигали необходимой живой массы в возрасте 12,9 месяца, что на 0,4–1,2 месяца раньше стандарта. При этом различия внутри группы по возрасту первого осеменения оказались самыми низкими, коэффициент изменчивости составил 5,06%, в то время как в других группах он был 9,82–11,85%.

Чаще всего на практике воспроизводительные функции оцениваются по длительности сервис-периода, который должен быть не более 45–90 дней (в зависимости от предполагаемой продуктивности). У коров с высокими удоями для получения лучших результатов по продуктивности чаще всего осеменение проводят в третью-четвертую охоту, животные с низкими удоями осеменяются во вторую-третью очередь.

Авторы располагают данными длительности сервис-периода только по первой лактации и небольшой базой данных по второй и третьей лактации у дочерей Нортон и Лизборна, что связано с быстрым выбытием коров из стада и низким продуктивным долголетием. Данные о длительности сервис- и межотельного периода дочерей оцениваемых быков-производителей представлены на рисунке 5.

Во всех группах дочерей длительность сервис-периода превышала оптимальные сроки на 13–35 дней.

Рис. 6. Коэффициент воспроизводительной способности дочерей

Fig. 6. Daughter fertility rate

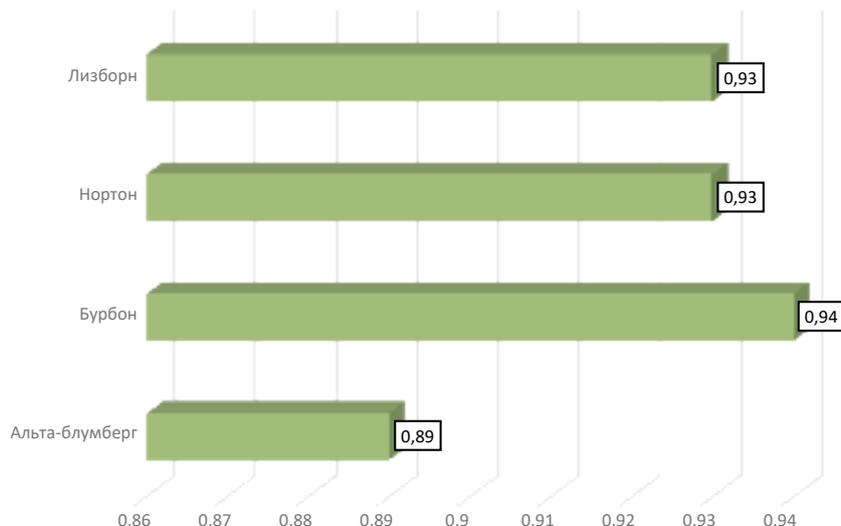


Таблица 6. Эффективность производства молока

Table 6. Efficiency of milk production

Показатель	Бык-производитель			
	Альта Блумберг	Бурбон	Нортон	Лизборн
Удой, кг	9653	9323	9709	9675
МДЖ, %	4,06	3,86	4,03	3,95
МДБ, %	3,28	3,38	3,27	3,26
Удой в пересчете на базисные показатели, кг	11 041	10 544	11 046	10 877
Себестоимость 1 кг молока, руб.	23,66	24,49	23,52	23,6
Общая себестоимость, руб.	228 354	228 354	228 354	228 354
Цена реализации 1 кг молока, руб.	28,3	28,3	28,3	28,3
Получено от реализации молока, руб.	312 460	298 395	312 602	307 819
Прибыль (+), убыток (-), руб.,	84 106	70 041	84 248	79 465
в том числе за счет качества молока, руб.	39 280	34 554	37 837	34 017
Рентабельность производства молока, %	36,8	30,6	36,8	34,7
Доля рентабельности за качество молока, %	17,2	15,1	16,5	14,8

Примечание: себестоимость молока 23,6 руб. при удое 9676 кг.

Это оказало влияние на длительность межотельного периода и коэффициент воспроизводительной способности (КВС), по которому судят об уровне воспроизводства в стаде (рис. 6).

На рисунке 6 наглядно видно, что коэффициент воспроизводительной способности коров находится в пределах 0,89–0,94, что ниже оптимальных показателей для хорошего уровня воспроизводства, который должен быть не менее 0,95 и стремиться к 1. Можно отметить, что более приближен к оптимальным показателям КВС в группе коров-дочерей Бурбона, а самым низким — у дочерей Альта Блумберга. Таким образом, в группах дочерей оцениваемых быков-производителей имеются определенные проблемы с воспроизводством.

Считается, что воспроизводство связано с продуктивными качествами и на него оказывает влияние их

повышение, поскольку у высокопродуктивных животных доминирует доминанта продуктивности. В нашем случае это косвенно подтверждается тем, что выше воспроизводство в группе дочерей быка Бурбона, имеющих более низкие показатели по удою по сравнению с другими группами дочерей. Однако это не подтверждается в группе дочерей Нортон, которые имели самые высокие показатели удоя за 305 дней лактации по первой лактации.

Любое производство должно быть эффективным. При производстве молока эффективность обеспечивается удоем и качественными показателями молока, а рентабельность производства — разницей между ценой реализации и себестоимостью производства.

В таблице 6 представлены данные об эффективности производства молока при использовании дочерей оцениваемых быков-производителей.

Из данных (табл. 6) видно, что производство молока при использовании дочерей быков-производителей Альта Блумберг, Бурбон, Нортон и Лизборн рентабельно. Уровень рентабельности составляет от 30,6 до 36,8%, в том числе за счет качества молока — от 14,8 и до 17,2%.

Выводы/Conclusion

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что бык-производитель оказывает влияние на продуктивные качества дочерей, причем, нужно отметить, продуктивность матерей не оказала большого влияния на удои дочерей. Результатом оценки могут служить рекомендации дальнейшего использования быков при их подборе к маточному поголовью стада. Кроме того, исходя из того что средняя продолжительность производственного использования коров в стаде составляет 2,11 лактации, а коров по третьей и старше лактации остается всего лишь 14,4%, то рассчитывать на улучшение племенной ценности стада за счет дочерей данных быков-производителей можно, лишь проводя подбор с учетом результатов оценки по качеству потомства в данном стаде.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование является поисковым и выполнено в рамках научных исследований Уральского государственного аграрного университета (государственная регистрация № АААА-А19-1191014000069).

FUNDING

The research is exploratory and was carried out within the framework of scientific research of the Ural State Agrarian University (state registration No. ААААА-А19-1191014000069).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Донник И.М., Воронин Б.А. Производство органической сельскохозяйственной продукции как одно из важнейших направлений развития АПК. *Аграрный вестник Урала*. 2016; (1): 77–81. <https://www.elibrary.ru/vmflaf>
2. Донник И.М., Мымрин С.В. Роль генетических факторов в повышении продуктивности крупного рогатого скота. *Главный зоотехник*. 2016; (8): 20–32. <https://www.elibrary.ru/wgwpqd>
3. Сельцов В.И., Молчанова Н.В., Сулима Н.Н. Влияние методов разведения на продуктивное долголетие и пожизненную продуктивность коров. *Зоотехния*. 2013; (9): 2–4. <https://www.elibrary.ru/rclxin>
4. Чеченихина О.С., Смирнова Е.С. Биологические и продуктивные особенности коров черно-пестрой породы при различной технологии доения. *Молочнохозяйственный вестник*. 2020; (1): 90–102. <https://www.elibrary.ru/ueogyv>
5. Mymrin V. et al. Environmentally clean composites with hazardous aluminum anodizing sludge, concrete waste, and lime production waste. *Journal of Cleaner Production*. 2018; 174: 380–388. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.299>
6. Мымрин В.С. и др. Сохранение отечественных пород — вклад в будущее российского животноводства. *Зоотехния*. 2018; (1): 8–11. <https://www.elibrary.ru/ypjzgh>
7. Гридин В.Ф., Гридина С.Л. Анализ породного и классного состава крупного рогатого скота Уральского региона. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2019; (1): 50, 51. <https://doi.org/10.31857/S2500-26272019150-51>
8. Gorelik A.S., Rebezov M.B., Belookov A.A., Belookova O.V., Kulmakova N.I., Safronov S.L. Assessment of influence of duration of the service period on the milk yield of cows. *Agrarian science*. 2023; (1): 49–52. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-49-52>
9. Казанцева Е.С. Продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы. *Молочнохозяйственный вестник*. 2018; (2): 36–43. <https://www.elibrary.ru/xtwgct>

ОБ АВТОРАХ

Артем Сергеевич Горелик¹,
кандидат биологических наук
temae077ex@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3362-2514>

Максим Борисович Ребезов^{2,3},
• доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник²
• доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов³
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Ольга Васильевна Горелик³,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
olgao205en@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

¹ Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, ул. Мира, 22, Екатеринбург, 620137, Россия

² Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, ул. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия

³ Уральский государственный аграрный университет, ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

REFERENCES

1. Donnik I.M., Voronin B.A. Production of organic agricultural products as one of important directions of development of agro-industrial complex. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2016; (1): 77–81 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/vmflaf>
2. Donnik I.M., Mymrin S.V. Role of genetic factors in increasing of the productivity of cattle. *Head of Animal Breeding*. 2016; (8): 20–32 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/wgwpqd>
3. Seltsov V.I., Molchanova N.V., Sulima N.N. Influence of breeding methods on productive longevity and cows lifetime productivity. *Zootekhnika*. 2013; (9): 2–4 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/rclxin>
4. Chechenikhina O.S., Smirnova E.S. Biological and productive features of black-motley cows with various milking techniques. *Molochnokhozyaistvenny Vestnik*. 2020; (1): 90–102 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ueogyv>
5. Mymrin V. et al. Environmentally clean composites with hazardous aluminum anodizing sludge, concrete waste, and lime production waste. *Journal of Cleaner Production*. 2018; 174: 380–388. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.299>
6. Mymrin V.S. et al. Protection of the home breeds is the contribution to future of russian animal-breeding. *Zootekhnika*. 2018; (1): 8–11. <https://www.elibrary.ru/ypjzgh>
7. Gridin V.F., Gridina S.L. Analysis of breed and class composition cattle of the Ural region. *Rossiiskaia selskokhoziaistvennaia nauka*. 2019; (1): 50, 51 (In Russian). <https://doi.org/10.31857/S2500-26272019150-51>
8. Gorelik A.S., Rebezov M.B., Belookov A.A., Belookova O.V., Kulmakova N.I., Safronov S.L. Assessment of influence of duration of the service period on the milk yield of cows. *Agrarian science*. 2023; (1): 49–52. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-49-52>
9. Kazantseva E.S. Pproductive longevity of black-and-white cows. *Molochnokhozyaistvenny Vestnik*. 2018; (2): 36–43 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/xtwgct>

ABOUT THE AUTHORS

Artem Sergeevich Gorelik¹,
Candidate of Biological Sciences
temae077ex@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3362-2514>

Maksim Borisovich Rebezov^{2,3},
• Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher²
• Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products³
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Olga Vasilyevna Gorelik³,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor
olgao205en@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

¹ Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 22 Mira Str., Yekaterinburg, 620137, Russia

² V. M. Gorbato Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, 26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

³ Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia

УДК 636.3:576:591.8

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-41-45

Н.А. Волкова ✉

Л.А. Волкова

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, Подольск, Московская обл., Россия

✉ natavolkova@inbox.ru

Поступила в редакцию:

08.06.2023

Одобрена после рецензирования:

31.10.2023

Принята к публикации:

10.11.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-41-45

Natalia A. Volkova ✉

Ludmila A. Volkova

L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Podolsk, Moscow region, Russia

✉ natavolkova@inbox.ru

Received by the editorial office:

08.06.2023

Accepted in revised:

31.10.2023

Accepted for publication:

10.11.2023

Изучение видовых особенностей гистологической структуры длиннейшей мышцы спины у животных рода *Ovis*

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Межвидовая гибридизация домашних животных с дикими родственными видами рассматривается как одно из перспективных направлений в животноводстве в рамках повышения качества и нутриентного биоразнообразия животноводческой продукции. В статье представлены результаты исследований видовых особенностей гистологической структуры длиннейшей мышцы спины у животных рода *Ovis* разных генотипов.

Методы. Объектом исследований являлись овцы романовской породы и межвидовые гибриды домашних овец (романовская порода) с архаром. Проведены гистологические исследования длиннейшей мышцы спины животных в возрасте 12 месяцев в сравнительном аспекте. Изучены толщина и площадь мышечных волокон, мышечных пучков, количество мышечных волокон на единицу площади среза.

Результаты. Выявлены различия по ряду морфометрических показателей основных структурных единиц длиннейшей мышцы спины животных в зависимости от генотипа. У гибридных животных относительно овец романовской породы установлено снижение показателей толщины и площади мышечных волокон на 12% и 25% соответственно ($p < 0,01$). Показано повышение числа мышечных волокон на 1 мм² среза и снижение доли соединительной ткани в структуре длиннейшей мышцы спины у межвидовых гибридов по сравнению с аналогичными показателями овец романовской породы. Данные биологические особенности гибридных животных следует учитывать при их разведении, селекции и использовании для получения мяса и мясной продукции.

Ключевые слова: овцы, межвидовые гибриды, романовская порода, архар, длиннейшая мышца спины

Для цитирования: Волкова Н.А., Волкова Л.А. Изучение видовых особенностей гистологической структуры длиннейшей мышцы спины у животных рода *Ovis*. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 41–45. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-41-45>

© Волкова Н.А., Волкова Л.А.

Study of the specific features in the histological structure of the longissimus muscle dorsi in animals of the genus *Ovis*

ABSTRACT

Relevance. Interspecific hybridization of domestic animals with wild related species is considered as one of the promising directions in animal husbandry in the framework of improving the quality and nutrient biodiversity of livestock products. The article shows the research results of the specific features in the histological structure of the longissimus muscle dorsi in animals of the genus *Ovis* with different genotypes.

Methods. The object of research was sheep of the Romanov breed and interspecific hybrids of domestic sheep (Romanov breed) with argali. Histological studies of the longissimus dorsi muscle of purebred and hybrid animals at the age of 12 months were carried out in a comparative aspect. The thickness and area of muscle fibers, muscle bundles, the number of muscle fibers per unit cross-sectional areas were studied.

Results. Differences in a number of morphometric parameters in the main structural units of the longissimus dorsi muscle in hybrid animals depending on the genotype were revealed. In hybrid animals, in comparison with purebred sheep, a decrease in the thickness and area of muscle fibers by 12% and 25% was found ($p < 0.01$). An increase in the number of muscle fibers per 1 mm² of the cut and a decrease in the proportion of connective tissue in the structure of the longissimus dorsi muscle in interspecific hybrids were shown in comparison with those in sheep of the Romanov breed ($p < 0.01$). These biological features of hybrid animals should be taken into account when breeding, selecting and using them to obtain meat and meat products.

Key words: sheep, interspecific hybrids, Romanov breed, argali, longissimus dorsi muscle

For citation: Volkova N.A., Volkova L.A. Изучение видовых особенностей гистологической структуры длиннейшей мышцы спины у животных рода *Ovis*. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 41–45 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-41-45>

© Volkova N.A., Volkova L.A.

Введение/Introduction

Межвидовая гибридизация сельскохозяйственных животных с дикими родственными видами рассматривается как одно из перспективных направлений, в том числе для повышения качества и нутриентного биоразнообразия животноводческой продукции [1–3].

Использование генетических ресурсов диких видов в животноводстве позволяет повысить генетическое биоразнообразие генофонда видов и пород сельскохозяйственных животных, что значительно расширяет возможности ведения направленной селекции на получение особей с желательными селекционно-значимыми признаками, в том числе с высокими продуктивными показателями [4, 5].

Имеется ряд работ, показывающих перспективность использования генетических ресурсов диких видов для получения новых селекционных форм, линий и пород с улучшенными продуктивными качествами [6–8]. Среди различных видов животноводческой продукции значительная доля приходится на производство мяса и мясных продуктов. В настоящее время значительно возрос спрос на мясо с пониженным содержанием жира и высокой долей белка [9]. Использование генетических ресурсов диких видов в животноводстве — один из возможных путей решения вопроса обеспечения населения мясными продуктами с заданными характеристиками.

На сегодняшний день достаточно успешные результаты по межвидовой гибридизации домашних животных с дикими видами достигнуты в овцеводстве и козоводстве. Получены и изучены межвидовые гибриды домашних овец с муфлоном, архаром и снежным бараном [10], а также домашних коз с дикими сородичами [11–14]. Успешность и востребованность получения таких межвидовых гибридов связаны прежде всего с физиологическими особенностями мелкого рогатого скота. Как овцы, так и козы хорошо адаптируются в регионах со сложными природно-климатическими условиями, связанными с ограниченностью кормовых и водных ресурсов [15, 16].

Эффективность использования и внедрение генетических ресурсов диких видов в практику животноводства требуют детального изучения биологических особенностей межвидовых гибридов. Определенный научный интерес представляет изучение гистологических особенностей структуры мышечной ткани гибридных животных в направлении оценки мясных качеств данных животных.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили на базе ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста» в 2022–2023 гг.

Объектом исследований служили овцы романовской породы (самки, $n = 5$) и межвидовые гибриды овец романовской породы и архара с кровностью по архару 1/4 (самки, $n = 6$) в возрасте 12 месяцев.

Межвидовые гибриды были получены с использованием биологического материала, сохраняемого в условиях криобанка семени домашних и диких видов животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. В качестве материнской формы использовали овец романовской породы, в качестве отцовской — архара (*Ovis ammon*). Гибридные животные и их аналоги (сверстники)

романовской породы содержались совместно в одинаковых условиях. Все животные получали комбинированный рацион согласно нормам ВИЖ¹.

Материалом для гистологических исследований служила ткань длиннейшей мышцы спины животных. Отбор образцов ткани проводили при убое данных животных в возрасте 12 месяцев^{2, 3} в соответствии с протоколом комиссии по биоэтике ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

Образцы мышечной ткани (не менее трех образцов от каждого животного) фиксировали в 10%-ном формалине. Для получения гистологических препаратов проводили заливку фиксированных образцов исследуемой ткани в парафин.

Гистологические срезы толщиной 5–6 мкм получали на ротационной микротоме (Terumo Shandon, Великобритания). Полученные гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином^{2, 3}. Анализ гистологических препаратов проводили с использованием микроскопа Ni-U (Nikon, Япония), оснащенного пакетом программ NIS-Elements (Nikon, Япония) для обработки и анализа изображений.

Оценивали следующие показатели: толщину, площадь мышечных волокон, диаметр, площадь мышечных пучков первого и второго порядка, количество мышечных волокон на единицу площади среза.

Оценку данных показателей проводили на поперечных срезах длиннейшей мышцы спины (не менее пяти гистологических срезов от каждого образца ткани, не менее трех образцов исследуемой мышечной ткани от каждого животного). Толщину и площадь мышечных волокон оценивали при увеличении 20х, диаметр и площадь мышечных пучков первого и второго порядка — при увеличении 200х. От каждого животного было исследовано не менее 50 мышечных волокон и не менее 60 мышечных пучков первого и второго порядка соответственно.

Для статистического анализа использовали программное обеспечение Microsoft Excel (США). Вычисляли средние арифметические (M) и стандартные ошибки средних ($\pm SEM$). Достоверность различия сравниваемых средних значений оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Значимость различий была установлена на уровне $p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Изучение гистологической структуры длиннейшей мышцы спины *m. longissimus dorsi* у овец романовской породы и их гибридов с архаром не выявило существенных изменений в общей архитектонике данной мышцы. В целом структура длиннейшей мышцы спины у межвидовых гибридов соответствовала структуре данной ткани овец романовской породы. Однако были установлены некоторые различия между исследуемыми группами животных по ряду морфометрических показателей.

Толщина, диаметр, площадь мышечных волокон, а также их расположение относительно друг друга у исследованных групп овец варьировали в зависимости от генотипа.

У овец романовской породы структура *m. longissimus dorsi* характеризовалась наличием четко выраженных мышечных волокон. Толщина мышечных волокон варьировала от 21 до 42 мкм и составила в среднем 31 ± 1 мкм (табл. 1).

¹ Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. Москва. 2003; 456.

² Микроскопическая техника. Руководство / Под ред. Д.С. Саркисова и Ю.Л. Перова. М.: Медицина. 1996; 544.

³ ГОСТ 19496-2013 Мясо и мясные продукты. Метод гистологического исследования. М.: Стандартинформ. 2014; 12.

Таблица 1. Морфометрические показатели мышечной ткани длиннейшей мышцы спины овец разных генотипов (возраст 12 месяцев)

Table 1. Morphometric parameters of the muscle tissue from the longissimus dorsi in animals of the genus Ovis with different genotypes (age 12 months)

Показатель	Овцы романовской породы	Межвидовые гибриды (романовская порода х архар)
Толщина мышечных волокон, мкм	31,0 ± 1,0	27,0 ± 1,0*
Площадь мышечных волокон, мкм ²	678,0 ± 21,0	506,0 ± 34,0*
Средний диаметр мышечного пучка первого порядка, мкм	352,0 ± 15,0	384,0 ± 17,0
Площадь мышечного пучка первого порядка, мкм	79 492,0 ± 6775,0	89 671,0 ± 61 840
Средний диаметр мышечного пучка второго порядка, мкм	1462,0 ± 98,0	2057,0 ± 129,0
Площадь мышечного пучка второго порядка, мкм	1 185 667,0 ± 12 889,0	2 973 333,0 ± 16 640,0

Примечание: по отношению к овцам романовской породы, * $p < 0,01$

Границы между волокнами были хорошо различимы, отмечалась четко выраженная поперечная исчерченность волокон. На поперечных срезах ткани мышечные волокна характеризовались преимущественно полигональной формой и располагались свободно по отношению друг к другу (рис. 1А, 1С).

Площадь данных мышечных волокон в поперечном сечении — от 519 до 1260 мкм (табл. 1).

У межвидовых гибридов овец романовской породы и архара, так же как и у животных исходной родительской породы, в структуре *m. longissimus dorsi* отмечалось наличие свободно расположенных относительно друг к другу мышечных волокон (рис. 1В, 1D). Однако по толщине и площади мышечных волокон гибридные животные уступали своим породным сверстникам. Толщина и площадь мышечных волокон *m. longissimus dorsi* у овец романовской породы были больше, соответственно, на 12% и 25% по сравнению с аналогичными показателями, установленными у гибридных животных (табл. 1).

Мышечные волокна формировали первичные мышечные пучки (рис. 1). У овец романовской породы число мышечных волокон в данных мышечных пучках варьировало от 35 до 65 и составило в среднем 48 ± 11 . У гибридных животных отмечалась более высокая вариабельность данного показателя, при этом среднее его значение было выше, чем у овец, на 16%.

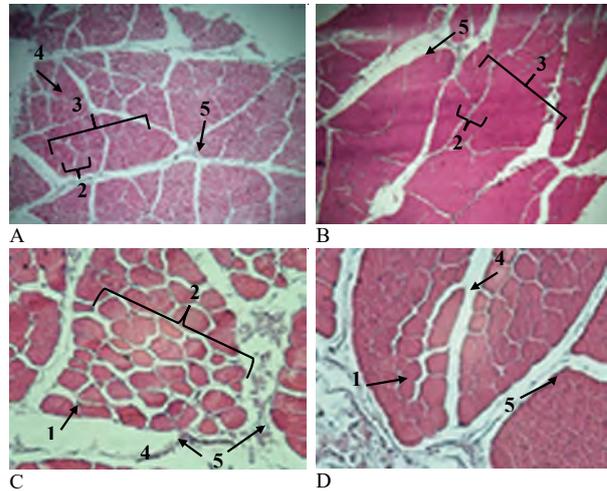
Первичные мышечные пучки образовывали мышечные пучки второго порядка (вторичные). Число первичных мышечных пучков в мышечных пучках второго порядка было от 3 до 7. При этом достоверных различий по данному показателю между овцами романовской породы и гибридными животными установлено не было.

Разделение мышечной ткани на мышечные пучки первого и второго порядка обеспечивалось прослойками соединительной ткани. В первичных мышечных пучках мышечные волокна были окружены сетью ретикулярных волокон — эндомизием, который переходил в перимизий, образованный из более толстых (по сравнению с эндомизием) коллагеновых волокон. Перимизий окружал первичные мышечные пучки, формируя мышечные пучки второго порядка. В перимизии выявлялись липоциты, образующие между вторичными пучками мышечных волокон умеренно развитые прослойки жировой ткани.

Толщина эндомизия и перимизия у исследованных животных определялась их генотипом. Так, у овец толщина эндомизия варьировала от 2 до 11 мкм и была

Рис. 1. Гистологическая структура длиннейшей мышцы спины овец в возрасте 12 месяцев: А, С — овцы романовской породы, В, D — межвидовые гибриды овец романовской породы и архара (1 — мышечные волокна, 2 — первичные мышечные пучки, 3 — вторичные мышечные пучки, 4 — эндомизий, 5 — перимизий). Окраска — гематоксилин-эозин. Увеличение: 200x — А, В, 20x — С, D

Fig. 1. Histological structure of the longissimus dorsi muscle of sheep at the age of 12 months: А, С — purebred sheep of the Romanov breed, В, D — interspecific hybrids of Romanov ewes and argali (1 — muscle fibers, 2 — primary muscle bundles, 3 — secondary muscle bundles, 4 — endomysium, 5 — perimysium). Hematoxylin-eosin stain. Magnification: 200x — А, В, 20x — С, D

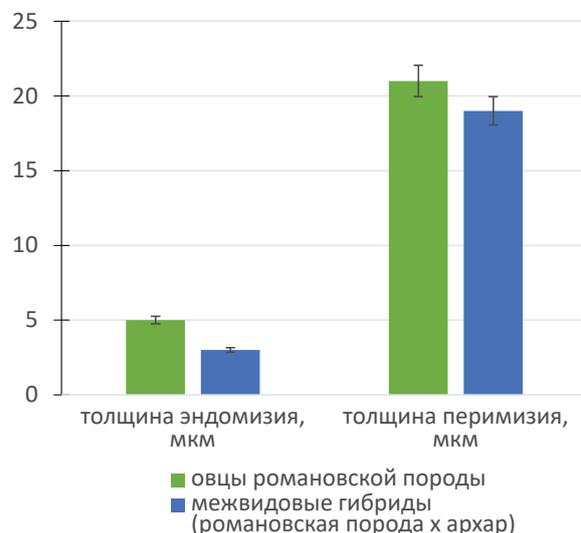


почти в 4 раза меньше по сравнению с перимизием. У гибридных животных показатели толщины как эндомизия, так и перимизия характеризовались большей вариабельностью по сравнению с аналогичными показателями, установленными у их породных сверстников. При этом следует отметить, что у гибридных животных толщина данных показателей была, соответственно, на 44% ($p \leq 0,01$) и 14% меньше относительно данных показателей овец романовской породы.

Толщина мышечных волокон и соединительнотканых прослоек в структуре длиннейшей мышцы спины определяла соотношение мышечной и соединительной тканей, а также количество мышечных волокон на единицу площади. Данные морфометрические показатели служат одним из критериев оценки качества мяса и мясного сырья, получаемого от сельскохозяйственных

Рис. 2. Морфометрические показатели соединительной ткани длиннейшей мышцы спины овец разных генотипов

Fig. 2. Morphometric parameters of the connective tissue from the longissimus dorsi muscle of sheep with different genotypes



животных. Чем больше мышечных волокон на единицу площади, тем нежнее и мягче мясо и мясное сырье.

Были установлены различия по числу мышечных волокон на единицу площади среза между гибридными животными и овцами романовской породы. Гибридные животные характеризовались большим количеством мышечных волокон на единицу площади среза. Преимущество гибридных животных по данному показателю над овцами романовской породы составило 18%, что было обусловлено прежде всего меньшей толщиной как мышечных волокон, так и соединительнотканых прослоек — эндомизия и перимизия.

Выводы/Conclusion

Гистологические исследования длиннейшей мышцы спины овец романовской породы и межвидовых гибридов домашних овец и архара выявили различия между

исследуемыми группами животных по ряду морфометрических показателей.

В возрасте 12 месяцев у гибридных животных по сравнению со сверстниками романовской породы структура длиннейшей мышцы спины была образована более тонкими мышечными волокнами и прослойками соединительной ткани, что обеспечивало большее количество мышечных волокон на единицу площади ткани. Овцы романовской породы превосходили межвидовых гибридов по толщине мышечных волокон на 12%, по высоте эндомизия и перимизия — на 44% и 14% соответственно. Выявленные различия по морфометрическим показателям основных структурных единиц длиннейшей мышцы спины между овцами романовской породы и гибридными животными могут быть связаны с более медленным ростом межвидовых гибридов рода *Ovis*, установленным авторами ранее.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (тема № 121052600350-9).

FUNDING

This work was supported financially by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (subject No. 121052600350-9).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Yadav A. *et al.* An overview on species hybridization in animals. *International Journal of Fauna and Biological Studies*. 2019; 6(5): 36–42.
2. Singh N.K., Reza A.M.M.T., Lee S.-J. Interspecies Hybridization in Animals: An Overview. *Annals of Animal Resource Sciences*. 2012; 23(2): 149–163. <https://doi.org/10.12718/AARS.2012.23.2.149>
3. Насибов Ш.Н. и др. Генетический потенциал дикой фауны в создании новых селекционных форм животных. *Достижения науки и техники АПК*. 2010; (8): 59–62. <https://elibrary.ru/mupimh>
4. Li X. *et al.* Genomic analyses of wild argali, domestic sheep, and their hybrids provide insights into chromosome evolution, phenotypic variation, and germplasm innovation. *Genome Research*. 2022; 32(9): 1669–1684. <https://doi.org/10.1101/gr.276769.122>
5. Денискова Т.Е. и др. Оценка биоразнообразия у межвидовых гибридов рода *Ovis* с использованием STR- и SNP-маркеров. *Сельскохозяйственная биология*. 2017; 52(2): 251–260. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.2.251rus>
6. Боголюбова Н.В., Романов В.Н., Девяткин В.А., Гусев И.В., Багиров В.А., Зиновьева Н.А. Биологические параметры пищеварительных и обменных процессов у межвидовых гибридов домашней овцы (*Ovis aries*) и архара (*Ovis ammon polii*). *Сельскохозяйственная биология*. 2016; 51(4): 500–508. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.4.500rus>
7. Иолчиев Б.С., Шералиев Ф.Д., Кленовицкий П.М., Багиров В.А., Шайдуллин И.Н., Жилинский М.А. Мясная продуктивность гибридов архара и романовской породы. *Вестник КрасГАУ*. 2019; (1): 92–97. <https://elibrary.ru/yzcquh>
8. Всеволодов Э.Б. и др. Распределение волос по диаметру при межвидовой гибридизации овец. *Вестник Московского университета. Серия 16. Биология*. 2013; (1): 45–50. <https://elibrary.ru/pxuppl>
9. Селионова М.И. Из истории российского овцеводства и его научного сопровождения. М.: *Российская академия наук*. 2017; 249. ISBN 978-5-906906-05-2
10. Иолчиев Б.С., Волкова Н.А., Багиров В.А., Зиновьева Н.А. Идентификация межвидовых гибридов архара (*Ovis ammon*) и домашней овцы (*Ovis aries*) разных поколений по показателям экстерьера. *Сельскохозяйственная биология*. 2020; 55(6): 1139–1147. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.6.1139rus>
11. Прытков Ю.А., Иолчиев Б.С., Волкова Н.А. Аспекты использования межвидовой гибридизации коз. *Аграрная наука*. 2020; (7–8): 35–38. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-35-38>
12. Machakhtyrov G., Vladimirov L., Machakhtyrova V., Sleptsov E., Plemiyashov K., Vinokurov N. Biological indicators of hybrids sperm derived from crossing of domestic sheep with Yakutian snow sheep. *The FASEB Journal*. 2021; 35(S1). <https://doi.org/10.1096/fasebj.2021.35.S1.02483>
13. Moroni B., Brambilla A., Rossi L., Meneguz P.G., Bassano B., Tizzani P. Hybridization between Alpine Ibex and Domestic Goat in the Alps: A Sporadic and Localized Phenomenon? *Animals*. 2022; 12(6): 751. <https://doi.org/10.3390/ani12060751>

REFERENCES

1. Yadav A. *et al.* An overview on species hybridization in animals. *International Journal of Fauna and Biological Studies*. 2019; 6(5): 36–42.
2. Singh N.K., Reza A.M.M.T., Lee S.-J. Interspecies Hybridization in Animals: An Overview. *Annals of Animal Resource Sciences*. 2012; 23(2): 149–163. <https://doi.org/10.12718/AARS.2012.23.2.149>
3. Nasibov Sh.N. *et al.* Genetic potential of wild fauna in creating new breeding forms of animals. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2010; (8): 59–62 (In Russian). <https://elibrary.ru/mupimh>
4. Li X. *et al.* Genomic analyses of wild argali, domestic sheep, and their hybrids provide insights into chromosome evolution, phenotypic variation, and germplasm innovation. *Genome Research*. 2022; 32(9): 1669–1684. <https://doi.org/10.1101/gr.276769.122>
5. Deniskova T.E. *et al.* Biodiversity assessment in interspecies hybrids of the genus *Ovis* using STR and SNP markers. *Agricultural Biology*. 2017; 52(2): 251–260. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.2.251eng>
6. Bogolyubova N.V., Romanov V.N., Devyatkin V.A., Gusev I.V., Bagirov V.A., Zinovieva N.A. Biological parameters for digestive and metabolic processes in interspecies hybrids of domestic sheep (*Ovis aries*) and argali (*Ovis ammon polii*). *Agricultural Biology*. 2016; 51(4): 500–508. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.4.500eng>
7. Iolchiev B.S., Sheraliev F.D., Klenovitsky P.M., Bagirov V.A., Shaydullin I.N., Zhilinsky M.A. Meat productivity of hybrids of argali with Romanov breed. *Bulletin of KSAU*. 2019; (1): 92–97 (In Russian). <https://elibrary.ru/yzcquh>
8. Vsevolodov E.B. *et al.* Hair diameters distribution in sheep interspecies hybrids. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 16. Biologiya*. 2013; (1): 45–50 (In Russian). <https://elibrary.ru/pxuppl>
9. Selionova M.I. From the history of Russian sheep breeding and its scientific support. Moscow: *Russian Academy of Sciences*. 2017; 249 (In Russian). ISBN 978-5-906906-05-2
10. Iolchiev B.S., Volkova N.A., Bagirov V.A., Zinovieva N.A. Identification of interspecific hybrids argali (*Ovis ammon*) and domestic sheep (*Ovis aries*) of different generations by exterior indicators. *Agricultural Biology*. 2020; 55(6): 1139–1147. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.6.1139eng>
11. Prytkov Yu.A., Iolchiev B.S., Volkova N.A. Aspects of using interspecific hybridization of goats. *Agrarian science*. 2020; (7–8): 35–38 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-35-38>
12. Machakhtyrov G., Vladimirov L., Machakhtyrova V., Sleptsov E., Plemiyashov K., Vinokurov N. Biological indicators of hybrids sperm derived from crossing of domestic sheep with Yakutian snow sheep. *The FASEB Journal*. 2021; 35(S1). <https://doi.org/10.1096/fasebj.2021.35.S1.02483>
13. Moroni B., Brambilla A., Rossi L., Meneguz P.G., Bassano B., Tizzani P. Hybridization between Alpine Ibex and Domestic Goat in the Alps: A Sporadic and Localized Phenomenon? *Animals*. 2022; 12(6): 751. <https://doi.org/10.3390/ani12060751>

14. Айбазов А.-М.М., Мамонтова Т.В. Некоторые продуктивные и биологические показатели потомства, полученного от скрещивания западно-кавказского тура и карачаевских коз. *Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства*. Ставрополь. 2014; 1(7): 50–55. <https://elibrary.ru/sijkgd>

15. Silanikove N., Koluman (Darcan) N. Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: Predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming. *Small Ruminant Research*. 2015; 123(1): 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.11.005>

16. Joy A., Dunshea F.R., Leury B.J., Clarke I.J., Di Giacomo K., Chauhan S.S. Resilience of Small Ruminants to Climate Change and Increased Environmental Temperature: A Review. *Animals*. 2020; 10(5): 867. <https://doi.org/10.3390/ani10050867>

14. Aybazov A.-M.M., Mamontova T. V. Some productive and biological indicators in the offspring, got from crossing of West Caucasian wild goat and Karachai goats. *Sbornik nauchnykh trudov Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kozovodstva*. Stavropol. 2014; 1(7): 50–55 (In Russian). <https://elibrary.ru/sijkgd>

15. Silanikove N., Koluman (Darcan) N. Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: Predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming. *Small Ruminant Research*. 2015; 123(1): 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.11.005>

16. Joy A., Dunshea F.R., Leury B.J., Clarke I.J., Di Giacomo K., Chauhan S.S. Resilience of Small Ruminants to Climate Change and Increased Environmental Temperature: A Review. *Animals*. 2020; 10(5): 867. <https://doi.org/10.3390/ani10050867>

ОБ АВТОРАХ

Наталья Александровна Волкова,

доктор биологических наук, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории клеточной инженерии
natavolkova@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7191-3550>

Людмила Александровна Волкова,

кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории микробиологии
ludavolkova@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9407-3686>

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, 60, Подольск, Московская обл., 142132, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Natalia Alexandrovna Volkova,

Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Head of the Cell Engineering Laboratory
natavolkova@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7191-3550>

Ludmila Alexandrovna Volkova,

Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Microbiology Laboratory
ludavolkova@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9407-3686>

L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60 Dubrovitsy, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia

Н.В. Папуша¹ ✉
Н.Н. Бермагамбетова¹
Б.Ж. Кубекова¹
М.Н. Смаилова¹
В.И. Косилов²

¹ Костанайский региональный университет
 им. А. Байтурсынова, Костанай, Казахстан

² Оренбургский государственный
 аграрный университет, Оренбург, Россия

✉ Natali.P82@inbox.ru

Поступила в редакцию:
 08.07.2023

Одобрена после рецензирования:
 31.10.2023

Принята к публикации:
 10.11.2023

Natalya V. Papusha¹ ✉
Nurgul N. Bermagambetova¹
Bakhyt Zh. Kubekova¹
Madina N. Smailova¹
Vladimir I. Kosilov²

¹ A. Baitursynov Kostanay Regional University,
 Kostanay, Kazakhstan

² Orenburg State Agrarian University,
 Orenburg, Russia

✉ Natali.P82@inbox.ru

Received by the editorial office:
 08.07.2023

Accepted in revised:
 31.10.2023

Accepted for publication:
 10.11.2023

Оптимизация рационов молочных коров по сырому протеину

РЕЗЮМЕ

Проанализировано влияние состава рациона на продуктивные показатели коров, в частности на химический состав молока. Уменьшение дачи сочных кормов до 46,6% от общей энергетической питательности и увеличение доли концентратов (до 53,4% обменной энергии) для молочных коров оказались неприемлемыми. В ходе исследования уровень молочной продуктивности коров черно-пестрой породы увеличился совсем незначительно — на 0,7 кг гол/сутки. Возможно, в первые дни смены рациона коровы и увеличивают общий валовый надой, но этот период длится недолго, и в скором времени в хозяйстве появляются коровы с ацидозом и прочими метаболическими нарушениями. Повышение уровня концентрированных кормов в хозяйстве отрицательно повлияло на физико-химический состав молока, которое стало несортным. Отрицательным последствием изменения рациона коров явилось ухудшение качества молока. Так, изменилось соотношение «жир — белок» в противоположную сторону, увеличилось содержание мочевины (до 48,58–52,97 мг / 100 мл), повысилась титруемая кислотность молока (до 19,49–21,04 °Т) и содержание соматических клеток в молоке (до уровня 354,41–450,54 тыс/см³) у коров всех лактаций.

Ключевые слова: избыток протеина, балансирование рационов, состав молока, мочевина молока, кислотность молока, спиртовая барда

Для цитирования: Папуша Н.В., Бермагамбетова Н.Н., Кубекова Б.Ж., Смаилова М.Н., Косилов В.И. Оптимизация рационов молочных коров по сырому протеину. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 46–53. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-46-53>

© Папуша Н.В., Бермагамбетова Н.Н., Кубекова Б.Ж., Смаилова М.Н., Косилов В.И.

Optimization of dairy cows diets for crude protein

ABSTRACT

The influence of the composition of the diet on the productive indicators of cows, in particular on the chemical composition of milk, is analyzed. A reduction in the supply of succulent feed to 46.6% of the total energy nutrition and an increase in the proportion of concentrates (up to 53.4% of the exchange energy) for dairy cows were unacceptable. During the study, the level of milk productivity of black-and-white cows increased very slightly — by 0.7 kg head /day. It is possible that in the first days of the change of the cow's diet, the total gross milk yield increases, but this period does not last long, and soon cows with acidosis and other metabolic disorders appear on the farm. The increase in the level of concentrated feed in the farm negatively affected the physico-chemical composition of milk, which became unsorted. A negative consequence of the change in the diet of cows was a deterioration in the quality of milk. Thus, the ratio of "fat — protein" has changed in the opposite direction, the urea content has increased (to 48.58–52.97 mg / 100 ml), the titrated acidity of milk has increased (to 19.49–21.04 °T) and the content of somatic cells in milk (to the level of 354.41–450.54 thousand / cm³) in cows of all lactations.

Key words: protein excess, ration balancing, milk composition, milk urea, milk acidity, alcoholic barda

For citation: Papusha N.V., Bermagambetova N.N., Kubekova B.Zh., Smailova M.N., Kosilov V.I. Optimization of dairy cows diets for crude protein. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 46–53 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-46-53>

© Papusha N.V., Bermagambetova N.N., Kubekova B.Zh., Smailova M.N., Kosilov V.I.

Качественные показатели молока, как основного продукта молочного скотоводства, — важный фактор при определении его возможностей для дальнейшей переработки в продукты питания, а значит, и продовольственной безопасности страны в целом. Такими показателями являются условия содержания и кормления, породные особенности, сезонность [1–3].

Протеин — ключевое незаменимое питательное вещество в составе корма. Он является основой для построения белка животных и молока [4, 5]. Существуют мнения, что потребности коров в сыром протеине необходимо обеспечивать в первую очередь. Это в свою очередь ведет к увеличению протеиновых добавок на предприятиях. Добавление протеина в рацион кормления зачастую проводят наиболее доступными в финансовом отношении кормами [6–8]. И здесь разные сельскохозяйственные товаропроизводители панацеей считают спиртовую барду (сухую). Конечно, сухая спиртовая барда представляет собой высококачественный протеиновый концентрат, в котором к тому же достаточно сырой клетчатки и мало легкопереваримых углеводов (крахмала). Но для молочных коров ее необходимо давать не более 1–1,5 кг/гол/день (в зависимости от продуктивности) [9].

Протеин кормов — это сырой протеин (СП), который в желудочно-кишечном тракте должен преимущественно расщепляться до аминокислот, которые корова будет использовать для потребностей жизнедеятельности. Однако крупный рогатый скот (КРС) — это полигастричное животное с четырехкамерным желудком. Первый отдел желудка, в который попадает корм, — это рубец¹.

Рубец — это отдел в котором отсутствуют выделения желудочных секретов, то есть пища, попадая в рубец, подвергается расщеплению за счет смачивания слюнными железами, когда корова пережевывала корм. Здесь работает преимущественно фермент амилаза. Амилаза — фермент, расщепляющий крахмалистые корма до сахаров, оптимальная pH для ее работы — 6,0–6,7. То есть переваривание концентрированных кормов, богатых крахмалом, начинается уже в рубце. Но амилаза — не самое главное. Основные «переварители» кормов — это конгломераты (ассоциации) простейших и микроорганизмов, населяющих рубец и попадающих туда вместе с кормами¹. Основная масса микроорганизмов — это целлюлозолитические бактерии, расщепляющие клетчатку до глюкозы, оптимальная pH для них — 6,8–7,2. Но им также необходим и протеин, чтобы синтезировать собственные ферменты, расти и размножаться, поэтому часть поступающего протеина (так называемый незащищенный протеин) усваивается целлюлозолитическими бактериями [10].

Д. Глухов поставил вопрос о том, сколько СП нужно рубцовой микрофлоре. Максимального синтеза микробного белка достигают при концентрации 12–13% СП на 1 кг сухого вещества (СВ) рациона (с учетом того, что весь СП расщепляется в рубце). При среднем уровне СП 16–17% на 1 кг СВ на расщепляемый в рубце протеин должно приходиться 65–70%. Часто превышение этой нормы приводит к более серьезным последствиям, чем недостаток расщепляемого в рубце протеина [11].

Рубцовая микрофлора, в частности бактерии, использует для роста и размножения азот из небелковых соединений, которые либо поступают с кормом, либо образуются в рубце при расщеплении протеина. Основным источником азота служит аммиак — конечный продукт

распада белка. Из него синтезируется от 50 до 80% микробного протеина. Однако бактерии могут использовать его в ограниченных количествах¹. Для максимального эффективного усвоения концентрация микробного протеина не должна быть слишком высокой — всего 5–6 мг / 100 мл рубцовой жидкости. Кроме того, аммиак легко всасывается через стенку рубца. При росте количества аммиака в рубцовой жидкости увеличивается и его концентрация в крови [11].

Рубцовое пищеварение представляет интерес благодаря тому, что именно в ходе расщепления клетчатки синтезируется такая важная летучая жирная кислота (ЛЖК), как уксусная. Уксусная и другие ЛЖК всасываются через стенки рубца в кровеносное русло, затем, вступая в цикл трикарбоновых кислот, из ЛЖК синтезируются триглицериды, то есть жирные кислоты, которые преимущественно идут на синтез молочного жира шариков. В рубце синтезируется несколько ЛЖК (уксусная, пропионовая, масляная), но именно уксусная кислота, предшественником которой является клетчатка, идет на образование молочного жира [12].

Пропионовая кислота в основном синтезируется из крахмала (содержащегося в концентрированных кормах) и расходуется на синтез глюкозы, далее в вымени из глюкозы — в лактозу, то есть повышается содержание молочного сахара в молоке. В связи с последними трендами на «безлактозное молоко» для переработчиков выгоднее молоко, в котором содержится меньше лактозы, но для производителей молока невозможно никоим образом сократить количество задаваемых концентратов, ведь каждый зоотехник на ферме знает, что «увеличение концентратов в рационе влечет повышение уровня удоя молока». Это также легко объясняется биохимическими превращениями пропионовой кислоты. Ведь чем больше лактозы в альвеолах вымени, тем самым повышается осмотическое давление, и секреторные клетки вымени, пытаясь восстановить тургор клеток, активно начинают забирать из крови воду, увеличивая общее количество молока. Выходит довольно занимательная биохимия: концентраты → пропионовая кислота → глюкоза → лактоза → удой молока. Но если в рубец поступает довольно большое количество концентрированных кормов (более 30% от количества сочных и грубых кормов), то концентраты в рубце подвергаются сбраживанию и микроорганизмы активно начинают синтезировать пропионовую кислоту, которая не успевает всасываться стенками рубца.

Повышение концентрации пропионовой кислоты в рубце снижает pH химуса рубца, и это угнетает жизнедеятельность целлюлозолитических бактерий (которые уже не могут расщеплять клетчатку, что влечет за собой снижение синтеза уксусной кислоты и, как следствие, уменьшение жирности молока). Уклонение pH химуса рубца в кислую сторону провоцирует развитие еще одной группы микроорганизмов — продуцентов лактата. Если лактат-утилизаторы не будут справляться с повышенным количеством лактата в рубце, то на фоне повышенного осмотического давления в рубце происходит всасывание воды из крови. Таким образом, кровь сгущается, а в рубце, наоборот, большое количество воды, что влечет за собой диарею, затем дегидратацию всего организма и ряд других метаболических изменений, то есть наступает лактатный ацидоз.

Следует добавить еще одно важное последствие снижения pH рубца. Как утверждает К.В. Зимин: «При низком pH

¹ Вертипрахов В.Г. Физиология пищеварения животных. Москва, 2022.

химуса рубца под воздействием бактерий лактат-синтезаторов некоторые аминокислоты преобразуются в гистамин, тирамин, кадавердин. Эти вещества вызывают развитие ламинита — асептического воспаления основы кожи копыт, гипотонии и атонии преджелудков»².

Можно сделать вывод, что концентраты и БАДы нужны и важны, но везде нужно знать меру и уметь правильно их использовать. Специалисты хозяйств должны понимать, какие корма могут вызвать смещение pH рубца в кислую сторону, а какие, наоборот, повысить слюноотделение коров (ведь слюна коров — это лучший нейтрализатор повышенной кислотности рубца) [13, 14].

Цель работы заключается в том, чтобы на примере одного хозяйства показать влияние избытка протеина на продуктивные качества коров.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводились в 2022–2023 годах на молочно-товарной ферме АО «Заря» (Костанайская обл., Казахстан), занимающейся разведением чернопестрой породы КРС. В начале исследования поголовье дойных коров в хозяйстве составляло 200 голов, в конце исследования — 194, из них более 80% коров — по первой лактации. Содержание коров в зимне-стойловый период — привязное (в однотипном двухрядном коровнике), в летний период животные находятся на летней дойке: в первой половине дня — на выпасе, вторую половину — в карде с получением общесмешанного рациона. Все дойные коровы получают один рацион, раздача корма — дважды в день. Составление рациона выполнялось согласно нормативу хозяйства.

Для анализа питательности рациона были отобраны пробы основных кормов и проанализированы в условиях лаборатории. Определение СВ в кормах проводилось по ГОСТ Р 54951-2012³, остальные качественные показатели кормов определялись на инфракрасном анализаторе NIRS DS2500 согласно ГОСТ 32040-2012⁴. Так как анализатор NIRS DS2500 не определяет содержание НДК и КДК в зерновых кормах, содержание данных элементов взяты из данных М.Л. Доморощенковой и О.В. Хотмировой [15, 16].

Определение содержания обменной энергии (МДж/кг) в кормах осуществлялось расчетным способом:

для силоса — по формуле согласно ГОСТ Р 55986-2022⁵

$$ОЭ = 0,07 + 0,099 \times СВ;$$

для сенажа — по формуле согласно ГОСТ Р 55986-2022⁵

$$ОЭ = 5,59 + \frac{25,09}{СК} + 0,202 \times СП;$$

для концентрированных кормов — по формуле согласно методическим указаниям⁶

$$ОЭ = 0,12 \times СП + 0,3 \times СЖ + 0,07 \times СК + 0,13 \times БЭВ;$$

для жмыхов — по формуле согласно методическим указаниям по оценке качества и питательности кормов⁷

$$ОЭ = \frac{\sqrt{KE}}{0,0081}.$$

Доеение коров — двухразовое, осуществляется в молокопровод. При проведении контрольных доек были использованы индивидуальные молочные молокомеры ММ-04В, устанавливаемые на молокопровод, позволяющие отбирать среднюю пробу молока (рис. 1). Отбор проб молока осуществлялся индивидуально от всех дойных коров — по 50 мл средней пробы молока согласно ГОСТ 26809.1-2014⁸. Анализ отобранных проб молока проводился на инфракрасном анализаторе MilkoScanFT1 (FOSS) согласно ГОСТ 32255-2013⁹. В используемой комплектации анализатор MilkoScanFT1 не позволял определять содержание соматических клеток в молоке. Для определения соматических клеток применялся вискозиметрический анализатор «Экомилл Скан» согласно ГОСТ 23453-2014 (п. 6)¹⁰.

Полученные цифровые данные показателей качества кормов и молока обрабатывались биометрически с вычислением показателей достоверности по методике Стьюдента, а также с использованием программы Statistica 13.3 UltimateAcademic (Tibco, США).

Рис. 1. Молокомер молочный ММ-04В и его использование на молокопроводе

Fig. 1. Milk meter milk ММ-04В and its use on the milk pipeline



² Зимин К.В., главный ветеринарный врач ООО «Биотехагро». Профилактика лактатного ацидоза у коров пробиотиком «Бацелл-М». Углеводный метаболизм у молочных коров. <https://xn--80abhgo0bdr05a.xn--p1ai/krs/bacell-m-05>

³ ГОСТ Р 54951-2012 Корма для животных. Определение содержания влаги.

⁴ ГОСТ 32040-2012 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и влаги с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области.

⁵ ГОСТ Р 55986-2022 Силос и сенаж. Общие технические условия.

⁶ Методика расчета обменной энергии в кормах на основе содержания сырых питательных веществ (для крупного рогатого скота, овец и свиней). Дубровицы. 2008.

⁷ Методические указания по оценке качества и питательности кормов. М.: Центральный научно-исследовательский институт агрохимического обслуживания сельского хозяйства (ЦИНАО). 2002.

⁸ ГОСТ 26809.1-2014 Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 1. Молоко, молочные, молочные составные и молочносодержащие продукты.

⁹ ГОСТ 32255-2013 Молоко и молочные продукты. Инструментальный экспресс-метод определения физико-химических показателей идентификации с применением инфракрасного анализатора.

¹⁰ ГОСТ 23453-2014 Молоко сырое. Методы определения соматических клеток.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Исследования начались в январе 2022 г., когда после очередной контрольной дойки коров с индивидуальным отбором проб молока и их последующим анализом было выявлено несоответствие основных компонентов молока общеутвержденным нормативам. Так, в молоке коров массовая доля белка была выше массовой доли жира (на 0,47–0,73%), соотношение жира к белку составляло 0,9:1,0 [17]. То есть в хозяйстве коровы находились на стадии приближения к ацидозу. После сокращения доли спиртовой барды в рационе химический состав молока вновь нормализовался, соотношение жира к белку пришло к нормативным показателям, заметно уменьшилось содержание мочевины в молоке — на 11,43–17,22 мг/мл.

В мае 2022 года рацион в хозяйстве был сбалансирован и включал в себя 1 кг спиртовой барды, 2 кг зерносмеси, 2,5 кг жмыха подсолнечникового (табл. 1). При этом в рационе на 20,5 кг СВ приходилось 2,16 кг протеина, 5,83 кг НДК, 6,87 кг крахмала.

Специалистам хозяйства следовало бы остановиться на данном рационе, так как среднесуточный удой по ферме составлял 16,9 кг при конверсии СВ рациона в продукцию на уровне 1,21 кг, но они с целью увеличения молочной продуктивности решили изменить рацион кормления лактирующих коров, добавив значительное количество концентрированных кормов (табл. 1).

В 2023 году в хозяйстве применяется рацион кормления коров, в котором концентраты занимают значительное место. Так, из 36,4 кг общей массы задаваемых кормов на долю концентратов приходится 11 кг, или 30,2%. Но важнее показатель доли концентратов, выраженный не в физическом весе, а в единицах питательности (кормовых единицах и обменной энергии). Так, в имеющемся рационе доля концентратов по питательности составила 52,9% (по кормовым единицам) и 53,4% (по обменной энергии). Подобное соотношение концентратов к объемистым кормам характерно для животных на откорме.

Согласно рекомендациям выдающегося ученого по кормлению с.-х. животных А.П. Калашникова: «Для коров с годовыми удоями 4000–4500 кг рекомендуются по периодам лактации следующие кормосмеси (по соотношению объемистых и концентрированных кормов):

Таблица 1. Рацион кормления молочных коров живой массой 500 кг и среднесуточным удоем 15–18 кг в зимний стойловый период

Table 1. The feeding ration of dairy cows with a live weight of 500 kg and an average daily milk yield of 15–18 kg in the winter stall period

Показатель	2022 г.	2023 г.	Отклонения, ±
Силос кукурузный, кг	15	13	-2
Сенаж разнотравный, кг	20	10	-10
Сено донниковое, кг	0,4	–	-0,4
Сено житняковое, разнотравное, кг	0,4	–	-0,4
Сено суданское, кг	–	2	+2
Зерносмесь (ячмень, овес, горох), кг	2	6	+4
Отруби (пшеница, горох), кг	1	–	-1
Жмых подсолнечниковый, кг	2,5	3	+0,5
Спиртовая барда, кг	1	2	+1
В рационе содержатся:			
обменная энергия, МДж	222,71	221,94	-0,77
СВ, г	20 526,21	21481,72	+955,51
сырой протеин, г	2164,43	2803,66	+639,23
сырая клетчатка, г, в том числе	3527,80	3584,62	+56,82
нейтрально-детергентная клетчатка, г	5827,02	7861,81	+2034,79
кислотно-детергентная клетчатка, г	4462,21	4878,54	+416,33
сырой жир, г	1183,29	1386,49	+203,2
сырой крахмал (БЭВ), г	6874,55	9300,91	+2426,36
Качественные показатели рациона			
Содержание НДК в СВ, < 39%	29,15	36,61	–
Конверсия СВ в молоко, кг	1,21	1,22	+0,66
Среднесуточный удой, кг	16,91	17,61	+0,7

1. для новотельных коров (первые 100 дней лактации) объемистые корма в кормосмеси должны составлять 55–60% энергетической питательности, концентрированные — 40–45%;

2. в середине лактации (вторые 100 дней) соотношение кормов должно быть, соответственно, 70–75% и 30–25%;

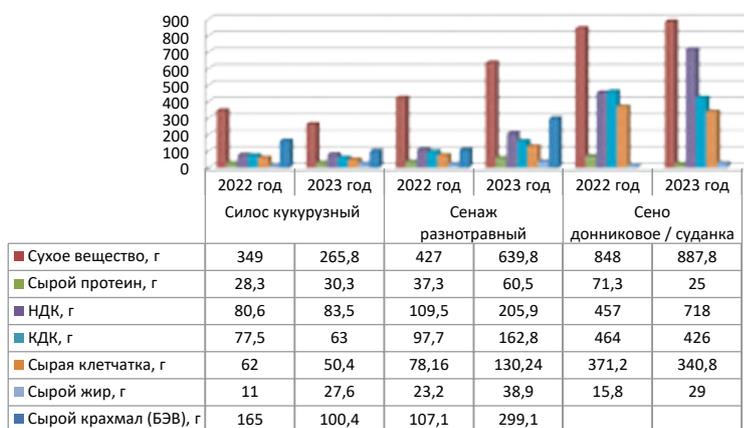
3. в последнюю треть лактации (201–305 дней) — 85–90% и 15–10%. Сухостойным коровам в зависимости от их упитанности дают кормосмеси второго или третьего периода»^{11, 12}.

Помимо того что в анализируемом хозяйстве в 2023 году наблюдалось превышение доли концентрированных кормов в рационе, так еще в хозяйстве производят кормление всех групп коров одним рационом.

Произведенное изменение рациона в январе 2023 года стало необдуманным решением специалистов. Так, сокращение доли сочных кормов и увеличение концентрированных не привели к повышению количества энергии в рационе, обменная энергия осталась на предыдущем уровне. Повышенная дача концентрированных кормов привела к повышению доли СВ рациона на 1 кг, содержание сырого протеина увеличилось на 639 г, НДК — на 2035 г, КДК — на 417 г, сырого жира — на 203 г, крахмала — на 2426 г, хотя на повышение содержания основных компонентов в кормах некоторое влияние также оказали и основные сочные корма (рис. 2). Так, в 2023 г. в сенаже

Рис. 2. Динамика питательности (химического состава¹³) сочных и грубых кормов в хозяйстве

Fig. 2. Dynamics of nutrient content (chemical composition¹³) of succulent and coarse fodder on the farm



¹¹ Калмагамбетов М.Б., Ашанин А.И. Методика составления рационов для крупного рогатого скота. Алматы. 2020.

¹² Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. Москва. 2003.

¹³ Анализ кормов проводился на инфракрасном анализаторе NIRSDS 2500 (FOSS).

Таблица 2. Качественные показатели молока коров разных лактаций по периодам исследования

Table 2. Milk quality parameters of cows of different lactations by periods of the study

Показатели качества молока	Месяц проведения исследования								
	март 2022 г.			август 2022 г.			январь 2023 г.		
	Порядковый номер лактации коров								
	1	2	3 и старше	1	2	3 и старше	1	2	3 и старше
Кол-во голов	149	41	10	143	32	9	166	24	4
Жир, %	3,89±0,05	3,93±0,12*	4,55±0,56*	3,66±0,07	3,77±0,13	3,57±0,47	4,14±0,07*	4,04±0,25	3,92±0,77
Протеин, %	3,75±0,03	3,75±0,06	3,65±0,17	3,57±0,03	3,68±0,05	3,41±0,13	4,14±0,03	4,09±0,07	3,89±0,14
СОМО, %	9,84±0,03	9,76±0,05	9,75±0,1	9,58±0,04	9,61±0,06	9,2±0,18	10,26±0,03	10,0±0,09	9,77±0,12
Плотность, г/см ³	1031,39±0,21	1030,73±0,35	1031,01±0,75	1031,49±0,2	1031,9±0,36	1032,25±0,89	1035,99±0,23	1035,05±0,65	1032,18±2,43
Лактоза, %	5,13±0,03	4,97±0,07	5,09±0,19	5,12±0,03	5,03±0,06	4,95±0,11	5,33±0,03	5,07±0,12	4,84±0,44
Казеин, %	2,81±0,02	2,79±0,04	2,75±0,13	2,78±0,02	2,86±0,04	2,61±0,01	3,08±0,02	3,04±0,06	2,83±0,11
Кислотность, °Т	19,88±0,12	19,52±0,25	18,67±0,55	18,64±0,13	18,94±0,22	17,82±0,58*	21,04±0,13**	20,08±0,33**	19,49±0,7*
Молочная кислота, %	0,18±0,01	0,18±0,02	0,17±0,01	0,17±0,01	0,17±0,01	0,16±0,01*	0,19±0,01	0,18±0,01	0,18±0,01
Лимонная кислота, %	0,22±0,01	0,23±0,01	0,25±0,02	0,19±0,01	0,19±0,01	0,2±0,01*	0,18±0,01	0,18±0,01	0,22±0,04*
Своб. жир. кисл., %	0,13±0,02	0,08±0,03	0,12±0,07	0,33±0,01	0,41±0,03	0,28±0,08	0,43±0,02	0,38±0,04	0,37±0,08
Галактоза, %	0,02±0,02	0,02±0,01	0,05±0,04	0,09±0,1	0,09±0,01	0,04±0,01*	0,06±0,1	0,06±0,01	0,03±0,01*
Мочевина, мг / 100 мл	33,25±0,51	31,21±0,86	33,03±1,33	32,39±0,35*	34,08±0,69*	33,75±1,32*	52,97±0,43	50,98±1,36	48,58±4,99*
Сомат. клетки, тыс./см ³	169,62±11,52	157,53±13,09	136,12±22,44	154,88±7,80	161,91±12,87	274,50±155,13	354,41±20,67**	450,54±47,94**	381,5±134,51*
Соотношение «жир — белок»	1,04:1	1,05:1	1,25:1	1,03:1	1,02:1	1,05:1	1:1	0,98:1	1,01:1

* $p \leq 0,01$, ** $p \leq 0,001$.

наблюдалось значительное повышение доли сырого протеина, НДК, КДК, сырого жира и крахмала.

Последствия неправильного кормления на молочных коровах можно заметить сразу по изменению физико-химического состава молока. Химический состав молока — это универсальный индикатор, отражающий все проблемы с кормлением коров. Самое важное, что это легкодоступный и быстрый способ выявить начинающиеся проблемы, пока не проявились клинические признаки, которые ветеринарный врач может заметить намного позже. Поэтому специалисты хозяйства должны знать основной химический состав молока, обращать особое внимание на изменение массовой доли жира, белка, мочевины, а также на кислотность молока.

На протяжении исследования физико-химический анализ молока всего поголовья дойных коров проводился три раза (табл. 2).

Анализируя данные таблицы 2, следует отметить, что в 2022 г. соотношение массовой доли жира к белку находилось на приемлемом уровне — (1,05–1,25):1. Хотя деятельность целлюлозолитических бактерий следовало бы улучшить, так как, на наш взгляд, коровы со среднесуточным удоем, как в анализируемом хозяйстве, на уровне 16–17 л/день могли бы продуцировать молоко большей жирности. Характерно, что в конце летнего периода жирность молока во всех группах снизилась, достоверная разница была в группе коров по 1-й лактации и составила 0,23% при $p \leq 0,01$.

Следует отметить, что содержание мочевины в молоке в 2022 г. во всех группах было в пределах 31,2–34,1 мг / 100 мл. В августе заметно небольшое повышение уровня мочевины. Так, достоверные данные получены по группе коров 2-й лактации и составили 2,6 мг / 100 мл при $p \leq 0,01$. По двум другим группам данные имеют низкий порог достоверности. То есть первоначальные изменения уже начались в августе, когда коровы стали менее охотно потреблять прошлогодние силос и сенаж.

Наиболее заметные изменения физико-химического состава молока наблюдаются в январе 2023 г. Хотя массовая доля жира в молоке и поднялась (у первотелок на

0,25%, $p \leq 0,01$), но также увеличилась и массовая доля белка в молоке. При этом соотношение жира к белку составило в 1-й группе 1:1, а у коров по 2-й лактации ушло в противоположную сторону и составило 0,98:1,00.

Произошедшие изменения могут быть объяснены тем, что, во-первых, в 2023 г. была увеличена дача жмыха подсолнечникового, что повлекло за собой повышение жирности молока, во-вторых, в основных кормах, таких как силос и сенаж, в 2023 г. содержание сырого жира также было на порядок выше. Но авторы склоняются к тому факту, что молочный жир частично синтезируется и из собственных жировых запасов тела коров — это в основном длинноцепочные жирные кислоты. Жировые запасы тела коров образуются вследствие повышенного скормливания концентрированных кормов. Здесь видно, что повышение жирности молока коров в январе, возможно, происходило за счет собственных жировых запасов, на это указывает и повышение доли свободных жирных кислот в молоке у коров 1-й и 2-й групп на 0,30% ($p \leq 0,001$), 3-й группы — на 0,25% ($p \leq 0,05$).

На повышение массовой доли белка в молоке указывает также показатель СОМО, который в январе был выше на 0,39–0,68%, хотя этот показатель также учитывает и лактозу, увеличение которой было на 0,12–0,21%.

Повышение доли концентрированных кормов в рационе (в том числе сырого протеина — на 639,6 г) наиболее заметно отразилось на уровне мочевины в молоке. Так, показатель молочной мочевины в январе увеличился во всех группах на 14,83–20,58 мг / 100 мл и составил у коров по 1-й лактации 52,97 мг / 100 мл, при этом именно молодые коровы сильнее реагируют повышением уровня мочевины. Причина кроется, на наш взгляд, в том, что у коров по 1-й лактации ассоциации микроорганизмов, усваивающих аммиак в рубце, еще недостаточно развиты.

Сырой протеин расщепляется в рубце сообществом простейших и микроорганизмов до аммиака, который другие микроорганизмы усваивают, чтобы синтезировать аминокислоты собственного тела, но когда микроорганизмов недостаточно или для них созданы неблагоприятные условия (низкий pH), то аммиака в рубце скапливается довольно много.

Как известно, аммиак в больших количествах токсичен для животных, вот поэтому аммиак в печени превращается в безопасную его форму — мочевины. Согласно законам биохимических превращений, на всё, что вновь синтезируется, расходуется довольно много энергии, а для образования 1 мг мочевины требуется 1,67 Дж энергии. В исследовании у коров по 1-й лактации мочевины увеличилась на 20,58 мг, то есть для ее синтеза потребовалось 34,4 Дж энергии (или 8,2 калории).

Если привести перерасчет на весь суточный удой, то получается, что коровы с удоем 30 кг молока и содержанием мочевины на уровне 60 мг / 100 мл, для синтеза этой мочевины затрачивают 30060 Дж, или 7,2 килокалории. Выходит следующее: чтобы синтезировать 1 кг молока, корове нужно 712 ккал, а повышение мочевины выше нормы сокращает удой примерно на 10 мл, что в текущем поголовье составляет 2 л недополученного молока каждый день. Плюс к этому следует добавить еще стоимость концентрированных кормов, которые преобразовались в аммиак. Отсюда следует, что грамотно рассчитать дачу концентратов — значит, в первую очередь решить экономическую задачу.

Необходимо акцентировать внимание и на таком показателе, как кислотность молока. Именно данный показатель заставил руководство предприятия обратить внимание на рацион коров. Так, переработчики молока пользуются СТ РК 1760-2008, в котором при повышении титруемой кислотности выше 18 °Т молоко оценивается вторым сортом, а при кислотности выше 20 °Т — как несортовое.

В данном исследовании титруемая кислотность молока коров 1-й лактации составила 21,04 °Т, что на 2,4 °Т ($p \leq 0,001$) больше, чем в августе 2022 г. По 2-й лактации увеличение было на 1,1 °Т ($p \leq 0,01$), у коров 3-й и старших лактаций — на 1,67 °Т ($p \leq 0,1$). Молоко-перерабатывающее предприятие принимало молоко по низкой цене как несортовое, что повлияло на экономическую эффективность производства молока.

Характерно, что повышение титруемой кислотности молока в хозяйстве АО «Заря» никак не было связано с его скисанием. Так, пробы отбирались вечером в индивидуальные чистые пробирки, доставлялись в лабораторию в термоконтнерах с хладагентами в течение часа, а исследование физико-химических свойств молока проводилось на следующий день. Также, для того чтобы исключить процесс возможного скисания молока, была параллельно проведена рН-метрия отобранных проб с целью определения активной кислотности молока (табл. 3).

Как видно из данных (табл. 3), повышение титруемой кислотности проб сырого молока никак не связано с их активной кислотностью. Ошибка среднеарифметической активной кислотности показывает, что проанализированные пробы имели очень близкие значения, в

отличие от титруемой кислотности, определяемой в той же группе.

Таким образом, можно заключить, что в исследуемых пробах сырого молока довольно много кислых элементов, но это не связано с высвобождением ионов водорода, которое характеризует активную кислотность. По словам А. Овчаренко, повышение титруемой кислотности сырого молока происходит по причине скармливания коровам больших доз спиртовой барды, пивной дробины и других ацидогенных кормов¹⁴.

В исследовании именно увеличение дачи сухой спиртовой барды до 2 кг привело к повышению титруемой кислотности молока свыше 20 °Т.

На нарушение процессов метаболизма у коров указывает показатель наличия соматических клеток в молоке коров. Так, перекорм коров концентрированными кормами приводит к повышению кислотности не только желудочно-кишечного тракта животных, но и влияет на весь организм, снижая уровень резистентности. Коровы с пониженной сопротивляемостью неблагоприятным факторам быстрее подвергаются различным заболеваниям. На это указывает повышение содержания соматических клеток в молоке в период, когда в хозяйстве увеличили дачу концентратов. Так, по группе коров 1-й лактации содержание соматических клеток в молоке увеличилось на 185 тыс/см³ ($p \leq 0,001$), по 2-й лактации — на 293 тыс/см³ ($p \leq 0,001$), по 3-й и старше — на 245 тыс/см³ ($p \leq 0,01$). Практически все пробы молока коров 2-й группы указывали на признаки субклинического мастита.

Выводы/Conclusion

1. Повышение доли концентрированных кормов в рационе до 53,4% по обменной энергии привело к увеличению содержания СВ в рационе на 955,7 г, но не изменило конверсию СВ в продукцию. Конверсия СВ в молоко осталось на прежнем уровне — 1,22 кг. Сокращение дачи сочных кормов на 12 кг и увеличение концентратов на 4,5 кг привели в целом к повышению среднесуточного удоя коров на 700 г, то есть налицо нерентабельность подобного подхода.

2. Содержание жира в молоке коров увеличилось во всех группах на 0,27–0,48%, но данное увеличение не полностью было связано с «правильными» метаболическими превращениями молочного жира, то есть путем расщепления клетчатки до уксусной кислоты и далее в жирные кислоты. Часть молочного жира синтезировалась из клетчатки, на это указывает повышение уровня НДК в рационе в 2023 г. до 36,6% СВ. Но увеличение массовой доли свободных жирных кислот в молоке до 0,37–0,43% свидетельствуют о том, что жирные кислоты синтезируются также из собственных жировых запасов тела коров.

3. Увеличение дачи концентратов дойным коровам и, как следствие, повышение содержания в рационе сырого протеина привели к увеличению массовой доли молочного белка, в том числе казеина (на 0,2–0,3%), но также изменило нормативное соотношение «жир — белок» в отрицательную сторону. Так, это соотношение составило 1:1, что сигнализирует о рационе, богатом энергией и бедном структурой, то есть о чрезмерном количестве концентратов.

4. На неполное усвоение сырого протеина (из-за его чрезмерного количества), а также на повышенное

Таблица 3. Определение титруемой и активной кислотности молока коров разных лактаций в 2023 году

Table 3. Determination of titratable and active acidity of milk of cows of different lactations in 2023

Кислотность сырого молока	Порядковый номер лактации коров		
	1	2	3 и старше
Титруемая кислотность, °Т	21,04 ± 0,13	20,08 ± 0,33	19,49 ± 0,70
Активная кислотность, рН	6,86 ± 0,01	6,83 ± 0,01*	6,9 ± 0,01*

* $p \leq 0,001$.

¹⁴ Овчаренко А. Кислое или раскисленное молоко. Почему так бывает? <https://dairynews.today/news/kislloe-ili-raskislenoe-moloko-pochemu-tak-byvaet.html>

содержание аммиака в ЖКТ коров указывает показатель молочной мочевины, который повысился во всех группах на 15,5–20 мг / 100 мл и составил 48,6–52,9 мг / 100 мл. Для того чтобы синтезировать это количество мочевины, корова с суточным удоем 17 л затратила 15 018 Дж энергии.

5. Повышение титруемой кислотности молока свыше 20 °Т было связано с повышением дачи сухой спиртовой барды до 2 кг. Так, согласно рекомендациям, включение барды в рацион должно быть не более 50% от доли протеиновых кормов и не более 25% — от

концентрированных. Но в исследовании доля спиртовой барды на уровне 18% от доли концентрированных кормов оказалась слишком большой. Причина состоит в том, что повышение уровня концентратов сопровождается снижением доли сочных кормов и низким уровнем молочной продуктивности коров, которые физиологически не способны потреблять больше СВ.

6. Несбалансированное кормление дойных коров привело к снижению естественной резистентности, что повлияло на увеличение содержания соматических клеток в молоке до уровня 354,41–450,54 тыс./см³.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследовательская работа была выполнена в рамках реализации проекта программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан «Разработка технологий содержания, кормления, выращивания и воспроизводства в молочном скотоводстве на основе применения адаптированных ресурсоэнергосберегающих и цифровых технологий для различных природно-климатических зон Казахстана», BR10764965.

FUNDING

The research work was carried out as part of the implementation of a program-targeted financing project of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan «Development of technologies for keeping, feeding, growing and reproduction in dairy cattle breeding based on the use of adapted resource-energy-saving and digital technologies for various natural and climatic zones of Kazakhstan», BR10764965.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горелик А.С., Ребезов М.Б., Горелик О.В. Оценка технологических свойств молока коров в зависимости от сезона года. *Аграрная наука*. 2023; (6): 34–38. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-34-38>
2. Аноченко К.П., Ребезов М.Б., Горелик О.В. Физико-химические показатели молока коров в племенных организациях разного уровня. *Молодежь и наука*. 2023; (4): 14. <https://www.elibrary.ru/vjzefm>
3. Долматова И.А., Ребезов М.Б., Горелик О.В., Бутылев А.В. Оценка технологических свойств молока коров при применении БАД-Ферроуртикавит. *Современные тенденции в научном и кадровом обеспечении АПК. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. Великий Новгород: Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого. 2020; 266–269. <https://www.elibrary.ru/rnxwlv>
4. Попова С.А. Оптимизация протеинового питания высокопродуктивных коров в ОАО «Красное знамя» Новосokolniki района Псковской области. *Традиции и инновации в развитии АПК. Материалы Международной научно-практической конференции*. Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. 2019; 221–228. <https://www.elibrary.ru/stllpr>
5. Горелик А.С., Ребезов М.Б., Горелик О.В., Темербаева М.В. Качество молока коров-дочерей разных быков-производителей и оценка его пригодности к переработке. *Аграрная наука*. 2022; (9): 30–36. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-30-36>
6. Колганов А.Е., Пелех К.А. Эффективность применения в рационах высокопродуктивных коров на раздое энергетической добавки «Пропиленгликоль». *Достижения и перспективы реализации национальных проектов развития АПК. Сборник научных трудов по итогам VIII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки РФ и КБР, профессора Б.Х. Жерукова*. 2020; 1: 188–196. <https://www.elibrary.ru/qscscfd>
7. Брюшно О.Ю., Агапов С.Ю., Липова Е.А., Рябова М.А. Влияние протеиновой добавки на продуктивность коров дойного стада. *Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку. Материалы Международной научной конференции, посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии*. Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. 2021; 425–430. <https://www.elibrary.ru/zgvaqq>
8. Яцко Н.А., Разумовский Н.П., Соболев Д.Т. Влияние фракционного состава протеина на продуктивность коров. *Ветеринарный журнал Беларуси*. 2019; (2): 124–127. <https://www.elibrary.ru/jkrjwh>
9. Марьясов А.Н., Казанцева Е.С. Достоинства и недостатки откорма крупного рогатого скота на барде. *Молодежь и наука*. 2019; (1): 23. <https://www.elibrary.ru/yuzvqy>
10. Боголюбова Н.В., Зайцев В.В., Шаламова С.А., Гизатуллин О.Ш., Сейтов М.С. Регуляция рубцового пищеварения у молочных коров. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2019; (6): 214–216. <https://elibrary.ru/dzpxnm>
11. Глухов Д. Эффективное использование протеина в рационах для коров. *Животноводство России*. 2020; (12): 49–54. <https://doi.org/10.25701/ZZR.2020.57.97.001>
12. Ракова М.В., Ступина Е.С. Рубцовое пищеварение в организме коров при скормлении пробиотиков. *Молодежь и наука*. 2019; 4: 42. <https://www.elibrary.ru/gjknc>

REFERENCES

1. Gorelik A.S., Rebezov M.B., Gorelik O.V. Evaluation of the technological properties of cows' milk depending on the season of the year. *Agrarian science*. 2023; (6): 34–38 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-34-38>
2. Anyuchenko K.P., Rebezov M.B., Gorelik O.V. Physical and chemical parameters of cow milk in breeding organizations of different levels. *Youth and science*. 2023; (4): 14 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/vjzefm>
3. Dolmatova I.A., Rebezov M.B., Gorelik O.V., Butylev A.V. Evaluation of the technological properties of cows' milk when using BAD-Ferrourtikavit. *Modern trends in the scientific and personnel support of the agro-industrial complex. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation*. Veliky Novgorod: Yaroslav-the-Wise Novgorod State University. 2020; 266–269 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/rnxwlv>
4. Popova S.A. Optimization of protein nutrition of highly productive cows in JSC "Red banner" Novosokolniki district of Pskov region. *Traditions and innovations in the development of the agro-industrial complex. Proceedings of the International scientific and practical conference*. Velikiye Luki: State Agricultural Academy of Velikiye Luki. 2019; 221–228 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/stllpr>
5. Gorelik A.S., Rebezov M.B., Gorelik O.V., Temerbayeva M.V. The quality of milk of cows-daughters of different bulls-producers and assessment of its suitability for processing. *Agrarian science*. 2022; (9): 30–36 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-30-36>
6. Kolganov A.E., Pelekh K.A. Efficiency of application of the energy additive "Propylene Glycol" in the diets of high-yielding cows in the field of milk distribution. *Achievements and prospects for the implementation of national projects for the development of the agro-industrial complex. Collection of scientific papers based on the results of the VIII International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of the Honored Scientist of the Russian Federation and the Kabardino-Balkarian Republic, Professor B.Kh. Zherukov*. 2020; 1: 188–196 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/qscscfd>
7. Brukhno O.Yu., Agapov S.Yu., Lipova E.A., Ryabova M.A. Influence of a protein supplement on the productivity of dairy cows. *The intellectual contribution of Turkic-speaking scientists to modern science. Proceedings of the International scientific conference dedicated to the 30th anniversary of the Tatar public center of Udmurtia*. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy. 2021; 425–430 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/zgvaqq>
8. Jacko N.A., Rasumovsky N.P., Sobolev D.T. The influence of the fractional composition of the protein on the productivity of cows. *Veterinarny zhurnal Belarusi*. 2019; (2): 124–127 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/jkrjwh>
9. Maryasov A.N., Kazantseva E.S. Advantages and disadvantages of optimizing large cattle on the bard. *Youth and science*. 2019; (1): 23 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yuzvqy>
10. Bogolyubova N.V., Zaitsev V.V., Shalamova S.A., Gizatullin O.Sh., Seitov M.S. Regulation of rumen digestion in dairy cows. *Izvestia Orenburg state agrarian university*. 2019; (6): 214–216 (In Russian). <https://elibrary.ru/dzpxnm>
11. Glukhov D. Efficient use of protein in cow diets. *Animal Husbandry of Russia*. 2020; (12): 49–54 (In Russian). <https://doi.org/10.25701/ZZR.2020.57.97.001>
12. Rakova M.V., Stupina E.S. Ruminant digestion in the organism of cows when farming probiotics. *Youth and science*. 2019; 4: 42 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/gjknc>

13. Максимюк Н.Н., Косенко Г.В., Юдина Н.В., Ребезов М.Б. Роль биологически активных добавок в процессах лактации и повышении молочной продуктивности коров. *Современные ресурсосберегающие технологии производства молока: от теории к практике. Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. Великий Новгород: Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого. 2018; 98–103. <https://www.elibrary.ru/dwprav>
14. Белооков А.А., Белоокова О.В., Горелик О.В., Ребезов М.Б. Состав и свойства молока коров черно-пестрой породы разных генотипов. *Аграрная наука*. 2023; (3): 62–69. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-368-3-62-69>
15. Доморошенкова М.Л., Крылова И.В. Исследование содержания нейтрально-детергентной и кислотной-детергентной клетчатки в продуктах фракционирования шрота подсолнечникового. *Вестник ВНИИЖ*. 2017; (1–2): 59–61. <https://doi.org/10.25812/VNIIG.2017.2017.19528>
16. Хотмирова О.В. Сравнение переваримости кормов методами *in sacco* и *in vivo*. *Вестник Брянской ГСХА*. 2013; (6): 10–15. <https://elibrary.ru/thgcrd>
17. Папуша Н.В., Бермагамбетова Н.Н., Кубекова Б.Ж., Смаилова М.Н. Химический состав молока коров как индикатор полноценности кормления. *3i: intellect, idea, innovation — интеллект, идея, инновация*. 2022; (2): 59–66 (на англ. яз.). https://doi.org/10.52269/22266070_2022_2_59

ОБ АВТОРАХ

- Наталья Владимировна Папуша¹**, кандидат сельскохозяйственных наук, и. о. ассоциированного профессора
Natali.P82@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4131-7429>
- Нургуль Нурмуханбетовна Бермагамбетова¹**, кандидат технических наук, старший преподаватель
u-nurgul@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4421-1224>
- Бахыт Жанаидаровна Кубекова¹**, магистр сельскохозяйственных наук, старший преподаватель
baha11.09@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0787-6817>
- Мадина Нурбекровна Смаилова¹**, обучающийся докторантуры образовательной программы 8D08201 — Технология производства продуктов животноводства
smailova-madina@inbox.ru
<https://orcid.org/0009-0002-3711-4979>
- Владимир Иванович Косилов²**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства
kosilov_vi@bk.ru

¹ Костанайский региональный университет им. А. Байтурсынова, ул. Байтурсынова, 47, Костанай, 110005, Казахстан

² Оренбургский государственный аграрный университет, ул. Челюскинцев, 18, Оренбург, 460040, Россия

13. Maksimyuk N.N., Kosenko G.V., Yudina N.V., Rebezov M.B. The role of biologically active additives in the processes of lactation and increasing the milk productivity of cows. *Modern resource-saving technologies for milk production: from theory to practice. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference*. Veliky Novgorod: Yaroslav-the-Wise Novgorod State University. 2018; 98–103 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/dwprav>
14. Belookov A.A., Belookova O.V., Gorelik O.V., Rebezov M.B. The composition and properties of the milk of black-and-white cows of different genotypes. *Agrarian science*. 2023; (3): 62–69 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-368-3-62-69>
15. Domoroschenkova M.L., Krylova I.V. Study of the content of neutral-detergent and acid-detergent fiber in sunflower meal fractionation products. *Vestnik VNIIZh*. 2017; (1–2): 59–61 (In Russian). <https://doi.org/10.25812/VNIIG.2017.2017.19528>
16. Khotmirova O.V. Comparison of feed digestibility by *in sacco* and *in vivo* methods. *Vestnik Bryansk State Agricultural Academy*. 2013; (6): 10–15 (In Russian). <https://elibrary.ru/thgcrd>
17. Papusha N.V., Bermagambetova N.N., Kubekova B.Zh., Smailova M.N. Chemical composition of cow milk as an indicator of nutritional content. *3i: intellect, idea, innovation*. 2022; (2): 59–66. https://doi.org/10.52269/22266070_2022_2_59

ABOUT THE AUTHORS

- Natalya Vladimirovna Papusha¹**, Candidate of Agricultural Sciences, Acting Associate Professor
Natali.P82@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4131-7429>
- Nurgul Nurmukhanbetovna Bermagambetova¹**, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer
u-nurgul@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4421-1224>
- Bakhyt Zhanaidarovna Kubekova¹**, Master of Agricultural Sciences, Senior Lecturer
baha11.09@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0787-6817>
- Madina Nurbekovna Smailova¹**, Student of the Doctoral Program of the Educational Program 8D08201 — Technology of Production of Animal Products
smailova-madina@inbox.ru
<https://orcid.org/0009-0002-3711-4979>
- Vladimir Ivanovich Kosilov²**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Production and Processing of livestock products
kosilov_vi@bk.ru

¹ A. Baitursynov Kostanay Regional University, 47 Baitursynov Str., Kostanay, 110005, Kazakhstan

² Orenburg State Agrarian University, 18 Chelyskintsev Str., Orenburg, 460040, Russia

Т.Д. Беломожнов¹ ✉
 В.П. Клименко¹
 Б.А. Осипян¹
 Е.П. Васильева²

¹Федеральный научный центр
 кормопроизводства и агроэкологии
 им. В.Р. Вильямса, Лобня,
 Московская обл., Россия,

²ООО «ИП Апекс Плюс»,
 Санкт-Петербург, Россия

✉ belomozhnovt@mail.ru

Поступила в редакцию:
 15.05.2023

Одобрена после рецензирования:
 31.10.2023

Принята к публикации:
 10.11.2023

Timofei D. Belomozhnov¹ ✉
 Vladimir P. Klimenko¹
 Bella A. Osipyanyan¹
 Elizaveta P. Vasilyeva²

¹Federal Williams Research Center of
 Forage Production & Agroecology, Lobnya,
 Moscow Region, Russia,

²LLC «IP Apex Plus», St. Petersburg,
 Russia

✉ belomozhnovt@mail.ru

Received by the editorial office:
 15.05.2023

Accepted in revised:
 31.10.2023

Accepted for publication:
 10.11.2023

Использование гибрида кукурузы Ross 195 для производства силоса в условиях Центрального Нечерноземья

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Представлены результаты оценки биохимических показателей и аэробной стабильности силоса, приготовленного из отечественного раннеспелого гибрида кукурузы Ross 195 (FAO 180) в фазе молочно-восковой спелости зерна. Отбор зеленой массы был проведен во время заготовки в ООО «Барыбино» в августе 2021 г.

Методы. Силосование осуществили в лабораторных условиях ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса в четырех вариантах обработок различными консервантами и трехкратной повторности каждого варианта.

Результаты. Результаты исследований, проведенных после вскрытия емкостей с кормами, показали, что использование биологических инокулянтов Биотроф-111 и Биотроф АС оказывает положительное влияние на процесс ферментации, интенсивность брожения, образование молочной кислоты и степень подкисления массы до оптимального значения pH. При этом сроки хранения корма (30 и 60 суток) не влияли на сохранность питательных веществ и качество даже в варианте, где силос готовился из растений без добавок. Силос с биопрепаратами оказался более устойчивым к порче при аэрации по сравнению с контрольным образцом. Это свидетельствует о быстрой стабилизации процесса ферментации за короткий промежуток времени. Однако лучшей устойчивостью к аэробной порче при открытом хранении (на протяжении 135 часов) обладал силос, приготовленный с использованием химического консерванта на основе органических кислот, который характеризовался более высокими показателями качества по уровню активной кислотности (pH 4,0–4,1), содержанию аммиака (0,0055–0,0078%) и сахара, а количество и соотношение кислот оставались на уровне, определяемом при вскрытии.

Ключевые слова: кормопроизводство, кукурузный силос, аэробная стабильность, биологический инокулянт, органические кислоты

Для цитирования: Беломожнов Т.Д., Клименко В.П., Осипян Б.А., Васильева Е.П. Использование гибрида кукурузы Ross 195 для производства силоса в условиях Центрального Нечерноземья. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 54–58. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-54-58>

© Беломожнов Т.Д., Клименко В.П., Осипян Б.А., Васильева Е.П.

The use of corn hybrid ROSS 195 for silage production in Central Non-Black Earth Region

ABSTRACT

Relevance. This article presents the results of assessing the biochemical parameters and aerobic stability of silage prepared from the domestic early ripening corn hybrid Ross 195 (FAO 180) in the phase of milky-wax ripeness of the grain. Green mass was carried out during harvesting at Barybino LLC in August 2021.

Methods. Ensiling was carried out in laboratory conditions of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology in four variants of treatments with various preservatives in three replications of each.

Results. Quality indicators were monitored after 30 and 60 days of conservation. Seven days after opening the containers during outdoor storage in silage variants with the addition of biological inoculants, a slight decrease in the concentration of lactic acid and an increase in acetic acid were determined. In silage with chemical preservative, the acid content remained at the same level. The results of assessing the dynamics of silage heating during outdoor storage allow us to conclude that the aerobic stability of the feed with biological inoculants is sufficient, versus control. At the same time, best preservation (over a period of up to 135 hours) the best aerobic stability of silage was obtained with chemical preservative, which was characterized by higher quality indicators in terms of the level of active acidity (pH 4.0–4.1), ammonia content (0.0055–0.0078%) and sugar, and the quantity and ratio of organic acids remained at the level determined at opening.

Key words: forage production, corn silage, aerobic stability, biological inoculant, organic acids

For citation: Belomozhnov T.D., Klimenko V.P., Osipyanyan B.A., Vasilyeva E.P. The use of corn hybrid Ross 195 for silage production in Central Non-Black Earth Region. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 54–58 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-54-58>

© Belomozhnov T.D., Klimenko V.P., Osipyanyan B.A., Vasilyeva E.P.

Введение/Introduction

Одним из условий рентабельного ведения молочно-го животноводства в хозяйствах Центрального региона европейской части РФ является использование в кормлении высокопродуктивного скота ферментируемых кормов из кукурузы [1]. Силос из ранних и сверхранних гибридов при уборке растений кукурузы в фазу восковой спелости зерна традиционно считается важнейшим источником обменной энергии — 10,1–10,5 МДж в расчете на сухое вещество (СВ) [2]. Особая ценность кукурузного силоса обусловлена содержащимся в зерне крахмалом, в особенности той частью, которая не расщепляется в рубце, но практически полностью усваивается в тонком отделе кишечника. Крахмал под действием ферментов преобразуется в глюкозу и дисахариды, становится доступным для всасывания в кровь животного и обеспечивает его энергией, в том числе на синтез молока. Чем выше доля крахмала в кукурузном силосе, тем больше и так называемого транзитного крахмала. У лучших гибридов, адаптированных к конкретным условиям, концентрация крахмала в силосе, по современным данным оценки качества кормов, может достигать до 300 г в 1 кг СВ и выше [3].

В рационах крупного рогатого скота кукурузный силос может занимать не менее 50% по питательности от содержания объемистых кормов. Наличие большого количества растворимых сахаров обеспечивает хорошую усвояемость кукурузы всех фаз вегетации — начиная с молочной спелости зерна. Для ее консервирования обязательно применять добавки, так как сбраживание массы проходит за счет эпифитной микрофлоры достаточно интенсивно, что позволяет быстро подкислить корм до оптимального значения pH 4,2–4,3, при котором прекращается развитие нежелательной микрофлоры.

На анаэробную ферментацию зеленых растений может сильно влиять присутствие кислорода воздуха, вызывая образование нежелательных продуктов, таких как аммиачный азот, масляная кислота и спирты, что приводит к высоким потерям СВ. Это, в свою очередь, может негативно повлиять на потребление силоса, продуктивность животных, а также санитарно-гигиеническое качество продуктов животного происхождения [4].

В последнее время облигатные гетеромолочнокислые бактерии (МКБ), такие как *Lactobacillus buchneri*, или комбинация гетеро- и гомоферментативных молочнокислых бактерий (МКБ) стали использовать в качестве инокулянтов силоса для улучшения ферментации, ингибирования роста дрожжей и клостридий и повышения устойчивости к аэробному разрушению [5].

Установлено положительное влияние биопрепаратов на основе отселектированных осмотоцерантных молочнокислых бактерий на процессы молочнокислого брожения при силосовании кукурузы влажностью ниже 70%. С их использованием происходит более быстрое и полное сбраживание сахаров в молочную кислоту [6]. В свою очередь, накопление СВ напрямую зависит от сроков вегетации, в которые проведена уборка растений, а следовательно, степени спелости зерна.

Для повышения сохранности питательных веществ силоса применяют жидкие органические кислоты — муравьиную, уксусную, пропионовую и другие, обладающие бактерицидными и фунгицидными свойствами. В небольших дозах они не создают препятствий для развития молочнокислых бактерий, что позволяет достичь оптимального уровня кислотности при силосовании,

а в различных комбинациях за счет синергизма могут обеспечить и защиту корма от аэробной порчи при выемке [7, 8]. Однако по содержанию молочной кислоты такой силос уступает приготовленному без добавок или с использованием биопрепаратов [9].

Действие отдельных консервантов на основе микроорганизмов при заготовке объемистых кормов хорошо изучено и представлено в современной литературе [10, 11], помимо экспериментов, проведенных с целью целенаправленной оценки способности консервантов на основе органических кислот улучшать аэробную стабильность силоса [12]. Da Silva и др. в течение нескольких лет изучали влияние химических консервантов на ферментацию и аэробную стабильность кукурузного силоса, а также влияние содержания СВ и продолжительности силосования на эффективность ферментации [13]. Обработка органическими кислотами уменьшала количество дрожжей и выработку аммиака, увеличивала сохранность СВ и аэробную стабильность. Использование же кукурузных силосов при таком методе консервирования способствовало увеличению молочной продуктивности коров более чем на 8% [14]. Тем не менее комплексное изучение их влияния на протяжении всего технологического пути заготовки и использования кормов из кукурузы в зоне рискованного земледелия, к которой относится Центральный Нечерноземный регион, проводится в недостаточной степени.

Цель работы — изучение влияния различных групп кормовых добавок для консервирования и повышения сохранности кормов на показатели качества и аэробную стабильность силоса из раннеспелого гибрида кукурузы Ross 195.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объектом исследования служила зеленая масса гибрида кукурузы Ross 195 в фазу молочно-восковой спелости зерна.

Отбор массы для консервирования проводили в ООО «Племзавод «Барыбино»» (Московская обл., Россия) в 2021 году.

В качестве инокулянтов использовали биологические препараты: Биотроф-111, содержащий живые бактерии *Bacillus subtilis* № 111 в среде культивирования не менее 1×10^8 КОЕ (колониеобразующих единиц); Биотроф АС, содержащий живые бактерии штаммов *Lactobacillus plantarum* № 60, *Lactobacillus buchneri* № 600 не менее 1×10^6 КОЕ (колониеобразующих единиц) в среде культивирования (ООО «Биотроф», Россия). В качестве химического консерванта использовали Сальмоцил FK, в составе которого содержатся муравьиная кислота (не менее 35%), формиат натрия (не более 30%), пропионовая кислота (не более 5%) и наполнитель — вода (до 100%) (ГК «Апекс плюс», Россия).

Опыты по силосованию кукурузы с кормовыми добавками разных групп заложили в лабораторных условиях ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса в соответствии с методическими рекомендациями по консервированию и хранению кормов¹. Растительную массу измельчали на отрезки 10–30 мм, затем из среднего образца зеленой массы в случайном порядке отбирали 12 частей для закладки 4 вариантов корма в 3-кратной повторности.

Перед закладкой обрабатывали массу консервантами в рекомендуемых производителями дозах: Биотроф-111 — 7 мл/т, Биотроф АС — 20 мл/т,

¹ Методические рекомендации по проведению опытов по консервированию и хранению объемистых кормов. М.: ФГУ РЦСК. 2008; 67.

химический консервант Сальмоцил FK — 4 л/т. В качестве контрольного варианта использовали закладку массы без добавок.

Для проведения лабораторных исследований по силосованию зеленых растений использовали пронумерованные стеклянные лабораторные сосуды емкостью 0,5 дм³, подключенные к системе гидравлического затвора. Объем выделившихся газов измеряли в течение всего срока проведения эксперимента по объему солевого раствора, выталакиваемого силосными газами¹. Готовый силос вскрывали после 30 и 60 дней хранения в герметичных условиях. После вскрытия емкостей отбирали средние образцы на влажность и химический анализ в соответствии с ГОСТ ISO 6497-2014². Содержание в кормах питательных веществ определяли в соответствии с общепринятыми методиками: СВ — высушиванием навески в сушильном шкафу при температуре +105 °С до постоянного веса³, активную кислотность — с применением потенциометра И-500 (НПКФ «Аквилон», Россия), органические кислоты — методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105М» (ГК «Люмэкс», Россия), аммиак — методом Лонге³, легкорастворимые углеводы — методом Бертрана³.

Для определения температуры корма при аэрации (хранения в открытом виде) использовали блок датчиков контроля температуры (INTFARM.CLIMAT, Россия) производства ООО «СмартБиоСистемы», фиксирующих температуру ежесекундно в автоматическом режиме.

Математическая и статистическая обработка полученных экспериментальных данных проводилась согласно методике Н.А. Плохинского⁴ с использованием программы Microsoft Office Excel (США). Достоверность различий (t) оценивали по критерию Стьюдента⁴.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Во всех вариантах силосования получен качественный корм с оптимальной степенью кислотности (рН 3,9–4,1), остаточным содержанием сахаров (0,23–0,57% в СВ) и малым количеством аммиака (0,055–0,136% в СВ), при этом длительность хранения кукурузного силоса (30 и 60 дней) не оказала существенного влияния на результаты консервирования.

В силосе с биологическим препаратом Биотроф АС содержание сахара было на одном уровне с контролем. Самое высокое значение этого показателя отмечено в корме с добавкой химического препарата Сальмоцил FK 4 л/т. Превышение по показателю содержания сахаров опытных образцов от контрольного варианта опыта составило 0,19–0,30% (в зависимости от сроков

Таблица 1. Физико-химические показатели кукурузного силоса после 30 дней хранения

Table 1. Physical-chemical parameters of corn silage after 30 days of storage

Вариант силосования	Объем выдел. газов, л/кг	рН	Содержание в сухом веществе, %					
			сахар	аммиак	органические кислоты			
					молочная	уксусная	масляная	муравьиная
Без добавок (контроль)	14,4 ± 0,54*	3,9 ± 0,01*	0,23 ± 0,00	0,085 ± 0,00	12,27 ± 1,91*	2,27 ± 0,11*	–	–
Биотроф АС	14,0 ± 0,62*	3,9 ± 0,01*	0,23 ± 0,00	0,084 ± 0,00	11,25 ± 1,35*	2,50 ± 0,00	–	–
Биотроф-111	14,3 ± 0,78*	3,9 ± 0,01*	0,36 ± 0,00	0,079 ± 0,00	14,11 ± 2,31*	2,33 ± 0,00	–	–
Сальмоцил FK	39,7 ± 0,84*	4,1 ± 0,01*	0,42 ± 0,00	0,055 ± 0,00	7,51 ± 0,49*	1,63 ± 0,11*	–	0,71 ± 0,15*

Примечание: * разность достоверна по отношению к контролю при p ≥ 0,95.

Таблица 2. Физико-химические показатели кукурузного силоса после 60 дней хранения

Table 2. Physical-chemical parameters of corn silage after 60 days of storage

Вариант силосования	Объем выдел. газов, л/кг	рН	Содержание в сухом веществе, %					
			сахар	аммиак	органические кислоты			
					молочная	уксусная	масляная	муравьиная
Без добавок (контроль)	15,3 ± 0,76*	3,9 ± 0,01*	0,27 ± 0,07*	0,136 ± 0,05*	11,96 ± 0,53*	2,40 ± 0,11*	–	–
Биотроф АС	14,6 ± 0,45*	3,9 ± 0,00	0,24 ± 0,06*	0,096 ± 0,01*	11,52 ± 0,48*	2,30 ± 0,25*	–	–
Биотроф-111	14,9 ± 0,98*	3,9 ± 0,01*	0,41 ± 0,00	0,098 ± 0,00	10,99 ± 0,61*	2,27 ± 0,31*	–	–
Сальмоцил FK	41,5 ± 0,84*	4,0 ± 0,01*	0,57 ± 0,07*	0,078 ± 0,01*	6,57 ± 0,43*	1,43 ± 0,09*	–	0,70 ± 0,01*

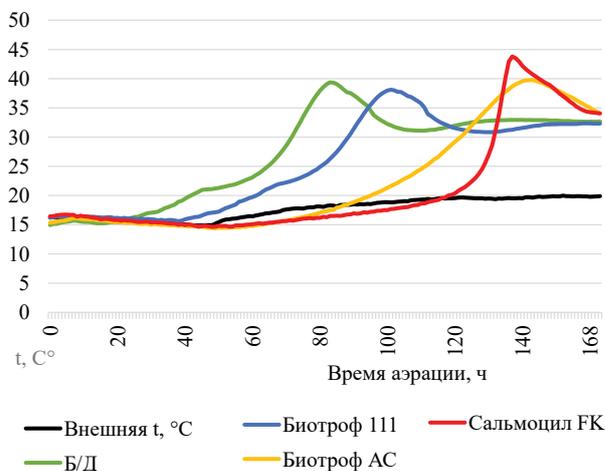
Примечание: * разность достоверна по отношению к контролю при p ≥ 0,95.

хранения). Однако содержание молочной и уксусной кислот в силосе с химическим консервантом было ниже в два раза по сравнению с остальными вариантами, что не повлияло на общую активную кислотность корма. По-видимому, оказали влияние органические кислоты, входящие в состав препарата Сальмоцил FK, в частности муравьиная кислота, содержание которой в силосе этого варианта достигло 0,71% в расчете на СВ. Результаты представлены в таблицах 1, 2.

Опыт по определению аэробной стабильности силоса из кукурузы после вскрытия емкостей показал, что за первые двое суток температура в кормах поднялась незначительно от исходной 15,5 °С. Далее, в течение семи суток аэрации, варианты корма стали различаться по этому параметру (рис. 1).

Рис. 1. Аэробная стабильность силоса из гибрида кукурузы Ross 195 молочно-восковой спелости зерна, приготовленного с использованием биологических инокулянтов и химического консерванта

Fig. 1. Aerobic stability of Ross 195 corn hybrid silage harvested in milky-wax ripeness of grain prepared with biological inoculants and organic acid composition



² ГОСТ ISO 6497-2014 Межгосударственный стандарт. Корма. Отбор проб.

³ Косолапов В.М., Чуйков В.А. и др. Физико-химические методы анализа кормов. М.: Типография Россельхозакадемии. 2014; 344.

⁴ Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: Изд-во МГУ. 1970; 367.

В силосе без добавок отмечен разогрев массы через 66 часов после вскрытия емкости, а через 81 час температура достигала максимума 39,1 °С, то есть повысилась от исходной на 23,6 °С, что указывает на интенсивную аэробную порчу корма. В силосе с биологическими препаратами Биотроф-111 и Биотроф АС температура поднималась постепенно в течение 85–100 часов и 120–145 часов до 37 °С и 38 °С соответственно,

затем постепенно снижалась. Лучший результат по уменьшению интенсивности аэробной порчи корма получен в варианте силосования с химическим препаратом Сальмоцил FK. Допустимая для сохранения качества силоса температура в 30 °С была определена только через 135 часов (в финале опыта), что указывает на достижение аэробной стабильности. Это подтверждается и результатами анализа по оценке биохимических показателей качества силоса после аэрации (табл. 3).

Образец силоса с добавкой химического консерванта Сальмоцил FK сохранил оптимальную кислотность по верхней границе допуска (рН 4,3), в то время как в варианте с добавлением консерванта Биотроф АС при аэрации уровень активной кислотности снизился до рН 4,4. Остаточное общее содержание молочной и уксусной кислот после 7 суток аэрации было выше в силосе, обработанном при закладке на ферментацию биопрепаратом Биотроф-111.

Выводы/Conclusion

Результаты предварительных лабораторных исследований показали, что использование биологических инокулянтов при заготовке силоса из раннеспелого гибрида кукурузы Ross 195 в фазе молочно-восковой спелости зерна оказывает положительное влияние на процесс ферментации, способствует снижению показателя

активной кислотности и образованию органических кислот на уровне контроля.

Биопрепараты повышали устойчивость кукурузного силоса к нагреванию при доступе воздуха. Так, в силосе с добавкой бактериального препарата Биотроф АС температура сохранялась до 30 °С в течение 120 часов после выемки и хранения на воздухе в открытом виде, а с Биотроф-111 температура преодолела этот рубеж уже через 90 часов. При этом силос контрольного варианта подвергся аэробной порче в большей степени, процессы разогревания в нем происходили более интенсивно по сравнению с другими экспериментальными образцами. Однако это не оказало существенного влияния на качество кормов по биохимическим показателям за 7 дней аэрации.

Использование при силосовании химического консерванта Сальмоцил FK в дозировке 4 л/т улучшало качество кукурузного силоса. В готовом корме определены оптимальный уровень активной кислотности (рН 4,0–4,1) и низкое содержание аммиака (0,0055–0,0078%), выявлена максимальная сохранность сахара. Силос, полученный с Сальмоцил FK, отличался более высокой аэробной стабильностью: разогрев отмечен только в конце опыта, через 120 часов после вскрытия емкостей.

Таблица 3. Физико-химические показатели кукурузного силоса после 7 дней аэрации
Table 3. Physical-chemical parameters of corn silage after 7 days of aeration

Вариант силосования	рН	Содержание в сухом веществе, %					
		сахар	аммиак	органические кислоты			
				молочная	уксусная	масляная	муравьиная
Без добавок (контроль)	3,9 ± 0,01*	0,27 ± 0,00	0,083 ± 0,00	10,80 ± 0,85*	2,86 ± 0,22*	–	–
Биотроф АС	4,4 ± 0,08*	0,27 ± 0,00	0,039 ± 0,01*	6,05 ± 0,63*	2,04 ± 0,18*	–	–
Биотроф-111	3,8 ± 0,01*	0,23 ± 0,00	0,087 ± 0,00	10,93 ± 0,92*	2,88 ± 0,27*	–	–
Сальмоцил FK	4,3 ± 0,19*	0,25 ± 0,00	0,048 ± 0,00	2,81 ± 0,32*	5,32 ± 0,88*	–	0,15 ± 0,21*

Примечание: * разность достоверна по отношению к контролю при $p \geq 0,95$.

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

- Дуборезова М.Е., Бойко И.И., Дуборезов В.М. Силос для высокопродуктивных коров. *Молочная промышленность*. 2014; (7): 29, 30. <https://www.elibrary.ru/sggaxl>
- Казакова Н.И. Оценка качества силоса в зависимости от скороспелости гибридов кукурузы и срока посева. *Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии*. 2012; (62): 92–95. <https://www.elibrary.ru/petyzr>
- Попов В.В. Переосмысление парадигмы оценки качества кормов. *Адаптивное кормопроизводство*. 2020; (1): 79–90. <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2020-1-79-90>
- Разумовский Н.П. Кукурузный силос: заготовка и использование. *Белорусское сельское хозяйство*. 2020; (8): 46–50. <https://www.elibrary.ru/tigdsw>
- Wilkinson J.M., Muck R.E. Ensiling in 2050: Some challenges and opportunities. *Grass and Forage Science*. 2019; 74(2): 178–187. <https://doi.org/10.1111/gfs.12418>
- Бикчантаев И.Т., Афордоаны Д.М. Эффективность новых штаммов молочнокислых бактерий и *B. licheniformis* в консервировании кукурузы. *Аграрный научный журнал*. 2022; (4): 53–56. <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp53-56>
- Бондарев В.А., Панов А.А., Клименко В.П., Рогачевская Н.С. О химическом консервировании трав. *Кормопроизводство*. 2008; (4): 24–28. <https://elibrary.ru/isetmd>

REFERENCES

- Duborezova M.E., Boyko I.I., Duborezov V.M. Silage for highly productive cows. *Dairy industry*. 2014; (7): 29, 30. <https://www.elibrary.ru/sggaxl>
- Kazakova N.I. Assessment of silage quality depending on the early maturity of corn hybrids and sowing time. *Bulletin of the Chelyabinsk State Agricultural Engineering Academy*. 2012; (62): 92–95. <https://www.elibrary.ru/petyzr>
- Popov V.V. Rethinking of fodder quality evaluation paradigm. *Adaptive Fodder Production*. 2020; (1): 79–90 (In Russian). <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2020-1-79-90>
- Razumovsky N.P. Corn silage: preparation and usage. *Belarusian agriculture*. 2020; (8): 46–50. <https://www.elibrary.ru/tigdsw>
- Wilkinson J.M., Muck R.E. Ensiling in 2050: Some challenges and opportunities. *Grass and Forage Science*. 2019; 74(2): 178–187. <https://doi.org/10.1111/gfs.12418>
- Bikchantaev I.T., Afordoanyi D.M. Efficiency of new strains of lactic acid bacteria and *B. licheniformis* in corn preservation. *Agrarian Scientific Journal*. 2022; (4): 53–56 (In Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp53-56>
- Bondarev V.A., Panov A.A., Klimentko V.P., Rogachevskaya N.S. On the chemical conservation of forage grass. *Fodder Production*. 2008; (4): 24–28 (In Russian). <https://elibrary.ru/isetmd>

8. Gheller L.S. *et al.* Different organic acid preparations on fermentation and microbiological profile, chemical composition, and aerobic stability of whole-plant corn silage. *Animal Feed Science and Technology*. 2021; 281: 115083. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2021.115083>

9. Советкин К.С., Сулова И.В., Дуборезов В.М. Силосование кукурузы с консервантами различной природы *Зоотехния*. 2007; (4): 9, 10. <https://elibrary.ru/jwbfrz>

10. Ерохина А.В., Сазонова И.А., Черных Т.Н. Зависимость качества брожения от применения биоконсервантов при силосовании кукурузы и сахарного сорго. *Аграрный научный журнал*. 2022; (3): 63–65. <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i3pp63-65>

11. da Silva É.B. *et al.* Effect of dry matter content on the microbial community and on the effectiveness of a microbial inoculant to improve the aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*. 2022; 105(6): 5024–5043. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21515>

12. Kung Jr.L., Smith M.L., da Silva E.B., Windle M.C., da Silva T.C., Polukis S.A. An evaluation of the effectiveness of a chemical additive based on sodium benzoate, potassium sorbate, and sodium nitrite on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101(7): 5949–5960. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14006>

13. da Silva É.B., Savage R.M., Biddle A.S., Polukis S.A., Smith M.L., Kung Jr.L. Effects of a chemical additive on the fermentation, microbial communities, and aerobic stability of corn silage with or without air stress during storage. *Journal of Animal Science*. 2020; 98(8): 246. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa246>

14. Башаров А.А., Андриянова Э.М. Влияние кукурузных силосов, заготовленных с использованием химических консервантов, на молочную продуктивность коров. *Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК. Материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXXI Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2021»*, Уфа: Башкирский государственный аграрный университет. 2021; 1: 172–177. <https://elibrary.ru/tumnwX>

ОБ АВТОРАХ

Тимофей Дмитриевич Беломожнов¹,
аспирант
belomozhnovt@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-3570-6014>

Владимир Павлович Клименко¹,
доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора
vp-klimenko@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1556-7344>

Белла Альбертовна Осипян¹,
кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный
сотрудник
bellaosipyant@mail.ru
<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-6607-2045>
8(925)537-29-76

Елизавета Павловна Васильева²,
технический консультант
по животноводству
ve@apeksplus.ru

¹ Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса, Научный городок, корп. 1, Лобня, 141055, Россия.

² ООО «ИП Апецс Плюс», ул. Краснопутиловская, 69, литер А, Санкт-Петербург, 198152, Россия

8. Gheller L.S. *et al.* Different organic acid preparations on fermentation and microbiological profile, chemical composition, and aerobic stability of whole-plant corn silage. *Animal Feed Science and Technology*. 2021; 281: 115083. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2021.115083>

9. Sovetkin K.S., Suslova I.V., Duborezov V.M. Corn siloing with different conservants. *Zootekhnika*. 2007; (4): 9, 10 (In Russian). <https://elibrary.ru/jwbfrz>

10. Erokhina A.V., Sazonova I.A., Chernykh T.N. Influence of bio-preservatives in the process of silage of corn and sugar sorgo on fermentation quality. *Agrarian Scientific Journal*. 2022; (3): 63–65 (In Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i3pp63-65>

11. da Silva É.B. *et al.* Effect of dry matter content on the microbial community and on the effectiveness of a microbial inoculant to improve the aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*. 2022; 105(6): 5024–5043. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21515>

12. Kung Jr.L., Smith M.L., da Silva E.B., Windle M.C., da Silva T.C., Polukis S.A. Effects of a chemical additive on the fermentation, microbial communities, and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101(7): 5949–5960. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14006>

13. da Silva É.B., Savage R.M., Biddle A.S., Polukis S.A., Smith M.L., Kung Jr.L. Effects of a chemical additive on the fermentation, microbial communities, and aerobic stability of corn silage with or without air stress during storage. *Journal of Animal Science*. 2020; 98(8): 246. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa246>

14. Basharov A.A., Andriyanova E.M. Effect of corn silos prepared using chemical preservatives on cow dairy productivity. *Current state, traditions and innovative technologies in the development of the agro-industrial complex. Proceedings of the International scientific and practical conference within the framework of the XXXI International specialized exhibition "Agrocomplex-2021"*. Ufa: Bashkir State Agrarian University. 2021; 1: 172–177 (In Russian). <https://elibrary.ru/tumnwX>

ABOUT THE AUTHORS

Timofei Dmitrievich Belomozhnov¹,
Postgraduate Student
belomozhnovt@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-3570-6014>

Vladimir Pavlovich Klimenko¹,
Doctor of Agricultural Sciences, Deputy Director
vp-klimenko@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1556-7344>

Bella Albertovna Osipyant¹,
Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Researcher
bellaosipyant@mail.ru
<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-6607-2045>
8(925)537-29-76

Elizaveta Pavlovna Vasilyeva²,
Livestock Technical Consultant
ve@apeksplus.ru

¹ Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, 1 Nauchnyy gorodok, Lobnya, 141055, Russia

² IP Apex Plus LLC, 69 Krasnoputlovskaya Str., letter A, Saint Petersburg, 198152, Russia

В.Н. Романов ✉
Н.В. Боголюбова
А.В. Мишуров
В.А. Девяткин
Р.А. Рыков

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, Подольск, Московская обл., Россия

✉ romanoff-viktor51@yandex.ru

Поступила в редакцию:
31.05.2023

Одобрена после рецензирования:
31.10.2023

Принята к публикации:
10.11.2023

Viktor N. Romanov ✉
Nadezhda V. Bogolyubova
Alexey V. Mishurov
Vladimir A. Devyatkin
Roman A. Rykov

Federal Research Center of Animal Husbandry — VIZ Academician L.K. Ernst, Podolsk, Moscow region, Russia

✉ romanoff-viktor51@yandex.ru

Received by the editorial office:
31.05.2023

Accepted in revised:
31.10.2023

Accepted for publication:
10.11.2023

Эффективность скармливания поджелудочной железы свиной телятам отъемного периода выращивания

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Изучение физиологического действия поджелудочной железы, являющейся боенским отходом, на организм телят раннего отъема в период становления пищеварительной деятельности желудочно-кишечного типа для улучшения адаптивных возможностей организма телят представляет научно-практический интерес.

Методы. Научно-производственный опыт проводился на телятах отъемного периода в течение 90 дней. Скармливали поджелудочную железу свиной (ПЖС), полученную из отходов боенского производства, высушенную с применением лиофилизации. Телята — аналоги по породе, возрасту, живой массе — были сформированы в две группы ($n = 8$), животным опытной группы задавали кормовой продукт из расчета 40 мг/кг живой массы ежедневно с комбикормом при групповом беспривязном содержании. Проводились учет живой массы ($n = 8$) и анализ биохимического и гематологического состава крови ($n = 5$).

Результаты. Установлены более высокие приросты живой массы телят, получавших ПЖС, при улучшении биохимических и гематологических показателей крови (без отрицательного последствие). При тенденции увеличения уровня общего белка за счет альбуминовой фракции положительными свидетельствами улучшения азотистого обмена также является более низкий уровень мочевины. Более высокие уровни креатинина в совокупности с уровнями глюкозы, щелочной фосфатазы характеризуют повышение обеспеченности энергетических обменных процессов в организме телят под влиянием кормового продукта. Положительные различия в уровнях фосфолипидов, триглицеридов, холестерина на фоне более низкого уровня билирубина свидетельствуют об улучшении липидного обмена, но и (косвенно) о липотропной функции печени. Положительные тенденции установлены в гематологических показателях крови, более высокие уровни — эритроцитов, гемоглобина, гематокрита, более низкие — лейкоцитов.

Ключевые слова: телята, отъем, боенские отходы, поджелудочная железа, лиофилизация, прирост массы, биохимия, гематология, кровь

Для цитирования: Романов В.Н., Боголюбова Н.В., Мишуров А.В., Девяткин В.А., Рыков Р.А. Эффективность скармливания поджелудочной железы свиной телятам отъемного периода выращивания. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 59–63. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-59-63>

© Романов В.Н., Боголюбова Н.В., Мишуров А.В., Девяткин В.А., Рыков Р.А.

The effectiveness of feeding the pancreas of pigs to calves of the weaning period of growing

ABSTRACT

Relevance. The study of the physiological effect of the pancreas, which is a slaughter waste, on the body of calves of early weaning during the formation of digestive activity of the gastrointestinal type to improve the adaptive capabilities of the body of calves is of scientific and practical interest.

Methods. Scientific and production experience was carried out on calves of the weaning period for 90 days. The pancreas of pigs (pancreas) was fed, obtained from the waste of the slaughterhouse production, dried with the use of lyophilization. Calves — analogs by breed, age, live weight — were formed into two groups ($n = 8$), the animals of the experimental group were given a feed product at the rate of 40 mg/kg of live weight daily with compound feed with group loose content. Live weight accounting ($n = 8$) and analysis of biochemical and hematological composition of blood ($n = 5$) were carried out.

Results. Higher live weight gains of calves treated with PHC were established with improvement of biochemical and hematological blood parameters (without negative aftereffect). With a tendency to increase the level of total protein due to the albumin fraction, a lower level of urea is also positive evidence of an improvement in nitrogen metabolism. Higher creatinine levels in combination with glucose and alkaline phosphatase levels characterize an increase in the availability of energy exchange processes in the body of calves under the influence of a feed product. Positive differences in the levels of phospholipids, triglycerides, cholesterol against the background of lower bilirubin levels indicate an improvement in lipid metabolism, but also (indirectly) lipotropic liver function. Positive trends have been established in hematological indicators of blood, higher levels of erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, lower levels of leukocytes.

Key words: calves, weaning, slaughter waste, pancreas, lyophilization, weight gain, biochemistry, hematology, blood

For citation: Romanov V.N., Bogolyubova N.V., Mishurov A.V., Devyatkin V.A., Rykov R.A. The effectiveness of feeding the pancreas of pigs to calves of the weaning period of cultivation. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 59–63 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-59-63>

© Romanov V.N., Bogolyubova N.V., Mishurov A.V., Devyatkin V.A., Rykov R.A.

Введение/Introduction

Современные мясоперерабатывающие предприятия имеют возможность применения экологически безопасных технологий использования боенских отходов для производства не только высокопитательных кормовых добавок, но и переработки ряда эндокринных органов, имеющих высокую физиологическую ценность. Наряду с соблюдением требований экологической безопасности рациональное использование боенских отходов представляет возможность получения широкого арсенала кормовых средств, имеющих высокий биологический потенциал [1–5].

Для повышения биологической полноценности рационов жвачных могут использоваться такие кормовые продукты, как кровяная, мясокостная, костная мука, кератины рогов, копыты, эластины соединительных тканей животных, коллагены костной и хрящевой ткани, белковые концентраты и гидролизаты переработки кожи, шкура, каньга, получаемые в современных технологических циклах переработки боенских отходов [4, 5].

Циклы переработки боенского биоматериала включают его измельчение, обработку высокими температурами воздействия, последующее обезвоживание, окончательное дробление с параллельной стерилизацией. Переработка может проводиться в аппаратах непрерывного либо периодического действия при атмосферном или избыточном давлении под вакуумом при сухом способе тепловой обработки. Либо мокрым способом путем непосредственного воздействия на сырье острым паром или водой, существенно влияя на структуру биоматериала [6–11].

К настоящему времени установлены возможности использования в рационах жвачных животных ряда продуктов переработки боенских отходов в виде протеиновых, энергетических и минеральных добавок [6].

При общеизвестных особенностях пищеварительных процессов у жвачных животных, заключающихся в симбионтных преобразованиях экзогенных растительных источников питательных веществ в преджелудках, установлено, что кормовые средства животного происхождения имеют меньшую доступность симбионтной микрофлоре преджелудков с более полным поступлением и усвоением их в кишечнике [12].

На переваривание кормов животного происхождения организму жвачных животных требуется адаптивная выработка специфических пищеварительных амилопротеолипидических ферментов поджелудочной железы. В целом затраты питательных веществ и энергии на переваривание и усвоение кормов в желудочно-кишечном тракте жвачных животных составляют 50–60% от поступающих в составе рациона со значительным их расходом на синтез пищеварительных ферментов.

Для повышения адаптивных возможностей животного организма необходим поиск путей и механизмов улучшения деятельности пищеварительной системы у молодняка в раннем постнатальном онтогенезе, который характеризуется, как правило, недостаточной функциональной деятельностью преджелудков, печени, поджелудочной железы. Полное развитие и формирование желудочно-кишечного типа пищеварительной деятельности, характерного жвачным животным, наступают только к 4–6-месячному возрасту (в зависимости от типов кормления). Общеизвестно, что пищеварительные процессы представляют собой сложную биотрансформацию питательных веществ, потребляемых

в составе кормов, осуществляемую в процессах ферментной деполимеризации с динамичным конвейерным использованием разнообразных ферментов. При этом длительность ферментативных адаптаций адаптивно-приспособительного характера панкреатической секреции поджелудочной железой осуществляется до 20 дней (в зависимости от характера кормления) [13–17].

В целях ускорения становления преджелудков у растущих жвачных животных в настоящее время находят применение пробиотических препаратов амило-, протео- и целлюлозолитической направленности физиологического действия, а также кормовых ферментов микробиологического синтеза. В связи с этим перспективным является изучение возможностей использования поджелудочной железы свиней, являющейся отходом боенских производств, полученную в результате сублимационной сушки, позволяющей сохранить исходные свойства, физическую и биологическую целостность биоматериала, в частности пищеварительных ферментов. Боенские отходы поджелудочных желез использовались для выделения инсулина, но в связи с переводом производства инсулина на синтетическую основу их использование для нужд фармакологии в настоящее время незначительно. При этом часть получаемых поджелудочных желез перерабатывается для производства медицинского и технического панкреатина, трипсина и химотрипсина [9, 18, 19].

В ранее проведенных физиологических исследованиях на телятах, имеющих хронические фистулы рубца по Басову, после молочного периода выращивания и откормочных бычках установлено улучшение показателей видимой переваримости питательных веществ кормов при положительных изменениях в кишечном пищеварении под действием запатентованного препарата (панкрин), являющегося отходом поджелудочной железы свиней после экстракции инсулина. Специфическое физиологическое его действие на пищеварительные процессы в применяемой дозе 40 мг/кг живой массы способствовало значительному повышению интенсивности роста бычков, выращиваемых в условиях интенсивной технологии производства говядины [20].

Учитывая, что боенские отходы поджелудочных желез далеко не полностью используются в фармакологии и промышленном производстве, несомненный научно-практический интерес представляет их применение для разработки кормовых продуктов, способствующих улучшению пищеварительных и обменных процессов в организме сельскохозяйственных животных, раскрытию генетического потенциала.

Цель исследований — изучение обменных процессов в организме телят после молочного периода выращивания при скормливании лиофильно высушенной поджелудочной железы свиней (ПЖС) в дозе 40 мг/кг живой массы.

В задачи исследований входило: в сравнительном аспекте изучить интенсивность роста телят, получавших ПЖС, относительно контроля; изучить особенности обменных процессов в организме животных под действием кормового продукта.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Исследования проводились в соответствии с методическими требованиями¹ в условиях фермы «Зыбино», экспериментального хозяйства «Клёново-Чегодаево»

¹ Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос. 1976; 303.

Таблица 1. Схема научно-производственного опыта
Table 1. Scheme of research and production experience

Группа	Количество голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
Контрольная	8	90	Основной рацион (ОР)
Опытная	8	90	(ОР) + ПЖС по 40 мг/кг живой массы

Таблица 2. Динамика роста живой массы животных (n = 8)
Table 2. Dynamics of growth in live weight of animals (n = 8)

Показатели	Группа	
	контрольная	опытная
Масса при постановке, кг	50 ± 3,91	49,75 ± 2,15
Масса через 30 дней, кг	71,5 ± 2,87	73 ± 3,97
Среднесуточный прирост за 30 дней, г	716,7	775
Масса через 60 дней, кг	94,38 ± 3,7	97,63 ± 5,65
Среднесуточный прирост за 30 дней, г	762,5	820,8
Масса через 90 дней, кг	116,88 ± 4,16	123,5 ± 7,24
Среднесуточный прирост за 30 дней, г	750	862,5
Прирост за 90 дней, кг	66,88 ± 2,66	73,75 ± 6,34
Среднесуточный прирост за 90 дней	743,1	819,4
Масса через 30 дней после опыта, кг	139,28 ± 6,76	148,51 ± 5,47
Прирост за 30 дней последствия, кг	22,4 ± 3,16	25,01 ± 4,76
Среднесуточный прирост, г	746,7	833,7

Московской области в 2019 году в течение 90 дней на двух группах телочек черно-пестрой голштинизированной породы (по восемь голов в каждой) с последующим учетом последствия через 30 дней после скормливания. ПЖС задавали в смеси с комбикормом в дозе 40 мг/кг живой массы телятам отъемного периода выращивания (табл. 1).

Следует принимать во внимание, что данный период характеризуется сложной перестройкой пищеварительной системы к желудочно-кишечному типу пищеварения.

Животные подопытных групп при групповом беспривязном содержании получали сбалансированные по детализированным нормам² общехозяйственные рационы с прекращением выпойки молока в возрасте трех месяцев.

В период проведения исследований животные находились под постоянным ветеринарным контролем и были физиологически здоровы.

Зоотехнический учет живой массы проводили на основании ежемесячных взвешиваний животных.

Протокол исследования на животных был одобрен биоэтической комиссией ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (протокол от 20 марта 2023 года № 2).

Кормовой продукт — сухая поджелудочная железа свинья (ПЖС) получена в лаборатории физиологии и биохимии сельскохозяйственных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста и представляет собой порошок влажностью 5–6%, содержащий преимущественно липиды, органические вещества, белки, в составе которых пептиды, свободные аминокислоты, ферменты и другие биологические вещества [11].

В конце опыта у подопытных животных производился забор крови из яремной вены (n = 5) с последующим определением биохимических (общий белок, альбумины, глобулины, креатинин, мочевины, билирубин общий, холестерин общий, кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, глюкоза, АСТ, АЛТ) показателей, триглицеридов и гематологических (гемоглобин, эритроциты, лимфоциты, гематокрит) показателей на автоматическом биохимическом анализаторе ChemWell (Awareness Tehnology, США) в отделе физиологии и биохимии сельскохозяйственных ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

Полученные материалы обработаны биометрически с помощью прикладных программ Microsoft Excel (США) с вычислением таких величин, как среднеарифметическая (M), среднеквадратическая ошибка (m) и уровень значимости (p). Результаты исследований считаются высокодостоверными при p < 0,001 и достоверными при p < 0,01 и p < 0,05.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

При сравнительно одинаковой постановочной живой массе через месяц после начала эксперимента животные в контрольной группе весили 71,5 кг, в опытной — 73 кг со среднесуточным приростом, соответственно, 716,7 г и 775 г. Через два месяца эти значения составляли в контроле 94,38 кг и 762,5 г, а в опыте — 97,63 кг и 820,8 г соответственно (табл. 2).

Наблюдалась общая положительная тенденция к увеличению прироста живой массы с наибольшей разницей в третий месяц скормливания препарата ПЖС при среднесуточном приросте у животных опытной группы 862,5 г против 750 г в контроле (15%). За 90 дней опыта дополнительный прирост живой массы животных контрольной группы составил 66,88 кг, а опытной — 73,75 кг (выше на 10,3%) при среднесуточных приростах живой массы, соответственно, 743,1 г и 819,4 г.

Отмечая положительную тенденцию роста живой массы телят под действием ПЖС в период становления желудочно-кишечного типа пищеварения, положительная разница сохранилась и после отмены скормливания, составив 11,7%, при среднесуточном приросте живой массы 833,7 г в опытной группе против 746,7 г в контроле.

Полученные данные в ходе эксперимента согласуются с результатами ранее проведенных физиологических исследований на жвачных животных, имеющих фистулы рубца и дуоденальные анастомозы по А.Д. Синещеву, и научно-производственных опытов по изучению продуктивного действия кормового продукта, полученного из лиофилизированной ПЖС после экстракции инсулина [20].

Выявленное положительное действие ПЖС на рост телят раннего постнатального онтогенеза обусловлено положительными изменениями белкового и углеводно-жирового обмена (табл. 3).

Установлен более высокий уровень общего белка в сыворотке крови животных в опытной группе (на 2,4%), в том числе фракции альбуминов на 3,8% (p ≤ 0,05), глобулинов — на 1,2% при изменении А/Г коэффициента до 0,87 единиц против 0,85 в контроле. О положительных изменениях азотистого обмена свидетельствует и более низкий уровень мочевины (на 28,2%) (p ≤ 0,05) с более высоким (на 4,8%) уровнем креатинина (p ≤ 0,05), характеризующего также и активизацию энергетического обмена через креатинфосфат. В дополнение свидетельством более высокого уровня энергообеспеченности обменных процессов в организме телят под действием ПЖС является более высокий (на 22,4%) уровень концентрации глюкозы, составивший 4,16 мМ/л против 3,4 мМ/л (p ≤ 0,05), являющейся источником энергии во всех жизненно важных процессах, протекающих в организме, и одним из важнейших параметров, характеризующих в данном случае улучшение углеводного обмена вследствие физиологического действия ПЖС в организме растущих животных.

² Калашников А.П., Клейменов Н.И., Щеглов В.В. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. Часть 1. Крупный рогатый скот. М.: Знание. 1994; 400.

Таблица 3. Биохимические показатели крови (n = 5)
Table 3. Biochemical parameters of blood (n = 5)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Белок общий, г/л	71,63 ± 0,71	73,32 ± 0,25*
Альбумины, г/л	32,8 ± 0,27	34,04 ± 0,47*
Глобулины, г/л	38,83 ± 0,65	39,28 ± 0,67
А/Г коэффициент	0,85 ± 0,02	0,87 ± 0,03
Мочевина, мм/л	4,46 ± 0,39	3,48 ± 0,11*
Креатинин, мкм/л	90,46 ± 1,6	94,78 ± 1,07*
Глюкоза, мм/л	3,4 ± 0,12	4,16 ± 0,14*
Триглицериды, мм/л	0,14 ± 0,01	0,17 ± 0,01*
Фосфолипиды, мм/л	0,32 ± 0,03	0,45 ± 0,04*
Холестерин, мм/л	1,68 ± 0,11	2,02 ± 0,1*
Билирубин общий, мкм/л	4,31 ± 0,26	3,41 ± 0,13*
АЛТ, нкат/л	35,79 ± 0,54	37,38 ± 0,71
АСТ, нкат/л	85,99 ± 3,58	88,1 ± 3,1
АСТ/АЛТ	2,4 ± 0,09	2,35 ± 0,09
Щелочная фосфатаза, нкат/л	277,2 ± 13,89	335,03 ± 10,07*
Ca, мм/л	2,83 ± 0,1	3,01 ± 0,04
P, мм/л	1,57 ± 0,06	1,71 ± 0,09
Ca/P	1,81	1,77
Mg, мм/л	0,93 ± 0,1	1,11 ± 0,06
Fe, мкм/л	28,55 ± 1,07	29,94 ± 2,17
Хлориды, мм/л	104,86 ± 2,01	105,2 ± 1,64

* Различия по сравнению с контролем статистически достоверны при $p \leq 0,05$.

О более высокой обеспеченности энергией метаболических процессов в организме телят под влиянием ПЖС свидетельствует и более высокий уровень активности щелочной фосфатазы (на 20,9%) ($p \leq 0,01$). Щелочная фосфатаза, катализирующая гидролиз моноэфиров ортофосфорной кислоты, отражает состояние энергетического обмена, ее более высокий уровень указывает на более высокую обеспеченность клеток тканей организма в виде АТФ. К тому же является маркерным ферментом минерального обмена, в частности кальциево-фосфорного, ее более высокий уровень согласуется с более высоким уровнем фосфора (на 8,9%) ($p \leq 0,05$) в сыворотке крови животных, получавших ПЖС.

Во взаимосвязи с более высоким уровнем энергетической обеспеченности вследствие применения ПЖС выявлены положительные различия в уровне фосфолипидов в сыворотке крови с 0,32 до 0,45 мм/л (на 40,6% при $p \leq 0,05$), уровне триглицеридов — на 21,5% ($p \leq 0,05$), холестерина — на 20,2% ($p \leq 0,05$) при снижении общего билирубина на 26,4% ($p \leq 0,05$), что может свидетельствовать не только об улучшении липидного обмена.

В сыворотке крови подопытных животных не выявлено значительной разницы в активности аминотрансфераз.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований (№ 123011700008-3).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Будеева И.Ю., Кузнецов М.Ю. Изучение эффективности использования кормов из биологических отходов животного происхождения при кормлении коров. *Основы и перспективы органических биотехнологий*. 2019; (4): 3–9. <https://www.elibrary.ru/hizedk>
- Воротников И.Л. и др. Наилучшие доступные технологии убой животных и птицы на мясоперерабатывающих предприятиях. Переработка побочных продуктов. Монография. Саратов: Саратовский ГАУ. 2018; 609. ISBN 978-5-907035-16-4 <https://www.elibrary.ru/yolool>

Таблица 4. Гематологические показатели крови (n = 5)
Table 4. Hematological parameters of blood (n = 5)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Лейкоциты, 10^9 /л	14,33 ± 0,49	12,65 ± 0,31*
Эритроциты, 10^{12} /л	6,35 ± 0,41	7,19 ± 0,33
Гемоглобин, г/л	88,81 ± 3,28	97,82 ± 4,87
Гематокрит, %	25,13 ± 1,54	28,38 ± 1,03

* Различия по сравнению с контролем статистически достоверны при $p \leq 0,05$.

По минеральному обмену значительной разницы в показателях содержания изучаемых минеральных веществ не установлено при тенденциях более высоких уровней кальция, магния, железа.

Применение в питании телят ПЖС обусловило более низкий уровень лейкоцитов (на 13,3% при $p \leq 0,05$) с установленной тенденцией повышения уровня эритроцитов на 13,2%, гемоглобина — на 10,1%, гематокрита — на 12,9% (табл. 4).

Таким образом, полученные показатели биохимических и гематологических исследований крови свидетельствуют об улучшении метаболических процессов в организме телят раннего постнатального онтогенеза под действием кормового продукта из ПЖС в сложный адаптационный период становления пищеварительной системы при ускорении роста животных.

Выводы/Conclusion

При сравнительно одинаковой постановочной живой массе за 90 дней опыта дополнительный прирост живой массы животных контрольной группы составил 66,88 кг, а опытной — 73,75 кг (выше на 10,3%) при среднесуточном приросте живой массы, соответственно, 743,11 г и 819,4 г без отрицательного последствия.

Установлен более высокий уровень общего белка в сыворотке крови животных в опытной группе (на 2,4%), в том числе фракции альбуминов на 3,8% ($p \leq 0,05$), глобулинов — на 1,2% при изменении А/Г коэффициента до 0,87 единицы против 0,85 в контроле, при более низком уровне мочевины (на 28,2% при $p \leq 0,05$).

Выявлены более высокий уровень активности щелочной фосфатазы (на 20,9%) ($p \leq 0,01$) и уровень концентрации глюкозы (на 22,4%) в организме телят под влиянием ПЖС.

Применение в питании телят ПЖС обусловило более низкий уровень лейкоцитов (на 13,3% при $p \leq 0,05$) с установленной тенденцией повышения уровня эритроцитов на 13,2%, гемоглобина — на 10,1%, гематокрита — на 12,9%.

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.

FUNDING

The research was carried out with the financial support of fundamental scientific research (No. 123011700008-3).

REFERENCES

- Budeeva I.Yu., Kuznetsov M.Yu. Study of efficiency of use of feeds from biological waste of animal origin with the addition of carbamide for feeding cows. *Osnovy i perspektivy organicheskikh biotekhnologii*. 2019; (4): 3–9 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/hizedk>
- Vorotnikov I.L. et al. The best available technologies for slaughtering animals and poultry at meat processing plants. Processing of by-products. Monograph. Saratov: Saratov State Agrarian University. 2018; 609 (In Russian). ISBN 978-5-907035-16-4 <https://www.elibrary.ru/yolool>

3. Кузнецова Н.А., Зинич Л.В. Вторичная переработка отходов как фактор устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий. *Фундаментальные исследования*. 2021; (11): 120–124. <https://doi.org/10.17513/fr.43132>
4. Пасичный В.Н. Вторичное может стать первичным. Рационализация использования ресурсов мясозерного производства. Эндокринные железы для производства ферментных и органопрепаратов. *Мясной бизнес*. 2006; (1): 47–76.
5. Nguyen V.T. (ed.). Potential, Uses and Future Perspectives of Agricultural Wastes. Recovering Bioactive Compounds from Agricultural Wastes. Wiley. 2017; 1–32. <https://doi.org/10.1002/9781119168850.ch1>
6. Алехин Ю.Н., Елизарова Т.И., Лазарев Б.П., Миньченко С.В. Особенности получения и питательность экструдированных кормов с включением боенских отходов. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2014; (1): 27–31. <https://www.elibrary.ru/sfqczx>
7. Курочкин А.А. Способ производства кормов из отходов животного и растительного происхождения с повышенной влажностью ингредиентов. *Инновационная техника и технология*. 2019; 6(2): 21–25. <https://www.elibrary.ru/vnfofu>
8. Лаптева Н.Г. Возможность эффективного использования побочных продуктов убоя. *Наука, бизнес, власть – триада регионального развития. Сборник статей по материалам III Международной научно-практической конференции*. Санкт-Петербург: Научразвитие. 2018; 80–83. <https://www.elibrary.ru/yobjpn>
9. Сидоров Ю.И. Промислові ліофільні сушарки періодичної дії у біотехнології. *Біотехнологія*. 2012; 5(6): 39–46 (на укр. яз.). <https://www.elibrary.ru/pwcdij>
10. Темников Д.А., Соколов Н.А., Чепуштанова О.В. Стандартизация кормов животного происхождения. *Теоретические, практические и безопасные аспекты ведения сельского хозяйства. Сборник тезисов круглого стола*. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет. 2021; 215–217. <https://www.elibrary.ru/yhdplf>
11. Файвишевский М.Л. К вопросу о комплексной переработке некоторых видов побочного мясного сырья. *Мясные технологии*. 2019; (8): 54–57. <https://www.elibrary.ru/uwblek>
12. Мишуrow А.В., Боголюбова Н.В., Романов В.Н. Процессы пищеварения у овец при включении в рацион кровяной муки. *Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства*. 2019; (2): 83–86. <https://www.elibrary.ru/hpdcvs>
13. Батоев Ц.Ж. Адаптация ферментов поджелудочной железы при переваривании пищи животного и растительного происхождения. *Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география*. 2018; (2): 70–75. <https://doi.org/10.18101/2587-7143-2018-2-70-75>
14. Батоев Ц.Ж., Санжиева С.Е. Пищеварительная функция поджелудочной железы животных и ее адаптация к качеству видового питания. *Вестник Бурятского государственного университета*. 2012; (SB): 268–272. <https://elibrary.ru/pbidnj>
15. Батоев Ц.Ж., Башанова М.Ф., Котурай И.А. Ферментативная активность гомогената ткани поджелудочной железы крупного рогатого скота и ее адаптация. *Вестник Бурятского государственного университета*. 2012; (4): 190–192. <https://elibrary.ru/pfmrsm>
16. Котурай И.А. Пищеварительная функция поджелудочной железы овец и ее адаптация. *Вестник Бурятского государственного университета*. 2012; (4): 192–194. <https://elibrary.ru/pfmrmb>
17. Можейко Л.А., Гончар И.В., Аниско Е.Л. Морфофункциональная характеристика поджелудочной железы в постнатальном онтогенезе. *Морфология*. 2007; 131(3): 82. <https://elibrary.ru/ijiduv>
18. Касымов С.К., Тулеуов Е.Т. Использование эндокринного сырья КРС для производства биологически активных продуктов. *Техника и технология пищевых производств*. 2009; (4): 58–60. <https://elibrary.ru/kyuqpf>
19. Малофеев Ю.М., Рядинская Н.И. Поджелудочная железа маралов как источник эндокринно-ферментного сырья. *Актуальные проблемы патологии животных. Материалы Международного съезда терапевтов, диагностов*. Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет. 2005; 107–110. <https://elibrary.ru/zwabid>
20. Клинская М.М., Романов В.Н. Использование отхода производства инсулина в животноводстве. *Кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов. Бюллетень научных работ*. Дубровицы: ВИЖ. 1987; 88: 39–41.
3. Kuznetsova N.A., Zinich L.V. Secondary waste processing as a factor of sustainable development of agricultural enterprises. *Fundamental research*. 2021; (11): 120–124 (In Russian). <https://doi.org/10.17513/fr.43132>
4. Pasichny V.N. Secondary can become primary. Rationalization of the use of meat and fat production resources. Endocrine glands for the production of enzyme and organ preparations. *Myasnoi biznes*. 2006; (1): 47–76 (In Russian).
5. Nguyen V.T. (ed.). Potential, Uses and Future Perspectives of Agricultural Wastes. Recovering Bioactive Compounds from Agricultural Wastes. Wiley. 2017; 1–32. <https://doi.org/10.1002/9781119168850.ch1>
6. Alekhin Yu.N., Elizarova T.I., Lazarev B.P., Minchenko S.V. Features of obtaining and nutritional value of extruded feed with the inclusion of slaughterhouse waste. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products*. 2014; (1): 27–31 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/sfqczx>
7. Kurochkin A.A. Method of production of feed from waste animal and vegetable origin with high humidity ingredients. *Innovative Machinery and Technology*. 2019; 6(2): 21–25 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/vnfofu>
8. Lapteva N.G. The possibility of effective use of by-products of slaughter. *Science, business, power are a triad regional development. Collection of articles based on materials of the III International Scientific and Practical Conference*. St. Petersburg: Natsrazvitie. 2018; 80–83 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yobjpn>
9. Sidorov Yu.I. Industrial lyophilic batch dryers of periodic action in biotechnology. *Biotechnologia Acta*. 2012; 5(6): 39–46 (In Ukrainian). <https://www.elibrary.ru/pwcdij>
10. Temnikov D.A., Sokolov N.A., Chepushtanova O.V. Standardization of feed of animal origin. *Theoretical, practical and safe aspects of farming. Collection of abstracts of the round table*. Ekaterinburg: Urals State Agricultural Academy. 2021; 215–217 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yhdplf>
11. Faivishevsky M.L. On the issue of complex processing of some types of by-product meat raw materials. *Meat Technology*. 2019; (8): 54–57 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/uwblek>
12. Mishurov A.V., Bogolyubova N.V., Romanov V.N. Sheep digestive processes at blood meal enabled in the ration. *Journal of VNIIMZH*. 2019; (2): 83–86 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/hpdcvs>
13. Batoev Ts.Zh. Adaptation of pancreatic enzymes during the digestion of food of animal and vegetable origin. *Bulletin of Buryat State University. Biology, geography*. 2018; (2): 70–75 (In Russian). <https://doi.org/10.18101/2587-7143-2018-2-70-75>
14. Batoev Ts.Zh., Sanzhieva S.E. The digestive function of animals pancreas and its adaptation to the quality of specific food. *Bulletin of Buryat State University*. 2012; (SB): 268–272 (In Russian). <https://elibrary.ru/pbidnj>
15. Batoev Ts.Zh., Bashanova M.Ph., Koturai I.A. The enzymatic activity of cattle pancreatic tissue gomonenate and its adaptation. *Bulletin of Buryat State University*. 2012; (4): 190–192 (In Russian). <https://elibrary.ru/pfmrsm>
16. Koturai I.A. The digestive function of the sheep pancreas and its adaptation. *Bulletin of Buryat State University*. 2012; (4): 192–194 (In Russian). <https://elibrary.ru/pfmrmb>
17. Mozheiko L.A., Gonchar I.V., Anisko E.L. Morphofunctional characteristics of the pancreas in postnatal ontogenesis. *Morphology*. 2007; 131(3): 82 (In Russian). <https://elibrary.ru/ijiduv>
18. Kasymov S.K., Tuleuov E.T. Use of endocrinic raw material KPC for manufacture biological active products. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2009; (4): 58–60 (In Russian). <https://elibrary.ru/kyuqpf>
19. Malofeev Yu.M., Ryadinskaya N.I. The pancreas of marals as a source of endocrine-enzyme raw materials. *Actual problems of animal pathology. Proceedings of the International Congress of Therapists, Diagnosticians*. Barnaul: Altai State Agricultural University. 2005; 107–110 (In Russian). <https://elibrary.ru/zwabid>
20. Klinskaya M.M., Romanov V.N. The use of insulin production waste in animal husbandry. *Feeding of agricultural animals and feed technology. Bulletin of scientific works*. Dubrovitsy: VIZh. 1987; 88: 39–41 (In Russian).

ОБ АВТОРАХ

Виктор Николаевич Романов, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных romanoff-viktor51@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-3542-5370>

Надежда Владимировна Боголюбова, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник 652202@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

Алексей Владимирович Мишуrow, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных a.v.mishurov@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-7382-1625>

Владимир Анатольевич Девяткин, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных vladimir.devjatkin@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-2362-029>

Роман Анатольевич Рыков, старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных brukw@bk.ru <https://orcid.org/0000-0003-0228-8901>

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста пос. Дубровицы, 60, Подольск, Московская обл., 142132, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Viktor Nikolaevich Romanov, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals romanoff-viktor51@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-3542-5370>

Nadezhda Vladimirovna Bogolyubova, Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher 652202@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

Aleksey Vladimirovich Mishurov, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals a.v.mishurov@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-7382-1625>

Vladimir Anatolievich Devyatkin, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals vladimir.devjatkin@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-2362-029>

Roman Anatolievich Rykov, Senior Researcher, Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals brukw@bk.ru <https://orcid.org/0000-0003-0228-8901>

Federal Research Center of Animal Husbandry — VIZ Academician L.K. Ernst, 60 Dubrovitsy village, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia

Р.В. Некрасов¹ ✉
М.Г. Чабаев¹
Е.В. Туаева¹
Д.А. Никанова¹
Н.В. Боголюбова¹
С.О. Шаповалов²
Г.А. Иванов³

¹Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, Московская обл., Россия

²НИЦ «Черкизово», Москва, Россия

³ООО «НордТехСад», Новодвинск, Россия

✉ nek_roman@mail.ru

Поступила в редакцию:
04.09.2023

Одобрена после рецензирования:
31.10.2023

Принята к публикации:
10.11.2023

Влияние липидной фракции личинок Чёрной львинки на продуктивность, резистентность и обменные процессы у телят молочного периода выращивания

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Имеются данные о повышении иммунитета у животных при скармливании им компонентов из личинок насекомых.

Цели исследований — изучение некоторых сторон состава и бактерицидных свойств липидной фракции, полученной из биомассы личинок Чёрной львинки (ЛЧЛ-лф); установление эффективности использования ЛЧЛ-лф в качестве добавки к рациону телят молочного периода выращивания.

Методика. Научно-хозяйственный опыт по изучению действия различных уровней использования липидной фракции, полученной из биомассы личинок Чёрной львинки, в рационах телят молочного (с 59-го по 123-й день) периода выращивания проведен в АО «Молоди» Московской области. Животным контрольной группы скармливался сбалансированный по энергии и питательным веществам рацион, 1-й опытной дополнительно к основному рациону ежедневно (индивидуально) в утреннее кормление скармливали 5 г ЛЧЛ-лф, 2-й опытной — 10 г ЛЧЛ-лф.

Результаты. Жирнокислотный состав ЛЧЛ-лф: сумма насыщенных ЖК — 85,9%, лауриновой кислоты — 55,6%. Антимикробные свойства экстракта из ЛЧЛ-лф в значительной степени отмечены в отношении грамположительных бактерий. Отмечено, что скармливание личинок в диетах молодянка улучшало бактерицидные свойства сыворотки крови подопытных животных — с 31,4 до 42,9–48,6% ($p < 0,05$). Более высоким в крови животных 2-й группы было содержание эритроцитов (11,6% против $10,3 \times 10^{12}/л$ в контроле, $p = 0,08$) и гематокрита (40,9 против 37,1% в контроле, $p = 0,02$), что свидетельствует о повышении окислительно-восстановительной способности крови подопытных животных. В крови животных опытных групп повышалось содержание свободных водорастворимых антиоксидантов — с 14,8 мг/л в контроле до 17,8 мг/л ($p = 0,08$) и до 15,7 мг/л ($p = 0,39$) в крови животных опытных групп, 1-й и 2-й соответственно. В целом за двухмесячный период опыта увеличение ССП составило: в 1-й группе — 8,4%, во 2-й группе — 18,7% по сравнению с контролем (703,1–769,5 г против 648,4 г, $p < 0,05$).

Ключевые слова: телята, личинки, Чёрная львинка, прирост, показатели крови, резистентность

Для цитирования: Некрасов Р.В. и др. Влияние липидной фракции личинок Чёрной львинки на продуктивность, резистентность и обменные процессы у телят молочного периода выращивания. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 64–69. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-64-69>

© Некрасов Р.В., Чабаев М.Г., Туаева Е.В., Никанова Д.А., Боголюбова Н.В., Шаповалов С.О., Иванов Г.А.

Roman V. Nekrasov¹ ✉
Magomed G. Chabaev¹
Evgenia V. Tuayeva¹
Daria A. Nikanova¹
Nadezhda V. Bogolyubova¹
Sergey O. Shapovalov²
Gennady A. Ivanov³

¹L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy settlement, Moscow region, Russia

²SIC Cherkizovo, Moscow, Russia

³LLC NordTehkSad, Novodvinsk, Russia

✉ nek_roman@mail.ru

Received by the editorial office:
04.09.2023

Accepted in revised:
31.10.2023

Accepted for publication:
10.11.2023

Influence of lipid fraction of Black Soldier fly larvae on productivity, resistance and metabolic processes in milk-fed period calves

ABSTRACT

Relevance. There is evidence of increased immunity in animals when they are fed components from insect larvae. The research objectives are to study some aspects of the composition and bactericidal properties of the lipid fraction obtained from the biomass of Black Lion larvae (LCL-If); to establish the effectiveness of using LCL-If as an additive to the diet of calves of the dairy growing period.

Methodology. Scientific and economic experience in studying the effect of various levels of use of the lipid fraction obtained from the biomass of Black Lion larvae in the diets of dairy calves (from the 59th to the 123rd day) of the growing period was carried out in JSC “Molodi” of the Moscow region. The animals of the control group were fed a balanced diet in terms of energy and nutrients, the 1st experimental in addition to the main diet daily (individually) in the morning feeding was fed 5 g of LCHL-If, the 2nd experimental — 10 g of LCHL-If.

Results. Fatty acid composition of LCHL-If: the sum of saturated LC — 85.9%, lauric acid — 55.6%. The antimicrobial properties of the extract from LCL-If are largely noted in relation to gram-positive bacteria. It was noted that feeding larvae in the diets of young animals improved the bactericidal properties of the blood serum of experimental animals — from 31.4 to 42.9–48.6% ($p < 0.05$). The content of erythrocytes (11.6% vs. $10.3 \times 10^{12}/l$ in the control, $p = 0.08$) and hematocrit (40.9 vs. 37.1% in the control, $p = 0.02$) was higher in the blood of group 2 animals, which indicates an increase in the redox capacity of the blood of experimental animals. In the blood of animals of the experimental groups, the content of free water-soluble antioxidants increased — from 14.8 mg/l in the control to 17.8 mg/l ($p = 0.08$) and to 15.7 mg/l ($p = 0.39$) in the blood of animals of the experimental groups, 1st and 2nd, respectively. In general, over the two-month period of the experiment, the increase in SSP was: in group 1 — 8.4%, in group 2 — 18.7% compared with the control (703.1–769.5 g vs. 648.4 g, $p < 0.05$).

Key words: calves, larvae, Black Soldier fly, growth, blood parameters, resistance

For citation: Nekrasov R.V. et al. Influence of lipid fraction of Black Soldier fly larvae on productivity, resistance and metabolic processes in milk-fed period calves. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 64–69 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-64-69>

© Nekrasov R.V., Chabaev M.G., Tuayeva E.V., Nikanova D.A., Bogolyubova N.V., Shapovalov S.O., Ivanov G.A.

Введение/Introduction

Недавние исследования показали, что насекомые являются устойчивым источником кормов для животных во многих странах мира благодаря их способности обеспечивать питательные ингредиенты [1].

Имеются данные о повышении иммунитета у животных при скармливании им компонентов из личинок насекомых [2]. Отечественными и зарубежными учеными хорошо изучены насекомые Чёрная львинка (*Hermetia illucens*) [3], желтый мучной червь (*Tenebrio molitor*) [4, 5] и обыкновенная домашняя муха (*Musca domestica*) [6, 7], личинки которых содержат биоактивные компоненты, такие как лауриновая кислота, антимикробные пептиды и хитин, обладающие иммуностимулирующими свойствами [8].

По данным М. Yu и соавторов [9], включение личинки Чёрной львинки в рацион может усиливать иммунный гомеостаз слизистых оболочек свиней путем изменения бактериального состава и их метаболитов. Также при использовании личинок Чёрной львинки повышается частота CD4+ лимфоцитов у цыплят-бройлеров, что свидетельствует об их положительном влиянии на иммунный гомеостаз.

Гемолимфа насекомых, которая аналогична крови млекопитающих, содержит иммунные клетки — гемциты, которые можно сравнить с нейтрофилами млекопитающих с точки зрения их способности к фагоцитозу. Выделенные фракции из гемолимфы личинки Чёрной львинки показывают высокую противовирусную и противогрибковую активность, а также эффективность воздействия на моделях онкологических и диабетических заболеваний [10–12]. Также у личинок, предкуколок, куколок и взрослых мух Чёрная львинка содержатся пигменты типа эумеланин. Меланины эндогенного происхождения наделены свойствами фото- и радиопротекторов, нейтрализуют продукты перекисного окисления липидов. Меланин присутствует не только в кутикуле, он был найден и в организме насекомого в комплексе с липидами. У куколок это в основном лауриновая кислота, которая ассоциируется с меланином. Выделенный от взрослых мух меланин-хитозановый комплекс обладает широким спектром антибактериальной активности, ингибируя рост 21 из 25 исследуемых культур. Наибольшая зона ингибирования роста отмечена в отношении *Aspergillus niger*, *Candida albicans*, *Salmonella* и *Staphylococcus aureus* [13].

Личинки Чёрной львинки используются в Европе и Америке как медицинский ресурс и лекарственное насекомое для лечения повреждений кожи, таких как ожоги и заживление ран. Исследование Choi [14] было проведено для оценки влияния нового вещества, вызывающего антибактериальную активность против различных патогенных бактерий, включая устойчивый к метициллину *Staphylococcus aureus* (MRSA).

Антибактериальную активность гександиовой кислоты определяли с использованием различных антимикробных показателей, таких как турбидометрический анализ, анализ резазурина и диффузия дискового агара. Гександиовая кислота проявляла ингибирующие эффекты селективного роста против роста и пролиферации *Staphylococcus aureus*, *MRSA*, *Klebsiella pneumoniae*

и *Shigella dysenteriae* зависимым от концентрации образом. Эти результаты показывают, что гександиовая кислота обладает антибактериальными свойствами, которые эффективно ингибируют рост (пролиферацию) патогенных бактерий.

Лауриновая кислота обладает бактерицидными свойствами. Установлено, что добавление этой кислоты в концентрациях (0,31, 0,16 и 0,07 г/л) в среде RCB полностью подавляет рост трех штаммов *S. perfringens* из коллекции ATCC (13124, 10543, 12916) [15]. Известно, что лауриновая кислота преобразуется в организме животного в монолаурин, являющийся противовирусным, антибактериальным и антипротозойным моноглицеридом. Наиболее часто встречающиеся *Salmonella*, *E. coli* и другие грамотрицательные патогенные бактерии могут нейтрализовываться путем использования препаратов на основе альфа-монолаурина [16].

Цели исследований — изучение некоторых сторон состава и бактерицидных свойств липидной фракции, полученной из биомассы личинок Чёрной львинки (ЛЧЛ-лф), установление эффективности использования ЛЧЛ-лф в качестве добавки к рациону телят молочного периода выращивания.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Эксперименты проводили в соответствии с основами и принципами надлежащего содержания и ухода за животными^{1, 2}.

Липидная фракция была выделена из живых личинок Чёрной львинки 15-дневного возраста с помощью механической прессовальной машины, образцы предоставлены компанией ООО «Нордтехсад» (г. Новодвинск, Архангельская обл., Россия) и использованы для исследования. В НИЦ «Черкизово» проведен анализ жирнокислотного состава (ГОСТ 31663-2012³) липидной фракции личинок из Чёрной львинки.

В лаборатории микробиологии ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста изучены антимикробные свойства экстракта из ЛЧЛ-лф в смеси «метанол + вода + уксусная кислота» (90/9/1). Исследование было направлено на оценку бактерицидного действия экстрактов жира, полученного из личинок Чёрной львинки. Антибактериальная эффективность экстрактов жира оценивалась в отношении следующих штаммов: *B. cereus* ATCC 11778, *B. subtilis* subsp. *spizizenii* ATCC 6633, *S. typhimurium* ATCC 14028, *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 25923 (ГКПМ-Оболонск, Россия). Исследования проводили на агаре Мюллера — Хинтона. Результат оценивали по диаметру зон ингибиции роста.

Научно-хозяйственный опыт по изучению действия различных уровней использования липидной фракции, полученной из биомассы личинок Чёрной львинки, в рационах телят молочного периода выращивания (с 59-го по 123-й день) проведен в 2021–2022 гг. в АО «Молоди» Чеховского района Московской области. Для проведения опыта были сформированы три группы телят голштинизированной черно-пестрой породы по 12 особей в каждой группе (табл. 1).

По принципу аналогов телята были разделены с учетом возраста, породности, живой массы при рождении

¹ Директива Европейского парламента и Совета Европейского союза 2010/63/ЕС от 22 сентября 2010 г. по защите охране животных, используемых в научных целях (https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf).

² Антонова В.С., Топурия Г.М., Косиллов В.И. Методология научных исследований в животноводстве: учебное пособие. Издательский центр ОГАУ. 2011.

³ ГОСТ 31663-2012 Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот.

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта

Table 1. Design of the scientific experiment

Группа	Голов в группе	Характеристика кормления
1-я — контрольная (К)	12	ОР
2-я — опытная (О1)	12	ОР + 5 г/гол/сут ЛЧЛ-лф
3-я — опытная (О2)	12	ОР + 10 г/гол/сут ЛЧЛ-лф

и при постановке на опыт. Содержание подопытных телят всех подопытных групп при проведении научно-хозяйственного опыта было групповым (с прогулкой на выгульных площадках).

На основании состава изучаемых компонентов, их физиологической роли, а также данных, полученных в ранее проведенных исследованиях [17], были определены уровни скармливания телятам молочного периода выращивания липидной фракции личинок Чёрной львинки: 5 и 10 г/гол/сут (или 0,0045 и 0,09 г/кг ЖМ).

Таким образом, животным 1-й (контрольной) группы (К) скармливался сбалансированный по энергии и питательным веществам рацион (табл. 2), 2-й (опытной) (О1) дополнительно к основному рациону ежедневно (индивидуально) в утреннее кормление скармливали 5 г ЛЧЛ-лф, 3-й (опытной) (О2) дополнительно к основному

Таблица 2. Средневзвешенный рацион кормления телят-молочников за период проводимого эксперимента⁴

Table 2. Weighted average dietary intake of dairy calves for the period of the conducted experiment

Корма и показатели	Группа			
	1-я (контрольная)	2-я (опытная)	3-я (опытная)	
Комбикорм для телят, кг	1,15	1,15	1,15	
Молоко коровье цельное, кг	4,5	4,5	4,5	
Силос из многолетних трав, кг	1,7	1,7	1,7	
Сено многолетних трав, кг	1,25	1,25	1,25	
Фосфаты кормовые, г	20,0	20,0	20,0	
Соль поваренная, г	15,0	15,0	15,0	
ЛЧЛ-лф, г	–	5,0	10,0	
В рационе содержится:				Норма*
ОЭ _{кРС} , МДж	39,5	39,6	39,7	31,0
сухого вещества, кг	3,2	3,2	3,2	3,2
сырого протеина, г	514,6	515,1	515,6	580,0
протеина переваримого, г	374,3	374,7	375,1	395,0
сырого жира, г	249,9	254,1	258,2	197,0
сырой клетчатки, г	477,8	477,9	478,0	300,0
крахмала, г	494,0	494,0	494,0	436,0
сахара, г	359,9	359,9	359,9	322,0
Са, г	25,8	25,9	25,9	230,0
Р, г	16,5	16,5	16,5	16,0
Мг, г	7,0	7,0	7,0	3,8
С, г	4,9	4,9	4,9	7,0
NaCl, г	23,6	23,6	23,6	13,0
каротина, мг	109	109	109	630
витамина А, тыс. МЕ	20,5	20,5	20,5	11,0
витамина D, тыс. МЕ	3,1	3,1	3,1	1,4
витамина E, тыс. МЕ	217,2	217,3	217,5	86,0
Fe, мг	281,2	281,6	282,0	97,0
Cu, мг	14,6	14,7	14,7	13,0
Zn, мг	78,0	78,2	78,4	90,0
Mn, мг	240,2	240,4	240,7	76,0
Co, мг	0,8	0,8	0,8	2,2
I, мг	1,1	1,1	1,1	0,7

⁴ Некрасов Р.В., Головин А.В., Махаев Е.А. и др. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах. Москва. 2018; 290.

⁵ Смирнова О.В., Кузьмина Т.А. Определение бактерицидной активности сыворотки крови методом фотонейтриметрии. Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 1966; 4: 8–11.

⁶ Мутовин В.И. Борьба с маститами коров. М.: Колос. 1974; 256.

⁷ Методы комплексной оценки функциональной эффективности нейтрофильных гранулоцитов в норме и патологии / И.В. Нестерова, Г.А. Чудилова, С.В. Ковалева, Л.В. Ломтатидзе, Н.В. Колесникова, А.А. Евлевский / Методические рекомендации для иммунологов-аллергологов, врачей и биологов клинической лабораторной диагностики. Краснодар. 2017; 51.

⁸ www.statsoft.com

рациону ежедневно (индивидуально) в утреннее кормление — 10 г ЛЧЛ-лф.

Взвешивание телят проводилось индивидуально при рождении и до завершения опыта один раз в месяц для определения абсолютного, среднесуточного прироста (ССП) живой массы (ЖМ) подопытных животных. Продолжительность научно-хозяйственного опыта телят молочного периода выращивания составила 64 дня.

Для оценки клинико-физиологического и метаболического статуса организма в конце опыта у средних по живой массе животных ($n = 5$) из каждой группы утром (до кормления) были отобраны из яремной вены образцы крови в вакуумные пробирки (ЭДТА (10 мл) и EDTA (5 мл) для дальнейшего определения биохимических показателей на автоматическом биохимическом анализаторе Chem Well (Awareness Technology, США).

Биохимические исследования сыворотки крови определяли на ABC VET (Horiba ABZ Diagnostics Inc., Франция).

В лаборатории микробиологии ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста в крови общепринятыми методами определяли показатели неспецифической резистентности подопытных животных (по пять животных из каждой группы в конце опыта): бактерицидная активность (БА) — фотонейтриметрическим методом⁵, лизоцимная активность (ЛА) — методом В.И. Мутовина⁶, фагоцитарная активность (ФА) клеток крови — определением поглощающей и переваривающей способности клеток крови⁷:

✓ фагоцитарная активность (ФА) = (количество нейтрофилов, участвующих в фагоцитозе / все нейтрофилы) × 100%;

✓ фагоцитарный индекс (ФИ) = количество поглощенных клеток *E. coli* / 100 активных нейтрофилов;

✓ фагоцитарное число (ФЧ) = количество фагоцитированных бактериальных клеток / все нейтрофилы.

Полученные в исследованиях материалы обработаны биометрически с использованием метода дисперсионного анализа (ANOVA) посредством программы Statistica⁸ (version 10, StatSoft, Inc., 2011, Tibco, США) с вычислением следующих величин: среднеарифметической ошибки (M), среднеквадратической ошибки (SEM) и уровня значимости (p -value). При $p < 0,001$ результаты исследований считали высокодостоверными, при $p < 0,01$ и $p < 0,05$ — достоверными, при $p < 0,10$ определяли как тенденцию.

Результаты исследований / Research results

Изучение жирнокислотного состава (табл. 3) указывает на наличие в изучаемом продукте высокого содержания насыщенных жирных кислот: лауриновой кислоты — 55,6%, миристиновой — 11,7%, пальмитиновой — 14,6%, стеариновой — 1,6% соответственно. Сумма насыщенных ЖК — 85,9%, доля ненасыщенных: пальмитолеиновая — 2,2%, олеиновая — 8,0%, линолевая — 3,1%. Таким образом, в исследуемом и изучаемом образце доля насыщенных кислот, в частности лауриновой, значимо высокая. Данный состав предопределяет биологические свойства липидной фракции личинок Чёрной львинки и может благоприятно влиять на организм животного при скармливании.

Таблица 3. Состав липидной фракции личинок Чёрной львинки
Table 3. Composition of lipid fraction of Black Soldier fly larvae

Профиль жирных кислот, %	Краткое обозначение	Значение	Ошибка измерения
Каприновая кислота	C10:0	1,68	0,5
Лауриновая кислота	C12:0	55,59	3
Тридекановая кислота	C13:0	0,07	0,5
Миристиновая кислота	C14:0	11,73	1,17
Миристолеиновая кислота (цис-9)	C14:1	0,48	0,5
Пентадекановая кислота	C15:0	0,38	0,5
Пальмитиновая кислота	C16:0	14,63	1,46
Пальмитолеиновая кислота (цис-9)	C16:1	2,21	0,5
Маргариновая кислота	C17:0	0,15	0,5
Гептадеценная кислота	C17:1	н/о	–
Стеариновая кислота	C18:0	1,59	0,5
Олеиновая кислота (цис-9)	C18:1	8	0,8
Линолевая кислота (цис-9,12)	C18:2	3,09	0,5
Арахидиновая кислота	C20:0	0,03	0,5
Эйкозеновая кислота (цис-11)	C20:1	0,26	0,5
Арахидоновая кислота (цис-5,8,11,14)	C20:4	0,04	0,5
Трикозановая кислота	C23:0	0,04	0,5
Лигноцериновая кислота	C24:0	0,03	0,5
Сумма жирных кислот, %	–	100	–
Сумма насыщенных кислот	–	85,92	–
Сумма ненасыщенных кислот	–	14,08	–
Отношение ненасыщенных к насыщенным ЖК	–	0,16	–

Антимикробные свойства экстракта из ЛЧЛ-лф в смеси «метанол + вода + уксусная кислота» (90/9/1) в значительной степени отмечены в отношении грамположительных бактерий, в меньшей степени — в отношении грамотрицательных бактерий. Это может быть связано с непроницаемостью их клеточной стенки для молекул исследуемой субстанции или механизмом выведения антибактериального агента из клетки.

Результаты ингибирования роста бактерий представлены в таблице 4.

В исследованиях состояние естественной резистентности организма телят характеризовалось изучением гуморальных и клеточных факторов иммунной защиты организма, включающими лизоцимную, бактерицидную и фагоцитарную активность крови. Отмечено, что использование липидной фракции личинок в диетах молодняка улучшало бактерицидные свойства сыворотки подопытных животных при меньшем содержании лизоцима и его активности. Это служит основанием для предположения, что скармливание ЛЧЛ-лф может способствовать улучшению бактерицидной активности сыворотки крови (табл. 5).

Как было отмечено, лауриновая кислота обладает сильной антимикробной активностью благодаря своей функции нарушения липидных мембран микроорганизмов [18] и могла способствовать созданию дополнительной защиты от патогенных микроорганизмов.

ФА, ФЧ, ФИ у телок подопытных групп были практически на уровне контрольных значений ($p > 0,05$). Ранее в исследованиях на свиньях также не было отмечено значительного влияния на клеточный иммунитет подопытных животных при скармливании кормовых продуктов из различных видов насекомых, в частности Чёрной львинки.

При недостоверном ($p > 0,05$) увеличении содержания общего белка в сыворотке крови у животных опытных групп в сравнении с контролем следует обнаружить тот факт, что в целом у животных, потреблявших в составе рациона липидную фракцию из личинок, данный показатель укладывался в физиологически допустимые

Таблица 4. Антибактериальная эффективность экстрактов из ЛЧЛ-лф ($M \pm SEM$)

Table 4. Antibacterial efficacy of lipid extracts of BSFL-lf ($M \pm SEM$)

Микроорганизм	Диаметр зоны задержки роста (ДЗЗР), мм
<i>B. cereus</i> ATCC 11778	20,4 ± 0,6
<i>B. subtilis</i> subsp. <i>spizizenii</i> ATCC 6633	18,4 ± 0,5
<i>S. typhimurium</i> ATCC 14028	11,5 ± 0,2
<i>E. coli</i> ATCC 25922	16,4 ± 0,3
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	20,1 ± 0,4

Таблица 5. Показатели резистентности подопытных телок ($M \pm SEM$, $n = 5$)

Table 5. Resistance indices of experimental calves ($M \pm SEM$, $n = 5$)

Показатель	Группа		
	1-я (контрольная)	2-я (опытная)	3-я (опытная)
% лизиса	31,26 ± 6,14	19,50 ± 4,42	20,72 ± 2,01
Лизоцим, мкг/мл сыворотки	0,72 ± 0,10	0,47 ± 0,07*	0,52 ± 0,03*
Удельные единицы активности, ед. а / мг белка	2,56 ± 0,37	1,76 ± 0,24*	1,92 ± 0,15
БАСК, %	31,43 ± 3,61	48,57 ± 7,79*	42,86 ± 4,76*
Фагоцитарная активность (ФА), %	42,4 ± 0,84	43,47 ± 3,53	45,14 ± 3,32
Фагоцитарный индекс (ФИ)	4,34 ± 0,32	4,29 ± 0,44	3,91 ± 0,33
Фагоцитарное число (ФЧ)	1,84 ± 0,14	1,82 ± 0,11	1,77 ± 0,19

* Достоверно при $p < 0,05$.

нормативами величины (72–86 г/л). Уровень альбуминов и глобулинов был практически на одном уровне с тенденцией к повышению глобулиновой фракции — с 43,9 до 44,9–52,8 г/л ($p > 0,05$). При этом было отмечено некоторое смещение содержания мочевины в меньшую сторону в сыворотке крови телок опытных групп: у животных 2-й группы на 0,64 ммоль/л ниже ($p = 0,53$), у животных 3-й опытной группы — на 0,67 ммоль/л ($p = 0,13$), что может свидетельствовать об улучшении использования белка животными вкупе с повышением общего белка в крови. На фоне скармливания ЛЧЛ-лф телкам опытных групп следует отметить на уровне контроля 0,24–0,7 ммоль/л ($p > 0,05$) концентрация холестерина, что может говорить об отсутствии отрицательного влияния скармливания добавки на работу печени.

Следует отметить улучшение энергетического обмена животных опытной группы, происходило снижение концентрации глюкозы ($p > 0,05$), уровень которой под влиянием скармливания липидов снижался — с 4,4 до 4–4,1 ммоль/л. Глюкоза могла быть использована при повышении энергетического обмена и расхода энергии на прирост живой массы тела подопытных животных.

Стоит обратить внимание на улучшение минерального обмена животных при скармливании им липидов из личинок. Так, уровень *Ca* и *P* был более оптимальным в крови животных опытных групп — *Ca/P* 1,26–1,39 ед. против 1,18 ед. в контроле ($p > 0,05$). Это происходило за счет тенденции к снижению концентрации *Ca* и *P* в сыворотке крови. Морфологические показатели крови во всех группах находились в целом в пределах физиологической нормы. У животных опытных групп более высоким было содержание лейкоцитов (14,8–15,5 против 11,8 × 10⁹/л, $p > 0,05$). Это свидетельствует об улучшении реактивности иммунитета подопытных животных при скармливании им жира. Более высоким в крови животных 3-й опытной группы было содержание эритроцитов (11,6 против 10,3 × 10¹²/л в контроле, $p = 0,08$) и гематокрита (40,9% против 37,1% в контроле, $p = 0,02$), что свидетельствует также о повышении окислительно-восстановительной способности крови подопытных животных.

Таблица 6. Биохимические и морфологические показатели крови телят ($M \pm SEM$, $n = 5$)

Table 6. Biochemical and morphological indices of calf blood ($M \pm SEM$, $n = 5$)

Показатель	Группа		
	1-я (контрольная)	2-я (опытная)	3-я (опытная)
Белок общий, г/л	75,16 ± 4,27	83,70 ± 3,83	77,94 ± 1,02
Альбумин, г/л	31,30 ± 1,16	30,85 ± 1,92	32,99 ± 0,79
Глобулин, г/л	43,86 ± 4,07	52,84 ± 5,36	44,94 ± 1,21
А/Г коэффициент	0,73 ± 0,07	0,61 ± 0,09	0,74 ± 0,03
Холестерин, ммоль/л	4,03 ± 0,61	3,33 ± 0,24	3,79 ± 0,29
Билирубин общ., мкмоль/л	6,16 ± 0,66	6,90 ± 0,64	6,56 ± 0,57
АЛТ, МЕ/л	15,70 ± 2,00	14,57 ± 1,83	14,51 ± 0,63
АСТ, МЕ/л	53,71 ± 2,80	46,75 ± 4,52	44,60 ± 2,16*
Креатинин, ммоль/л	81,93 ± 3,82	84,86 ± 8,12	82,39 ± 10,24
Мочевина, ммоль/л	4,29 ± 0,31	3,65 ± 1,04	3,62 ± 0,32
Фосфолипиды, ммоль/л	2,67 ± 0,34	2,13 ± 0,08	2,44 ± 0,20
Триглицериды, ммоль/л	0,31 ± 0,01	0,31 ± 0,02	0,31 ± 0,01
Щелочная фосфатаза, ммоль/л	291,22 ± 45,32	250,91 ± 28,63	234,46 ± 24,51
Глюкоза, ммоль/л	4,40 ± 0,15	4,10 ± 0,25	3,98 ± 0,35
Кальций, ммоль/л	2,87 ± 0,07	2,70 ± 0,06*	2,73 ± 0,12
Фосфор, ммоль/л	3,26 ± 0,19	2,63 ± 0,22*	2,92 ± 0,19
Са/Р	1,18 ± 0,08	1,39 ± 0,13	1,26 ± 0,09
Магний, ммоль/л	0,61 ± 0,05	0,48 ± 0,05	0,64 ± 0,06
Железо, мкмоль/л	25,21 ± 1,19	23,54 ± 3,01	23,75 ± 2,64
СКВА, мг/л	14,76 ± 0,71	17,83 ± 1,53†	15,66 ± 0,87
Лейкоциты, 10^9 /л	11,84 ± 1,62	15,47 ± 3,65	14,84 ± 1,49
Эритроциты, 10^{12} /л	10,30 ± 0,68	10,69 ± 0,93	11,60 ± 0,17†
Гемоглобин, г/л	97,10 ± 4,22	104,33 ± 4,54	101,73 ± 1,27
Гематокрит, %	37,14 ± 1,28	36,12 ± 3,95	40,91 ± 0,46*

Достоверно при: * $p < 0,05$.

Активные формы кислорода, образующиеся при многих метаболических процессах, способны окислять биологически активные соединения. Установлено, что суммарное количество водорастворимых антиоксидантов (СКВА) в крови подопытных животных повысилось с 14,8 мг/л в контроле до 17,8 мг/л ($p = 0,08$) и до 15,7 мг/л ($p = 0,39$) в крови животных 2-й и 3-й опытных групп соответственно, что дополнительно свидетельствует об улучшении защитных свойств сыворотки крови подопытных животных под действием скармливаемого компонента.

В результате проведения взвешивания подопытных животных в 2-, 3- и 4-месячном возрасте было установлено, что тёлочки развивались согласно установленному фону кормления. Вместе с тем были отмечены отличия в росте животных подопытных групп в связи со схемой проводимых испытаний (табл. 7).

Установлено, что при постановке животных на опыт ЖМ значительно не различалась по группам и составляла 86,3–86,9 кг в среднем. При этом скармливание ЛЧЛ-лф уже в первый месяц испытаний привело

Таблица 7. Динамика живой массы тела подопытных животных (в среднем на одну голову, $M \pm SEM$, $n = 12$)

Table 7. Dynamics of body weight of experimental animals (average per 1 head, $M \pm SEM$, $n = 12$)

Показатель	Группа		
	1-я (контрольная)	2-я (опытная)	3-я (опытная)
Живая масса телок в 2-месячном возрасте, кг	86,25 ± 4,51	105,25 ± 4,79	127,75 ± 3,76
Живая масса телок в 3-месячном возрасте, кг	86,92 ± 5,19	111,92 ± 6,39	131,92 ± 6,21
Живая масса телок в 4-месячном возрасте, кг	86,42 ± 5,95	111,67 ± 7,34	135,67 ± 6,66
Абсолютный прирост, кг	41,50 ± 2,68	45,0 ± 0,37	49,25 ± 2,27
в % к контролю	100,0	108,4	118,7
ССП 1-й месяц опыта, г	527,78 ± 44,17	694,44 ± 61,86*	701,39 ± 52,50**
ССП 2-й месяц опыта, г	803,57 ± 91,31	714,29 ± 68,57	857,14 ± 68,57
ССП в целом за опыт, г	648,44 ± 41,92	703,13 ± 45,90	769,53 ± 35,43*

Достоверно при: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

к увеличению ССП на 31,6% ($p < 0,05$) и 32,9% ($p < 0,01$), соответственно, во 2-й и 3-й опытных группах по сравнению с контрольными значениями ССП. В целом за двухмесячный период опыта увеличение СПП, как и абсолютного прироста, составило в 3-й опытной группе 18,7% ($p < 0,05$). Таким образом, было установлено, что скармливание ЛЧЛ-лф 5 г и 10 г на первом этапе оказало существенное влияние на рост подопытных телок. В дальнейшем стабильно высокий результат по сравнению с контролем показали тёлки 3-й опытной группы, получавшие дополнительно с кормами 10 г/гол/сут ЛЧЛ-лф.

Таким образом, накопление антиоксидантов, улучшение бактерицидных свойств крови способствовали улучшению обменных процессов в организме тёлочек в молочный период выращивания, усиливая адаптацию к условиям среды, что приводило к большей подвижности биохимических путей в организме и улучшению родовых параметров.

Выводы/Conclusions

Установлено, что по своему физиологическому действию на организм изученные уровни липидной фракции личинок Чёрной львинки (ЛЧЛ-лф) дополняют сбалансированное питание тёлочек в молочный период их выращивания, обеспечивая лучшую реализацию генетически обусловленного уровня приростов живой массы тела. Антимикробные свойства ЛЧЛ-лф в значительной степени могут способствовать подавлению патогенных микроорганизмов. Считаем, что получение кормов и биологически активных добавок из различных видов насекомых создает основу для обеспечения кормопроизводства новым набором кормовых средств.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 121052600314-1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Makkar H.P.S., Tran G., Heuzé V., Ankers P. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*. 2014; 197: 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2014.07.008>

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

FUNDING

The work was carried out within the framework of the state task with the financial support of fundamental scientific research of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation No. 121052600314-1.

REFERENCES

1. Makkar H.P.S., Tran G., Heuzé V., Ankers P. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*. 2014; 197: 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2014.07.008>

2. Benzertih A. *et al.* *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* full-fat meals as functional feed additives affect broiler chickens' growth performance and immune system traits. *Poultry Science*. 2020; 99(1): 196–206. <https://doi.org/10.3382/ps/pez450>
3. Schiavone A. *et al.* Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2017; 8: 51. <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0181-5>
4. Iaconisi V. *et al.* Dietary inclusion of *Tenebrio molitor* larvae meal: Effects on growth performance and final quality traits of blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*). *Aquaculture*. 2017; 476: 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.04.007>
5. Secci G., Moniello G., Gasco L., Bovera F., Parisi G. Barbary partridge meat quality as affected by *Hermetia illucens* and *Tenebrio molitor* larva meals in feeds. *Food Research International*. 2018; 112: 291–298. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.045>
6. Allegratti G., Talamini E., Schmidt V., Bogorni P.C., Ortega E. Insect as feed: An energy assessment of insect meal as a sustainable protein source for the Brazilian poultry industry. *Journal of Cleaner Production*. 2018; 171: 403–412. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.244>
7. Hussein M. *et al.* Sustainable production of housefly (*Musca domestica*) larvae as a protein-rich feed ingredient by utilizing cattle manure. *PLoS ONE*. 2017; 12(2): e0171708. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171708>
8. Gasco L., Finke M., van Huis A. Can diets containing insects promote animal health?. *Journal of Insects as Food and Feed*. 2018; 4(1): 1–4. <https://doi.org/10.3920/JIFF2018.x001>
9. Yu M., Li Z., Chen W., Rong T., Wang G., Ma X. *Hermetia illucens* larvae as a potential dietary protein source altered the microbiota and modulated mucosal immune status in the colon of finishing pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2019; 10: 50. <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0358-1>
10. Bergin D., Reeves E.P., Renwick J., Wientjes F.B., Kavanagh K. Superoxide Production in *Galleria mellonella* Hemocytes: Identification of Proteins Homologous to the NADPH Oxidase Complex of Human Neutrophils. *Infection and Immunity*. 2005; 73(7): 4161–4170. <https://doi.org/10.1128/IAI.73.7.4161-4170.2005>
11. Renwick J., Reeves E.P., Wientjes F.B., Kavanagh K. Translocation of proteins homologous to human neutrophil p47^{phox} and p67^{phox} to the cell membrane in activated hemocytes of *Galleria mellonella*. *Developmental & Comparative Immunology*. 2007; 31(4): 347–359. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2006.06.007>
12. Pereira T.C. *et al.* Recent Advances in the Use of *Galleria mellonella* Model to Study Immune Responses against Human Pathogens. *Journal of Fungi*. 2018; 4(4): 128. <https://doi.org/10.3390/jof4040128>
13. Ushakova N.A. *et al.* Melanin properties at the different stages towards life cycle of the fly *Hermetia illucens*. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017; 7(4): 424–431. https://doi.org/10.15421/2017_13
14. Choi W.H., Jiang M.H. Evaluation of antibacterial activity of hexanedioic acid isolated from *Hermetia illucens* larvae. *Journal of Applied Biomedicine*. 2014; 12(3): 179–189. <https://doi.org/10.1016/j.jab.2014.01.003>
15. Nekrasov R.V. *et al.* Bioactive Feed Additive for the Prevention of Clostridial Disease in High-Yielding Dairy Cattle. *Agriculture*. 2023; 13: 786. <https://doi.org/10.3390/agriculture13040786>
16. Гончаров А. Альфа-моноглицериды эффективно разрушают патогенную микрофлору. *Комбикорма*. 2020; (1): 113, 114. <https://elibrary.ru/rsuqwo>
17. Nekrasov R.V. *et al.* Effect of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) Fat on Health and Productivity Performance of Dairy Cows. *Animals*. 2022; 12(16): 2118. <https://doi.org/10.3390/ani12162118>
18. Rebucci R., Comi M., Ghiringhelli M., Giorgi S., Cheli F., Bontempo V. Lauric acid saponified with calcium ameliorates indices of intestinal function and gut health in weaned piglets. *Italian Journal of Animal Science*. 2021; 20(1): 1479–1490. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1944338>
2. Benzertih A. *et al.* *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* full-fat meals as functional feed additives affect broiler chickens' growth performance and immune system traits. *Poultry Science*. 2020; 99(1): 196–206. <https://doi.org/10.3382/ps/pez450>
3. Schiavone A. *et al.* Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2017; 8: 51. <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0181-5>
4. Iaconisi V. *et al.* Dietary inclusion of *Tenebrio molitor* larvae meal: Effects on growth performance and final quality traits of blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*). *Aquaculture*. 2017; 476: 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.04.007>
5. Secci G., Moniello G., Gasco L., Bovera F., Parisi G. Barbary partridge meat quality as affected by *Hermetia illucens* and *Tenebrio molitor* larva meals in feeds. *Food Research International*. 2018; 112: 291–298. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.045>
6. Allegratti G., Talamini E., Schmidt V., Bogorni P.C., Ortega E. Insect as feed: An energy assessment of insect meal as a sustainable protein source for the Brazilian poultry industry. *Journal of Cleaner Production*. 2018; 171: 403–412. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.244>
7. Hussein M. *et al.* Sustainable production of housefly (*Musca domestica*) larvae as a protein-rich feed ingredient by utilizing cattle manure. *PLoS ONE*. 2017; 12(2): e0171708. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171708>
8. Gasco L., Finke M., van Huis A. Can diets containing insects promote animal health?. *Journal of Insects as Food and Feed*. 2018; 4(1): 1–4. <https://doi.org/10.3920/JIFF2018.x001>
9. Yu M., Li Z., Chen W., Rong T., Wang G., Ma X. *Hermetia illucens* larvae as a potential dietary protein source altered the microbiota and modulated mucosal immune status in the colon of finishing pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2019; 10: 50. <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0358-1>
10. Bergin D., Reeves E.P., Renwick J., Wientjes F.B., Kavanagh K. Superoxide Production in *Galleria mellonella* Hemocytes: Identification of Proteins Homologous to the NADPH Oxidase Complex of Human Neutrophils. *Infection and Immunity*. 2005; 73(7): 4161–4170. <https://doi.org/10.1128/IAI.73.7.4161-4170.2005>
11. Renwick J., Reeves E.P., Wientjes F.B., Kavanagh K. Translocation of proteins homologous to human neutrophil p47^{phox} and p67^{phox} to the cell membrane in activated hemocytes of *Galleria mellonella*. *Developmental & Comparative Immunology*. 2007; 31(4): 347–359. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2006.06.007>
12. Pereira T.C. *et al.* Recent Advances in the Use of *Galleria mellonella* Model to Study Immune Responses against Human Pathogens. *Journal of Fungi*. 2018; 4(4): 128. <https://doi.org/10.3390/jof4040128>
13. Ushakova N.A. *et al.* Melanin properties at the different stages towards life cycle of the fly *Hermetia illucens*. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017; 7(4): 424–431. https://doi.org/10.15421/2017_13
14. Choi W.H., Jiang M.H. Evaluation of antibacterial activity of hexanedioic acid isolated from *Hermetia illucens* larvae. *Journal of Applied Biomedicine*. 2014; 12(3): 179–189. <https://doi.org/10.1016/j.jab.2014.01.003>
15. Nekrasov R.V. *et al.* Bioactive Feed Additive for the Prevention of Clostridial Disease in High-Yielding Dairy Cattle. *Agriculture*. 2023; 13: 786. <https://doi.org/10.3390/agriculture13040786>
16. Гончаров А. Альфа-моноглицериды эффективно разрушают патогенную микрофлору. *Комбикорма*. 2020; (1): 113, 114 (In Russian). <https://elibrary.ru/rsuqwo>
17. Nekrasov R.V. *et al.* Effect of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) Fat on Health and Productivity Performance of Dairy Cows. *Animals*. 2022; 12(16): 2118. <https://doi.org/10.3390/ani12162118>
18. Rebucci R., Comi M., Ghiringhelli M., Giorgi S., Cheli F., Bontempo V. Lauric acid saponified with calcium ameliorates indices of intestinal function and gut health in weaned piglets. *Italian Journal of Animal Science*. 2021; 20(1): 1479–1490. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1944338>

ОБ АВТОРАХ**Роман Владимирович Некрасов¹,**доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН
nek_roman@mail.ru<https://orcid.org/0000-0003-4242-2239>**Магомед Газиевич Чабаяв¹,**доктор сельскохозяйственных наук
chabaev.m.g-1@mail.ru<https://orcid.org/0000-0003-1889-6063>**Евгения Викторовна Туаева¹,**доктор сельскохозяйственных наук
tuaeva80@mail.ru**Дарья Александровна Никанова¹,**кандидат биологических наук
dap2189@gmail.com<https://orcid.org/0000-0001-5164-244X>**Надежда Владимировна Боголюбова¹,**доктор биологических наук
652202@mail.ru<https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>**Сергей Олегович Шаповалов²,**доктор биологических наук
s.shapovalov@cherkizovo.com**Геннадий Анатольевич Иванов³,**генеральный директор
mipnts@mail.ru¹ Федеральное исследовательское учреждение животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Россия² ООО НИЦ «Черкизово», ул. Дорожная, 14, дер. Яковлевское, Москва, 143340, Россия³ ООО «НордТехСад», ул. Мельникова, 7, г. Новодвинск, Архангельская обл., 164900, Россия**ABOUT THE AUTHORS****Roman Vladimirovich Nekrasov¹,**Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences
nek_roman@mail.ru<https://orcid.org/0000-0003-4242-2239>**Magomed Gazievich Chabaev¹,**Doctor of Agricultural Sciences
chabaev.m.g-1@mail.ru<https://orcid.org/0000-0003-1889-6063>**Evgenia Viktorovna Tuaveva¹,**Doctor of Agricultural Sciences
tuaeva80@mail.ru**Daria Aleksandrovna Nikanova¹,**Candidate of Biological Sciences
dap2189@gmail.com<https://orcid.org/0000-0001-5164-244X>**Nadezhda Vladimirovna Bogolyubova¹,**Doctor of Biological Sciences
652202@mail.ru<https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>**Sergey Olegovich Shapovalov²,**Doctor of Biological Sciences
s.shapovalov@cherkizovo.com**Gennady Anatolyevich Ivanov³,**General Director
mipnts@mail.ru¹ Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60 Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russia² LLC SIC Cherkizovo, 14 Dorozhnaya Str., Yakovlevskoye village, Moscow, 143340, Russia³ NordTehSad LLC, 7 Melnikov Str., Novodvinsk, Arkhangelsk region, 164900, Russia

О.П. Неверова¹
 О.В. Горелик¹ ✉
 С.Ю. Харлап¹
 М.Б. Ребезов^{1, 2}
 О.В. Зинина¹
 О.В. Чепуштанова¹
 Е.В. Александрина¹
 Е.П. Неверова¹

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

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

✉ olgao205en@yandex.ru

Поступила в редакцию:
15.04.2023

Одобрена после рецензирования:
31.10.2023

Принята к публикации:
10.11.2023

Olga P. Neverova¹
 Olga V. Gorelik¹ ✉
 Svetlana Yu. Kharlap¹
 Maksim B. Rebezov^{1, 2}
 Oksana V. Zinina¹
 Olga V. Chepushtanova¹
 Elena V. Alexandrina¹
 Elizaveta P. Neverova¹

¹ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

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

✉ olgao205en@yandex.ru

Received by the editorial office:
15.04.2023

Accepted in revised:
31.10.2023

Accepted for publication:
10.11.2023

Влияние биотехнологической добавки на весовой рост цыплят-бройлеров

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Цель работы — изучение влияния биотехнологической добавки (БАД) «Арес» при выращивании цыплят-бройлеров на их весовой рост.

Методика. Научно-производственный опыт проводился в условиях птицецефа учебно-опытного хозяйства ФГБОУ ВО «Уральский ГАУ» на птице кросса «Кооб 500». Во всех опытах птица контрольной группы получала общехозяйственный рацион, 1-й опытной задавали добавку «Арес» в воду в количестве 150 г/т, 2-й опытной — добавку «Арес» в корм в количестве 300 г/т.

Результаты. В результате исследований установлено, что все цыплята (независимо от группы) с возрастом увеличивали живую массу, достигая к концу выращивания 2632–2880 г, что соответствует требованиям стандарта кросса. Наиболее высокую живую массу получили во 2-й опытной группе, где применяли БАД «Арес» в сухом виде в количестве 300 г на 1 т комбикорма. С возрастом увеличивается абсолютный прирост, что, скорее всего, объясняется увеличением линейных и объемных размеров цыплят и их способностью увеличивать потребление корма. За весь период выращивания их живая масса увеличилась в 68,7, 67,2 и 73,8 раза. Самые лучшие показатели оказались в группе цыплят, которые дополнительно получали 300 г/т корма БАД «Арес». Начиная с 7-го дня у них наблюдалось превышение показателей по абсолютному приросту над цыплятами из других групп. Применение добавки в виде раствора с дозой 150 г на 1 т воды показало снижение абсолютного прироста за весь период выращивания. Были установлены особенности весового роста у цыплят-бройлеров, получавших БАД «Арес», а сам рост цыплят-бройлеров проходил по общим биологическим закономерностям роста и развития.

Ключевые слова: птицеводство, цыплята-бройлеры, кормление, кормовая добавка, рост, развитие

Для цитирования: Неверова О.П. и др. Влияние биотехнологической добавки на весовой рост цыплят-бройлеров. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 70–75. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-70-75>

© Неверова О.П., Горелик О.В., Харлап С.Ю., Ребезов М.Б., Зинина О.В., Чепуштанова О.В., Александрина Е.В., Неверова Е.П.

Influence of a biotechnological additive on the weight growth of broiler chickens

ABSTRACT

Relevance. The aim of the work is to study the effect of the biotechnological additive (dietary supplement) “Ares” in the cultivation of broiler chickens on their weight growth.

Methodology. Scientific and production experience was carried out in the conditions of the poultry workshop of the educational and experimental farm of the Ural State Agrarian University on the poultry of the “Coob 500” cross. In all experiments, the control group’s poultry received a general household ration, the 1st experimental was given “Ares” additive in water in the amount of 150 g/t, the 2nd experimental was given “Ares” additive in feed in the amount of 300 g/t.

Results. As a result of the research, it was found that all chickens (regardless of the group) increased their live weight with age, reaching 2632–2880 g by the end of cultivation, which meets the requirements of the cross standard. The highest live weight was obtained in the 2nd experimental group, where dietary supplements “Ares” were used in dry form in the amount of 300 g per 1 ton of compound feed. Absolute growth increases with age, which is most likely due to the increase in linear and volumetric sizes of chickens and their ability to increase feed intake. Over the entire growing period, their live weight increased 68.7, 67.2 and 73.8 times. The best indicators were in the group of chickens that additionally received 300 g/t of “Ares” dietary supplement feed. Starting from the 7th day, they had an excess of absolute growth indicators over chickens from other groups. The use of an additive in the form of a solution with a dose of 150 g per 1 ton of water showed a decrease in absolute growth over the entire growing period. The peculiarities of weight growth in broiler chickens receiving dietary supplements “Ares” were established, and the growth of broiler chickens itself followed the general biological patterns of growth and development.

Key words: poultry farming, broiler chickens, feeding, feed additive, growth, development

For citation: Neverova O.P. *et al.* Influence of a biotechnological additive on the weight growth of broiler chickens. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 70–75 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-70-75>

© Neverova O.P., Gorelik O.V., Kharlap S.Yu., Rebezov M.B., Zinina O.V., Chepushtanova O.V., Alexandrina E.V., Neverova E.P.

Введение/Introduction

В Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20) основной целью является обеспечение населения страны достаточным количеством высокоценных продуктов питания собственного производства [1, 2]. Наиболее значимая с этой точки зрения — продукция, полученная от сельскохозяйственных животных и птицы.

Птицеводство — одна из наиболее развивающихся отраслей животноводства, от которой получают диетическое мясо и яйцо. Данной отрасли необходимо уделять особое внимание. Это связано с тем, что благодаря птицефабрикам страна может получить высококачественные продукты питания в кратчайшие сроки и в огромном количестве. Особую популярность набрали куры, из-за того что от них можно получить и мясо, и яйца. Мясные цыплята-бройлеры, получаемые от скрещивания специально отобраных мясных линий и пород, в 36–42-дневном возрасте достигают массы 1,5–1,8 кг, увеличивая за этот период массу в 40 и более раз. При этом на 1 кг прироста массы бройлеры потребляют 2,6–2,8 кг корма [2, 3].

В современных условиях развития птицеводства наряду с необходимостью увеличения производства стоят задачи повышения рентабельности и доступности продукта для населения, что требует применения ресурсосберегающих технологий при производстве продукции и снижения затрат [4].

Основные затраты при производстве продукции животноводства, в том числе птицеводства, приходятся 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 — одно из направлений снижения себестоимости [5–8]. Возможно это за счет применения новых кормовых добавок, включающих биологически активные вещества, в том числе ферменты, повышающие переваримость питательных веществ. К таким добавкам относятся прежде всего пребиотики и пробиотики [9, 10]. Кроме того, в последние годы перед отраслью остро стоит вопрос о снижении нагрузки на птицу за счет снижения и полного отказа от антибиотиков, в том числе кормовых. Это также ставит задачи по замене их на новые вещества, которые будут обладать свойствами антибиотиков, не вызывая их отрицательного влияния на качество получаемого продукта. По данным некоторых авторов, такими свойствами обладают растительные вещества и производные микробиологической промышленности [11]. Таким препаратом является БАД «Арес», комплекс эндо- и экзометаболитов бактериальных клеток (протеины, аминокислоты, ферменты, вещества с антибиотическими свойствами и др.) с содержанием 6–7% легкоусвояемого протеина.

Цель работы — изучение влияния биотехнологической добавки (БАД) «Арес» при выращивании цыплят-бройлеров на их весовой рост.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Научно-производственный опыт проводился в типовых условиях птицеводства учебно-опытного хозяйства ФГБОУ ВО «Уральский ГАУ» (г. Екатеринбург, Россия) на птице кросса Cobb 500 согласно схеме (табл. 1).

Таблица 1. Схема проведения производственного опыта
Table 1. Scheme of conducting production experience

Группа	Кормление
Контрольная группа	Основной рацион
1-я опытная группа	ОР + БАД «Арес» 150 г/т воды
2-я опытная группа	ОР + БАД «Арес» г/т корма

Подопытная птица выращивалась при клеточном содержании согласно требованиям ГОСТ 27461¹. Процессы водоснабжения и кормораздачи проводились вручную, а параметры микроклимата регулировались автоматически.

Для кормления цыплят-бройлеров применяли комбикорм, изготовленный на ОАО «Богдановичский комбикормовый завод» (г. Богданович, Свердловская обл., Россия), комбикорм полнорационный для сельскохозяйственной птицы ПК 5 М эгр2 т40_198528 (бройлеры 1–28 дней) и ПК 6 М эгр3 т40_198530 (бройлеры 5 недель и старше).

С целью снижения стресса перед началом опыта птице выпаивали комплекс витаминов «Тривит» (г. Мосагроген, Россия) и витамин D₃ (АВЗ, Россия) согласно инструкциям по применению.

Во всех опытах птица контрольной группы получала общехозяйственный рацион, 1-й опытной задавали добавку «Арес» в воду в количестве 150 г/т, 2-й опытной — добавку «Арес» в корм в количестве 300 г/т. Продолжительность опыта — 38 дней.

Состав комбикорма ПК 5 М эгр2 т40_198528: пшеница мяг. 5 кл. корм., 2020; кукуруза кормовая, 2020; глютен кукурузный, сп. 56,0%; шрот соевый (44%) асв 48%; соя п/ж экструдия (34%), шрот подсолнечный СП (34%) асв 37%; масло рапсовое нераф.; мука рыбная СП 61; лизин LСульфат 70/55%; метионин DL 99%; соль пищевая, пом. 0; натрия сульфат природный, монокальций фосфат крупка; извест. мука (жив./птица), ПС5, Токсаут Форте РФ+.

В комбикорм ПК 6 М эгр3 т40_198530 дополнительно вводили масло подсолнечное нерафинированное 1 с. ФН, вместо муки рыбной — муку мясокостную СП 60, а также аминокислоту треонин L/98,0%.

Питательная ценность комбикормов представлена в таблице 2.

Дополнительно в опытных группах задавалась БАД «Арес» (ООО Производственная компания «Уралбиосинтез», Россия) в количестве 150 г/т воды и 300 г/т комбикорма.

При проведении экспериментальной работы изучали продуктивность цыплят-бройлеров по показателям роста — динамике живой массы, абсолютному, среднесуточному и относительному приросту живой

Таблица 2. Гарантированные показатели питательности в 100 г
Table 2. Guaranteed nutritional values per 100 g

Показатель	Количество	ПК 5 М эгр2 т40_198528	ПК 6 М эгр3 т40_198530
Сырой протеин, %	min	21,9	16,5
Сырая клетчатка, %	max	4,9	5,8
Кальций, %	min/max	0,74/1,12	0,7/1,07
Фосфор общий, %	min/max	0,42/0,78	0,46/0,84
Лизин, %	min	1,12	0,86
Натрий, %	min/max	0,06/0,26	0,06/0,26
Хлор, %	min/max	0,11/0,31	0,11/0,31
Массовая доля влаги, %	max	–	–

¹ ГОСТ 27461-87 Клеточные батареи для содержания птицы. Клетки. Основные параметры и технические требования.

массы по периодам роста, в том числе в сравнении с требованиями стандарта кросса. Живую массу определяли путем взвешивания по 10 голов в каждой группе, выделенных путем случайной выборки. Птиц отбирали согласно методике ГОСТ 18292-2012².

Среднесуточный прирост живой массы цыплят-бройлеров (С, г) по периодам выращивания рассчитывали по формуле:

$$C = \frac{W_t - W_0}{t_2 - t_1} \times 100\%,$$

где: W_t — живая масса цыплят-бройлеров в конце периода выращивания, г; W_0 — живая масса цыплят-бройлеров в начале периода выращивания, г; t_2 — возраст цыплят-бройлеров в конце периода выращивания, дней; t_1 — возраст цыплят-бройлеров в начале периода выращивания, дней.

Абсолютный прирост живой массы цыплят-бройлеров (А, г) вычисляли по формуле:

$$A = W_t - W_0,$$

где: W_t — живая масса бройлеров в конце периода выращивания, г; W_0 — живая масса бройлеров в начале периода выращивания, г.

Живую массу цыплят-бройлеров определяли путем взвешивания на электронных весах ВМ-5101М-2 (Россия), класс точности высокий — II.

Коэффициент однородности группы цыплят-бройлеров определяли, учитывая 15%-ное отклонение живой массы от средней, по следующему алгоритму³: определяли среднюю живую массу в группе птицы суммированием живой массы всех цыплят-бройлеров и делением их на число особей; рассчитывали отклонения в пределах $\pm 15\%$ от средней живой массы цыплят; вычисляли коэффициент однородности делением количества бройлеров, входящих в пределы однородности на общее количество птицы, в определяемой группе и умножали на 100.

Авторы руководствовались нормами «Правила этического обращения с лабораторными животными при проведении экспериментальных работ»^{4, 5}.

Таблица 3. Динамика живой массы цыплят-бройлеров, г
Table 3. Live weight dynamics of broiler chickens, g

День взвешивания, дней	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
При рождении, г	39 ± 0,32	39,19 ± 0,28	38,99 ± 0,45
7 дней, г	197,95 ± 2,53	197,14 ± 2,09	195,95 ± 2,36
14 дней, г	532,27 ± 9,46	535,24 ± 6,70	540 ± 7,06
21 день, г	1105 ± 31,25	971,19 ± 16,84	1051,19 ± 16,43
28 дней, г	1574,76 ± 22,62	1507,86 ± 30,49	1564,62 ± 28,69
38 дней, г	2677,38 ± 40,12	2632,86 ± 61,74	2880,71 ± 60,58

² ГОСТ 18292-2012 Птица сельскохозяйственная для убоя. Технические условия.

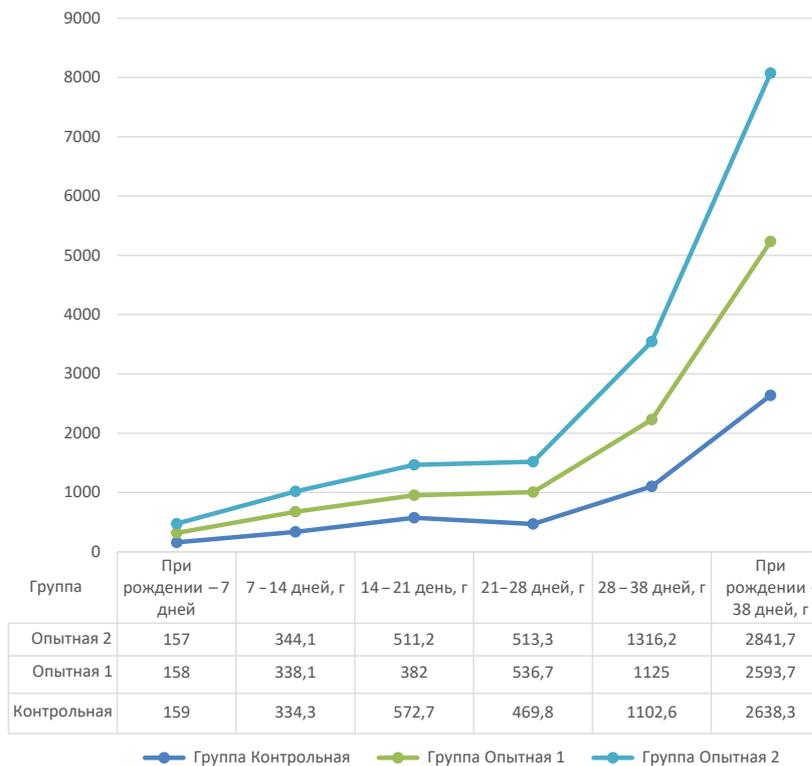
³ Егорова А. Оценка однородности стада мясных кур. Животноводство России. Спецвыпуск. 2007; 9, 10.

⁴ Select Committee on Animals In Scientific Procedures Report ordered by the House of Lords (July 2002). — URL: <https://publications.parliament.uk/pa/ld200102/ldselect/ldanimal/150/15001.htm>

⁵ Позиция по этике использования животных в исследованиях, выполняемых при поддержке Российского научного фонда. Принято совместным решением экспертных советов РНФ. https://rscf.ru/fondfiles/PotE_rus.pdf

Рис. 1. Абсолютный прирост цыплят-бройлеров, г

Fig. 1. Absolute growth of broiler chickens, g



Для определения сохранности поголовья вели ежедневный учет выбытия птицы с установлением причины.

Материалы исследований были обработаны по методу вариационной статистики с использованием программного обеспечения Microsoft Office (США) и определением критерия достоверности по Стьюденту.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Результаты по динамике живой массы цыплят-бройлеров при применении БАД «Арес» представлены в таблице 3.

В результате исследований установлено, что все цыплята (независимо от группы с возрастом) увеличивали живую массу, достигая к концу выращивания 2632–2880 г, что соответствует требованиям стандарта кросса. Наиболее высокую живую массу получили во 2-й опытной группе, где применяли БАД «Арес» в сухом виде в количестве 300 г на 1 т комбикорма.

В каждой отдельно взятой группе наблюдаются различия по росту, несмотря на общие показатели живой массы. Эти различия лучше видны по изменениям абсолютного прироста по периодам оценки (рис. 1).

На рисунке 1 хорошо видно, что с возрастом увеличивается абсолютный прирост, что, скорее всего, объясняется увеличением линейных и объемных размеров цыплят и их способностью увеличивать потребление корма. За весь период выращивания их живая масса увеличилась в 68,7, 67,2 и 73,8 раза. Самые лучшие показатели оказались в группе цыплят, которые дополнительно получали 300 г/т корма БАД «Арес», начиная с 7-го дня у них наблюдается превышение показателей

Рис. 2. Среднесуточные приросты живой массы цыплят по периодам роста
Fig. 2. Average daily gains in live weight of chickens by growth periods

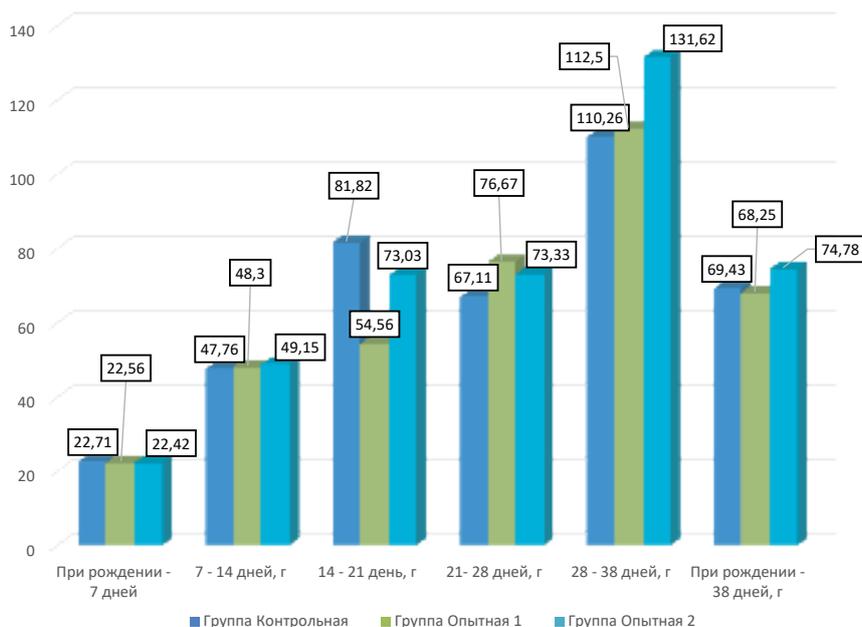
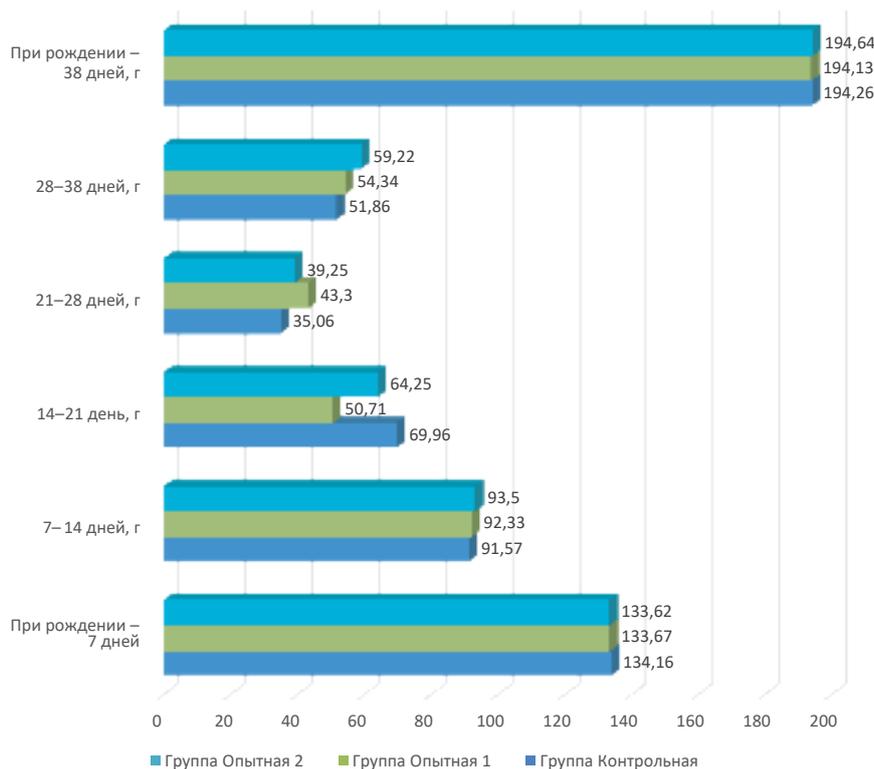


Рис. 3. Относительный прирост живой массы по периодам роста, %
Fig. 3. Relative increase in live weight by periods of growth, %



по абсолютному приросту над цыплятами из других групп. Применение добавки в виде раствора с дозой 150 г на 1 т воды показало снижение абсолютного прироста за весь период выращивания. Это произошло за счет низких приростов с 14-го по 21-й день исследований. В этот период они отставали в росте от цыплят из контрольной группы на 190,7, и 2-й опытной группы — на 129,2, г, или на 49,9% и 33,8% соответственно.

Выявлены определенные особенности изменений приростов цыплят-бройлеров внутри каждой группы, что хорошо видно на диаграмме по динамике среднесуточных приростов живой массы (рис. 2).

В подопытных группах цыплята росли неравномерно. Так, у цыплят контрольной группы с рождения и до 21-го дня наблюдалось повышение среднесуточных приростов, затем их снижение и дальнейшее повышение в период с 28-го по 38-й день. В 1-й опытной группе установлено увеличение приростов во все возрастные периоды оценки. Во 2-й опытной группе выявлено повышение приростов до 21-го дня выращивания, потом их стабилизация в течение одного возрастного периода и резкое увеличение с 28-го дня до окончания выращивания. В среднем за весь период выращивания превосходство осталось за цыплятами 2-й опытной группы, которые имели прирост на 5,35 г и 6,53 г (или на 7,2% и 8,7%) соответственно по группам.

Таким образом, подтверждается вывод о том, что применение БАД «Арес» в качестве кормовой добавки при выращивании цыплят-бройлеров в количестве 300 г/т комбикорма повышает скорость роста у цыплят и обладает накопительным эффектом, что позволяет не только поддерживать высокий уровень скорости роста, но и увеличивать ее. Применение добавки в виде водного раствора хотя и показывает накопительный эффект к концу выращивания, но не дает положительные результаты. Они оказались наиболее низкими и были ниже, чем в контрольной группе, на 44,52 г, или на 1,7%. Разница недостоверна.

Интенсивность роста оценивается по относительным приростам живой массы, которые показывают, насколько быстро растут животные или птица [12–15]. Известно, что с возрастом интенсивность роста снижается. Это подтверждается и данными, которые были получены в результате проведения научно-хозяйственного опыта (рис. 3).

Результаты расчета относительного прироста живой массы подтвердили выявленные закономерности роста и их изменений по периодам. Несмотря на их повторения, в группах наблюдается общая закономерность по снижению интенсивности роста с возрастом. Повышение показателей интенсивности роста в последний период (28–38 дней) объясняется удлинением этого периода по сравнению с другими. Разница в относительном приросте за весь период выращивания оказалась незначительной и составила по 1-й опытной группе относительно контрольной — 0,13%, по второй — +0,38%.

Таким образом, интенсивность роста у цыплят всех подопытных групп за весь период исследований оказалась практически одинаковой.

Выводы/Conclusion

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы: применение БАД «Арес» в дозе 300 г/т корма дает положительный эффект по влиянию на весовой рост цыплят-бройлеров; введение

в рацион водного раствора БАД «Арес» в дозе 150 г/т воды не оказало влияния на ростовые показатели цыплят; БАД «Арес» обладает накопительным эффектом, что позволяет не только поддерживать, но и повышать интенсивность роста; установлены особенности весового роста у цыплят-бройлеров, получавших БАД «Арес»; рост цыплят-бройлеров проходит по общим биологическим закономерностям роста и развития.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование является поисковым и выполнено в рамках научных исследований Уральского государственного аграрного университета (госрегистрация № АААА-А19-1191014000069).

FUNDING

The research is exploratory and was carried out within the framework of scientific research of the Ural State Agrarian University (state registration No. АААА-А19-1191014000069).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Донник И.М., Воронин Б.А., Лоретц О.Г., Кот Е.М., Воронина Я.В. Российский АПК: от импорта сельскохозяйственной продукции к экспортно-ориентированному развитию. *Аграрный вестник Урала*. 2017; (3): 12. <https://www.elibrary.ru/wdmsnz>
- Донник И.М., Воронин Б.А., Лоретц О.Г. Обеспечение продовольственной безопасности: научно-производственный аспект (на примере Свердловской области). *Аграрный вестник Урала*. 2017; (7): 81–85. <https://www.elibrary.ru/ulxhhh>
- Буюров В.С., Жариков А.Ю., Худокормов А.Р. Современное состояние и пути развития мясного птицеводства в России. *Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции*. Брянск: Брянский государственный аграрный университет. 2022; 154–159. <https://www.elibrary.ru/eqozzw>
- Таринская Т.А., Гамко Л.Н. Эффективность применения подкислителей воды в разные периоды выращивания цыплят-бройлеров. *Аграрная наука*. 2018; (10): 23, 24. <https://www.elibrary.ru/ymsrqp>
- Саифутдинова Л.В., Дерхо М.А. Лейкоциты и их информативность в оценке напряженности стресс-реакции у кур-несушек. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2019; (1): 136–139. <https://www.elibrary.ru/yxznal>
- Колесник Е.А., Дерхо М.А. Характеристика факторов гипоталамо-адренкортикальной регуляции и неспецифических адаптационных реакций у бройлерных цыплят. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2017; (1): 81–91. <https://www.elibrary.ru/yftepr>
- Николаева А.И., Лаврентьев А.Ю., Шерне В.С. Растительная кормовая добавка в комбикормах бройлеров. *Птицеводство*. 2018; (11–12): 43, 44. <https://www.elibrary.ru/yepqvn>
- Петрова Ю.В., Луговая И.С., Решенко В.А. Влияние Продактив Гепато на мясную продуктивность цыплят-бройлеров. *Аграрная наука*. 2018; (1): 36–38. <https://www.elibrary.ru/yqspqy>
- Колесник Е.А., Дерхо М.А. Оценка адаптационных ресурсов организма бройлерных цыплят. *Достижения науки и техники АПК*. 2016; 30(1): 59–61. <https://www.elibrary.ru/vpimcb>
- Гамко Л.Н., Таринская Т.А. Продуктивность использования азота и качество мясной продукции цыплят-бройлеров при выпаивании им воды с подкислителем «Велегارد». *Аграрная наука*. 2018; (7–8): 29–31. <https://www.elibrary.ru/xzfafn>
- Горелик О.В., Харлап С.Ю., Струин А.А., Белооков А.А., Белоокова О.В., Чухутин Е.В. Особенности весового роста цыплят-бройлеров при использовании биотехнологической добавки «Арес». *Аграрная наука*. 2022; (12): 57–60. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-57-60>
- Краснова О.А., Лазарева К.В. Рост, развитие и мясная продуктивность бычков при использовании биостимулятора растительного происхождения. *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2023; 10(219): 29–43. <https://doi.org/10.33920/sel-05-2310-03>
- Дзеранов Ч.С. Повышение жизнестойкости цыплят-бройлеров путем введения в рацион комплекса аминокислот. Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет. 2023; 103–105. <https://www.elibrary.ru/kepfsq>
- Пунегова В.В., Ковалева О.В. Физиологические показатели цыплят-бройлеров при использовании подстилки в виде абсорбирующей смеси. *От модернизации к опережающему развитию: обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства АПК*. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет. 2022; 109–111. <https://www.elibrary.ru/jzrmsl>
- Забиякин В.А. Скорость роста цесарок, содержащихся в условиях фермерского хозяйства. *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции*. Йошкар-Ола: Марийский государственный университет. 2022; 320–323. <https://www.elibrary.ru/iyjsz>

REFERENCES

- Donnik I.M., Voronin B.A., Lorets O.G., Kot E.M., Voronina Ya.V. Russian agrarian and industrial complex: from import of agricultural production to the export-oriented development. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2017; (3): 12 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/wdmsnz>
- Donnik I.M., Voronin B.A., Lorets O.G. Food security: a research and production aspect (on the example of Sverdlovsk region). *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2017; (7): 81–85 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ulxhhh>
- Buyarov V.S., Zharikov A.Yu., Khudokormov A.R. The current state and ways of development of meat poultry farming in Russia. *Innovative development of productive and unproductive animal husbandry. Collection of scientific works of the International scientific and practical conference*. Bryansk: Bryansk State Agrarian University. 2022; 154–159 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/eqozzw>
- Tarinskaya T.A., Gamko L.N. The effectiveness of water acidulants in different periods of growing broiler chickens. *Agrarian science*. 2018; (10): 23, 24 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ymsrqp>
- Saifutdinova L.V., Derkho M.A. Leukocytes and their information content in assessing the intensity of the stress response in laying hens. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2019; (1): 136–139 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yxznal>
- Kolesnik E.A., Derkho M.A. Studying the factors of pituitary-adrenocortical regulation and nonspecific adaptive reactions in broiler chickens. *Problems of Productive Animal Biology*. 2017; (1): 81–91 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yftepr>
- Nikolaeva A.I., Lavrentyev A.Yu., Sherne V.S. Plant Feed Additive for Broiler Diets. *Pitvevodstvo*. 2018; (11–12): 43, 44 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yepqvn>
- Petrova Yu.V., Lugovaya I.S., Reschenko V.A. Influence of Hepato products on the meat productivity of chicken-broilers. *Agrarian science*. 2018; (1): 36–38 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yqspqy>
- Kolesnik E.A., Derkho M.A. Estimation of adaptive resources of organisms of broiler chickens. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016; 30(1): 59–61 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/vpimcb>
- Gamko L.N., Tarinskaya T.A. Impact of the feed additive “HydroLactin” on the growth and reproductive function of gilts during the period of growth. *Agrarian science*. 2018; (7–8): 29–31 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/xzfafn>
- Gorelik O.V., Harlap S.Yu., Struin A.A., Belookov A.A., Belookova O.V., Chuhutin E.V. Features of broilers live weight gain in case of using the biotechnological additive “Ares”. *Agrarian science*. 2022; (12): 57–60 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-57-60>
- Krasnova O.A., Lazareva K.V. Growth, development and meat productivity of steers when using a biostimulator of plant origin. *Kormleniye sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo*. 2023; 10(219): 29–43 (In Russian). <https://doi.org/10.33920/sel-05-2310-03>
- Dzeranov Ch.S. Increasing the vitality of broiler chickens by introducing the aminovital complex into the diet. *Scientific works of students of the Gorsk State Agrarian University*. Vladikavkaz: Gorsk State Agrarian University. 2023; 103–105 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/kepfsq>
- Punegova V.V., Kovaleva O.V. Physiological parameters of broiler chickens when using litter in the form of an absorbent mixture. *From modernization to advanced development: ensuring competitiveness and scientific leadership of the agro-industrial complex*. Ekaterinburg: Ural State Agrarian University. 2022; 109–111 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/jzrmsl>
- Zabiyakin V.A. Growth rate of guinea fowl kept on a farm. *Current issues of improving the technology of production and processing of agricultural products. Materials of the International scientific and practical conference*. Yoshkar-Ola: Mari State University. 2022; 320–323 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/iyjsz>

ОБ АВТОРАХ

Ольга Петровна Неверова¹,
кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой
биотехнологии и пищевых продуктов
opneverova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2474-2290>

Ольга Васильевна Горелик¹,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры
биотехнологии и пищевых продуктов
olgao205en@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

Светлана Юрьевна Харлап¹,
кандидат биологических наук, доцент
proffuniver@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

Максим Борисович Ребезов^{1, 2},
• доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных
наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов¹;
• доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных
наук, профессор, главный научный сотрудник²
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Оксана Владимировна Зинина¹,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
zinoks-vl@mail.ru

Ольга Викторовна Чепуштанова¹,
кандидат биологических наук
chepushtanova-ov@list.ru

Елена Владимировна Александрина¹,
преподаватель
lena_aleksandrina@mail.ru

Елизавета Павловна Неверова¹,
студент
lizaneverova2000@icloud.com

¹ Уральский государственный аграрный университет,
ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

² Федеральный научный центр пищевых систем
им. В.М. Горбатова Российской академии наук,
ул. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Olga Petrovna Neverova¹,
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Biotechnology and Food Products
opneverova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2474-2290>

Olga Vasilyevna Gorelik¹,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department
of Biotechnology and Food Products
olgao205en@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

Svetlana Yurievna Kharlap¹,
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
proffuniver@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

Maksim Borisovich Rebezov^{1, 2},
• Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences,
Professor, Professor of the Department of Biotechnology and Food
Products¹;
• Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences,
Professor, Chief Researcher²
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Oksana Vladimirovna Zinina¹,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
zinoks-vl@mail.ru

Olga Viktorovna Chepushtanova¹,
Candidate of Biological Sciences
chepushtanova-ov@list.ru

Elena Vladimirovna Aleksandrina¹,
Lecturer
lena_aleksandrina@mail.ru

Elizaveta Pavlovna Neverova¹,
Student
lizaneverova2000@icloud.com

¹ Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia

² V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems
of the Russian Academy of Sciences,
26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

О.А. Багно¹ ✉
 О.Н. Прохоров¹
 С.С. Федотов²
 С.Н. Рассолов¹
 А.А. Шмидт¹

¹ Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, Кемерово, Россия

² ООО «Чистая вода», Кемерово, Россия

✉ OAglazunova@mail.ru

Поступила в редакцию:
30.06.2023

Одобрена после рецензирования:
31.10.2023

Принята к публикации:
10.11.2023

Olga A. Bagno¹
 Oleg N. Prokhorov¹
 Sergey S. Fedotov²
 Sergey N. Rassolov¹
 Alexander A. Schmidt¹

¹ Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russia

² «Chistaya voda» LLC, Kemerovo, Russia

✉ OAglazunova@mail.ru

Received by the editorial office:
30.06.2023

Accepted in revised:
31.10.2023

Accepted for publication:
10.11.2023

Эффективность использования экструдированной пихтовой муки в кормлении цыплят-бройлеров

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Хвоя является источником различных биологически активных веществ для животных, включая витамины. Также в хвое содержатся фитонциды, которые способствуют подавлению патогенной микрофлоры в пищеварительном тракте. Разработке технологий производства кормовых добавок на основе хвои посвящен ряд исследований.

Методика. Научно-исследовательская работа выполнена в экспериментальном птичнике ООО «Кузбасский бройлер» на цыплятах-бройлерах кросса Ross 308. Для проведения опыта были отобраны 820 голов цыплят в четыре группы. Птица контрольной группы получала полнорационный комбикорм (ПК), 1–3-й опытных групп — в составе ПК экстрадированную пихтовую муку (1,0%, 2,5%, 5,0% от массы комбикорма). При подборе цыплят-бройлеров в подопытные группы и проведении исследований применяли методики ВНИВИП.

Результаты. При скармливании экструдированной пихтовой муки в количестве 2,5% от массы корма на фазах выращивания цыплят-бройлеров получены наиболее высокие зоотехнические показатели по сравнению с контролем: абсолютный и среднесуточный прирост массы тела больше на 5,3%, сохранность — на 1,8%, ЕИП — на 35,9 единицы. Цыплята затратили на 1 кг прироста меньше комбикорма на 6,1% (0,11 кг) по сравнению с аналогами из контрольной группы.

Ключевые слова: кормление, экструдированная пихтовая мука, цыплята-бройлеры, продуктивность, интенсивность роста, затраты корма, органолептические свойства мяса, каротиноиды

Для цитирования: Багно О.А., Прохоров О.Н., Федотов С.С., Рассолов С.Н., Шмидт А.А. Эффективность использования экструдированной пихтовой муки в кормлении цыплят-бройлеров. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 76–81. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-76-81>

© Багно О.А., Прохоров О.Н., Федотов С.С., Рассолов С.Н., Шмидт А.А.

Efficiency of the use of extruded fir flour in feeding broiler chickens

ABSTRACT

Relevance. Needles are a source of various biologically active substances for animals, including vitamins. The needles also contain phytoncides, which contribute to the suppression of pathogenic microflora in the digestive tract. A number of studies have been devoted to the development of technologies for the production of feed additives based on needles

Methodology. The research work was carried out in the experimental poultry house of “Kuzbass Broiler” LLC on broiler chickens of the Ross 308 cross. 820 heads of chickens in four groups were selected for the experiment. The poultry of the control group received complete compound feed (PC), the 1st–3rd experimental groups received extruded fir flour as part of the PC (1.0%, 2.5%, 5.0% of the weight of the compound feed). When selecting broiler chickens in experimental groups and conducting research, the methods of VNIPI were used.

Results. When feeding extruded fir flour in an amount of 2.5% of the feed volume at the stages of growing broiler chickens the highest indicators of their growth were obtained compared to the control: the absolute and average daily body weight gain is more by 5.3%. Safety increased by 1.8%, the European productivity index (EPI) increased by 35.9 units. Chickens spent 6.1% (0.11 kg) less compound feed per 1 kg of gain compared to analogues from the control group.

Key words: feeding, extruded fir flour, broiler chickens, productivity, growth rate, feed costs, organoleptic properties of meat, carotenoids

For citation: Bagno O.A., Prokhorov O.N., Fedotov S.S., Rassolov S.N., Schmidt A.A. Efficiency of the use of extruded fir flour in feeding broiler chickens. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 76–81 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-76-81>

© Bagno O.A., Prokhorov O.N., Fedotov S.S., Rassolov S.N., Schmidt A.A.

Введение/Introduction

Птицеводство — одна из приоритетных отраслей сельскохозяйственного производства в целом и животноводства в частности. Его развитие невозможно без повышения объема производства кормовых ресурсов, их качества и совершенствования структуры кормового баланса. Одним из наиболее актуальных вопросов в данном направлении является устранение хронического дефицита биологически активных веществ, важнейших для питания сельскохозяйственной птицы.

Совершенствование и повышение эффективности классических рационов возможны за счет применения в их составе кормов и кормовых добавок натурального происхождения, а также полученных из альтернативных источников, в частности отходов лесопереработки [1–3].

В России впервые в мире было организовано промышленное производство кормов из отходов лесопереработки. В настоящее время получают хвойно-витаминную муку из древесной зелени, кормовые дрожжи из древесной щепы. Но проблема переработки отходов лесопереработки с применением инновационных, ресурсосберегающих технологий всё еще остается актуальной и требует решения [4–6]. Организация производства кормов и кормовых добавок из отходов хвойных деревьев с использованием современных технологий позволит существенно укрепить кормовую базу, вывести производство отдельных видов кормов из-под влияния неблагоприятных погодно-климатических условий, предупредить загрязнение окружающей среды отходами переработки леса, снизить зависимость от импорта кормовых добавок [7–9].

Биологически активные кормовые добавки для сельскохозяйственных животных производят из различных видов лесной биомассы, из которых наиболее популярны пихтовые [10], кедровые и сосновые [11–14] ресурсы.

Богатым источником биологически активных соединений является пихта сибирская (*Abies sibirica*). Е.А. Ефремов, А.А. Ефремов [15] обнаружили в пихте 43 компонента, для которых доказаны адаптогенный, антигипоксический, антиоксидантный, антимикробный, противовоспалительный, иммуномодулирующий эффекты.

Для муки, произведенной из хвои пихты сибирской, характерны (относительно других кормов) низкое содержание сырого протеина и высокое содержание сырой клетчатки, что ограничивает процент ее ввода в состав полнорационных комбикормов для сельскохозяйственной птицы. Достаточно высокое содержание каротиноидов и витамина E в пихтовой муке дает основание для ее использования в качестве витаминной кормовой добавки.

Цель работы — определить эффективность использования экструдированной пихтовой муки в рационах для цыплят-бройлеров.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Научно-исследовательская работа выполнена на кафедре зоотехнии Кузбасской ГСХА, экспериментальная часть — на цыплятах-бройлерах кросса Ross 308 в условиях ООО «Кузбасский бройлер» (Кемеровская область — Кузбасс) в 2022 году.

Для проведения эксперимента на цыплятах мясного направления продуктивности в условиях напольной системы содержания по методу групп-аналогов были

подобраны четыре группы молодняка в суточном возрасте с учетом живой массы. Количество бройлеров в каждой группе составило 205 голов. При формировании групп были учтены положения методики ВНИТИП¹.

Схема исследований на цыплятах-бройлерах приведена в таблице 1. Цыплятам из группы контроля скормливали полнорационный комбикорм по фазам выращивания (ПК). Бройлерам экспериментальных групп в комбикорме заменяли часть ингредиентов на экструдированную пихтовую муку в разных количествах — начиная с фазы выращивания «старт» и до конца откорма (табл. 1).

Питательная ценность рационов контрольной и опытных групп соответствовала рекомендациям для цыплят-бройлеров кросса Ross 308 (табл. 2)

Экструдированная пихтовая мука произведена из лапок пихты сибирской, заготовленных в Кемеровской области — Кузбассе. Экструдирование проводили в производственных условиях ООО «Чистая вода» при температуре 120–130 °С и давлении 6,5–7 МПа.

Таблица 1. Схема исследований на цыплятах-бройлерах
Table 1. Scheme of studies on broiler chickens

Группа	Кол-во птицы, голов	Исследуемый фактор
Контрольная	205	Полнорационный комбикорм по фазам выращивания (ПК)
1-я опытная	205	ПК + экструдированная пихтовая мука в количестве 1% от массы комбикорма
2-я опытная	205	ПК + экструдированная пихтовая мука в количестве 2,5% от массы комбикорма
3-я опытная	205	ПК + экструдированная пихтовая мука в количестве 5% от массы комбикорма

Таблица 2. Питательная ценность комбикормов для цыплят-бройлеров
Table 2. Nutritional value of compound feed for broiler chickens

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Старт				
ОЭ, Ккал/100 г	311	311	308	307
Сырой протеин, %	22,7	22,5	22,9	22,6
Сырой жир, %	7,57	7,39	7,83	7,75
Сырая клетчатка, %	3,68	3,34	3,84	3,58
Кальций, %	0,92	0,91	0,91	0,9
Фосфор усвояемый, %	0,46	0,46	0,46	0,45
Рост				
ОЭ, Ккал/100 г	318	318	315	315
Сырой протеин, %	21,4	21,4	21,4	21,6
Сырой жир, %	7,39	7,73	7,69	7,58
Сырая клетчатка, %	3,54	3,7	4,06	4,16
Кальций, %	0,91	0,89	0,89	0,87
Фосфор усвояемый, %	0,46	0,44	0,44	0,45
Финиш 1				
ОЭ, Ккал/100 г	323	323	320	320
Сырой протеин, %	19,8	19,8	19,8	19,5
Сырой жир, %	9,62	9,69	9,38	9,88
Сырая клетчатка, %	3,74	3,85	3,99	4,12
Кальций, %	0,81	0,79	0,79	0,8
Фосфор усвояемый, %	0,4	0,4	0,4	0,39
Финиш 2				
ОЭ, Ккал/100 г	326	326	320	321
Сырой протеин, %	19,17	18,99	19,43	19,1
Сырой жир, %	10,29	9,99	10,42	10,21
Сырая клетчатка, %	3,88	3,93	3,99	4,09
Кальций, %	0,85	0,85	0,84	0,83
Фосфор усвояемый, %	0,36	0,36	0,36	0,35

¹ Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Молекулярно-генетические методы определения микрофлоры кишечника / Под общ. ред. В.И. Фисинина. Сергиев Посад : ВНИТИП. 2013; 52.

Химический состав экструдированной пихтовой муки определяли в условиях НИЛ «Агроэкологии» Кузбасской ГСХА по следующим методикам: сухое вещество — по ГОСТ 31640-2012², сырой протеин — по ГОСТ 13496.4-2019³, сырой жир — по ГОСТ 13496.15-2016⁴, сырую золу — по ГОСТ 26226-95⁵, сырую клетчатку — по ГОСТ 31675-2012⁶, кальций — по ГОСТ 26570-95⁷, фосфор — по ГОСТ 26657-97⁸, каротин — по ГОСТ 13496.17-2019⁹. Содержание БЭВ и обменной энергии рассчитывали по методическим указаниям ЦИНАО¹⁰.

Определение содержания витамина E и каротиноидов в экструдированной пихтовой муке осуществляли в лаборатории физико-химических исследований фармакологически активных и природных соединений ФГБОУ ВО КемГУ в режиме ВЭЖХ Prominence LC-20 (Shimadzu, Япония) по руководству¹¹.

Технология содержания подопытных цыплят-бройлеров была идентичной, соответствовала зооигиеническим нормам, предъявляемым для изучаемого кросса. Плотность посадки цыплят составила 20 гол/м². Кормление цыплят-бройлеров осуществляли по рациону, разработанному согласно Справочнику по выращиванию цыплят-бройлеров кросса Ross 308¹² и рецепту, оптимизированному в программном комплексе «Корм Оптима Эксперт» (ООО «КормоРесурс», Россия). Скармливание экструдированной пихтовой муки начали с фазы выращивания «старт» и продолжали до убоя. Продолжительность исследований — 42 дня.

Для оценки продуктивных качеств цыплят-бройлеров в ходе научно-хозяйственного опыта учитывали следующие показатели: живую массу, среднесуточный и абсолютный прирост, расход корма на единицу продукции, сохранность, европейский индекс продуктивности. Живую массу цыплят определяли методом индивидуального взвешивания в суточном возрасте, затем ежедневно и перед убоем. На основании полученных данных производили расчет приростов живой массы: абсолютный прирост как разность между живой массой в конце и начале опыта; среднесуточный прирост как отношение абсолютного прироста на количество кормодней.

Затраты корма на 1 кг прироста живой массы рассчитывали как отношение общего количества корма, израсходованного за период выращивания птицы, к абсолютному приросту.

Ежедневно вели учет количества павших цыплят. Сохранность бройлеров определяли в процентах от начального поголовья по отдельным фазам выращивания и за весь период откорма.

Для оценки эффективности производства рассчитали Европейский индекс продуктивности (ЕИП)¹³ по формуле (1):

$$\text{ЕИП} = \frac{\text{Жм} \times \text{Сп} \times 100}{\text{Пв} \times \text{Зк}}, \quad (1)$$

где: ЕИП — европейский индекс продуктивности; Жм — средняя живая масса, кг; Сп — сохранность, %; Пв — продолжительность выращивания, дни; Зк — затраты корма на 1 кг прироста, кг.

Вкусовые качества мяса цыплят-бройлеров после проведения откорма оценивали при дегустации вареного мяса и бульона в соответствии с «Методикой проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы»¹⁴. Вареное мясо оценивали по таким показателям, как нежность, сочность, вкус и аромат. Качество мясного бульона оценивали по следующим показателям: вкус, аромат, наваристость, прозрачность¹⁴.

Данные по динамике живой массы цыплят-бройлеров обрабатывали стандартными статистическими методами в компьютерной программе Microsoft Excel (США). Достоверность различий между контрольной и опытными группами оценивали по t-критерию Стьюдента. Результаты при $p \leq 0,05$ считались достоверными.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Перед проведением научно-хозяйственного опыта был исследован химический состав экструдированной пихтовой муки в НИЛ «Агроэкология» Кузбасской ГСХА. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Анализ химического состава экструдированной пихтовой муки показал, что образцы имели среднюю влажность 8,64%, что соответствует требованиям ГОСТ 13797-84¹⁵.

По остальным показателям, к которым в ГОСТ 13797-84 установлены требования, отмечены следующие значения: содержание сырой клетчатки соответствует требованиям для высшего, первого и второго сорта (не более 30%); содержание каротина — ниже установленных требований для всех сортов муки (не менее 60 мг/кг).

Таблица 3. Химический состав экструдированной пихтовой муки
Table 3. Chemical composition of extruded fir flour

Показатель	Содержание
Влага, %	8,64 ± 0,28
Сухое вещество, %	91,36 ± 1,01
Сырой протеин, %	6,30 ± 0,21
Сырой жир, %	9,0 ± 0,74
Сырая зола, %	4,67 ± 0,2
Сырая клетчатка, %	24,72 ± 2,42
Кальций, %	1,04 ± 0,1
Фосфор, %	0,15 ± 0,01
БЭВ, %	46,67
ОЭ, МДж/кг	10,32
Ккал/100 г	246,54
Каротин, мг/кг	32 ± 6,3
Каротиноиды, мг/г	18,5 ± 0,05
Витамин E, мкг/г	630,5 ± 0,1

² ГОСТ 31640-2012 Корма. Методы определения содержания сухого вещества.

³ ГОСТ 13496.4-2019 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина.

⁴ ГОСТ 13496.15-2016 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира.

⁵ ГОСТ 26226-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы.

⁶ ГОСТ 31675-2012 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации.

⁷ ГОСТ 26570-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция.

⁸ ГОСТ 26657-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора.

⁹ ГОСТ 13496.17-2019 Корма. Методы определения каротина.

¹⁰ Методические указания по оценке качества и питательности кормов. ЦИНАО. 2002.

¹¹ Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. Одновременное определение витаминов А, Е и каротиноидов в БАД. Р.4.1.1672-03. Москва. 2004; 51.

¹² Справочник по выращиванию бройлеров кросса Ross. Aviagen. 2018; 140.

¹³ Petričević V., Pavlovski Z., Škrbić Z., Lukić M. The effect of genotype on production and slaughter properties of broiler chickens. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2011; 27(2): 171–181. <https://doi.org/10.2298/BAH1102171P>

¹⁴ Методика проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы / Под общ. ред. В.С. Лукашенко, А.Ш. Кавтарашвили. Сергиев Посад: ВНИТИП. 2015; 104.

¹⁵ ГОСТ 13797-84. Мука витаминная из древесной зелени. Технические условия.

В связи с установленными тенденциями необходимо обратить особое внимание на технологические режимы производства муки и направить их в сторону максимального сохранения витаминов.

При анализе данных (рис. 1) отмечены некоторые различия в динамике роста цыплят-бройлеров при скормливании экструдированной пихтовой муки. В конце второй недели выращивания (после недели скормливания комбикорма с экструдированной пихтовой мукой) живая масса цыплят 1-й и 2-й опытных групп была меньше (по сравнению с показателем птиц контрольной группы) на 11,8% ($p < 0,05$) и 3,7% соответственно, а 3-й опытной группы — больше на 4,3%. Но установленная тенденция поменялась на противоположную в возрасте 21 дня — преимущество по массе тела имели цыплята-бройлеры 1-й и 2-й опытных групп — на 13,2% ($p < 0,01$) и 12,9% ($p < 0,05$) соответственно по сравнению с контролем.

В возрасте 28 и 42 дней наибольшую массу тела имели цыплята-бройлеры 2-й опытной группы — на 1% и 5,2% ($p < 0,001$) соответственно по сравнению с контролем. В результате на конец выращивания самые высокие значения абсолютного и среднесуточного прироста массы тела (табл. 4) имели цыплята 2-й опытной группы, которым скормливали экструдированную пихтовую муку в количестве 2,5% от объема комбикорма — больше на 5,3% по сравнению с контрольными аналогами. Показатели интенсивности роста цыплят-бройлеров 1-й опытной группы за весь период выращивания были

Таблица 4. Показатели интенсивности роста цыплят-бройлеров, г
Table 4. Broiler chicken growth indicators, g

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Абсолютный прирост живой массы, г	2199,11	2218,86	2316,47	2094,42
Среднесуточный прирост живой массы, г	52,36	52,83	55,15	49,87

Таблица 5. Потребление комбикорма цыплятами-бройлерами и эффективность его использования

Table 5. Feed consumption by broiler chickens and efficiency of its use

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Средний расход корма за неделю опыта, на голову, г:				
1-я неделя	203,4	205,4	204,4	205,4
2-я неделя	367,6	373,1	369,5	371,3
3-я неделя	720,6	735	714,3	721,4
4-я неделя	735,3	769,2	750	761,4
5-я неделя	1212,9	1190,7	1160,8	1214,3
6-я неделя	750	769,6	746,2	757,7
Расход корма за период опыта, кг	3,99	4,04	3,95	4,03
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,81	1,82	1,7	1,92

Таблица 6. Сохранность цыплят-бройлеров по периодам выращивания, %

Table 6. The safety of broiler chickens by growing periods, %

Период	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
1-я неделя	99,5	98,5	99	98,5
2-я неделя	99,5	98	99	98,5
3-я неделя	99,5	97,6	99	98
4-я неделя	99,5	95,1	97,6	96,1
5-я неделя	98,5	94,6	97,1	95,6
6-я неделя	95,6	93,2	96,1	94,6

Рис. 1. Динамика живой массы цыплят-бройлеров

Fig. 1. Live weight dynamics of broiler chickens

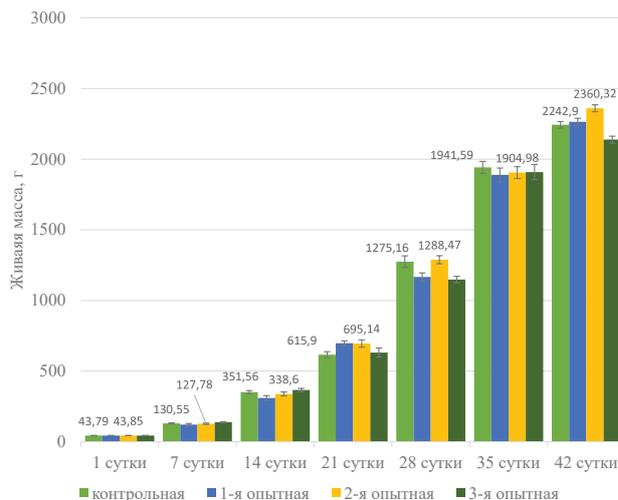
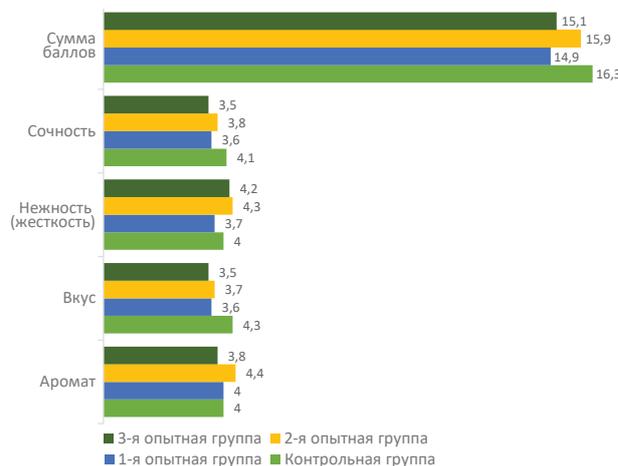


Рис. 2. Результаты органолептической оценки качества мяса цыплят-бройлеров, балл

Fig. 2. The results of the organoleptic evaluation of the quality of meat of broiler chickens, score



также больше, но на 0,9%, 3-й опытной группы — меньше на 4,8% по сравнению с контролем.

В таблице 5 представлены результаты учета потребления комбикорма подопытными цыплятами-бройлерами и эффективности его использования при проведении исследований.

Расчеты показали, что на весь период выращивания цыплят-бройлеров требуется от 3,95 кг корма для цыплят 2-й опытной группы до 4,04 кг для бройлеров 1-й опытной группы. Наиболее эффективно за весь период выращивания использовали корм цыплята-бройлеры 2-й опытной группы. Они затратили на 1 кг прироста меньше комбикорма на 6,1% (0,11 кг) по сравнению с аналогами из контрольной группы.

Сохранность птицы по периодам выращивания представлена в таблице 6. Самая высокая сохранность цыплят-бройлеров установлена во 2-й опытной группе — 99,6%, что больше на 1,8% по сравнению с контролем.

В результате проведения дегустации (рис. 2), целью которой состояла в проведении органолептической оценки мяса цыплят-бройлеров после скормливания различных доз экструдированной пихтовой муки, установлено, что лучшим образцом вареного мяса цыплят-бройлеров (по 5-балльной шкале) признан образец мяса цыплят контрольной группы — 16,3 балла.

Остальные образцы по сумме баллов незначительно уступали образцу контрольной группы. Среди образцов, полученных от цыплят опытных групп, лучшим оказался образец 2-й опытной группы — 15,9 балла.

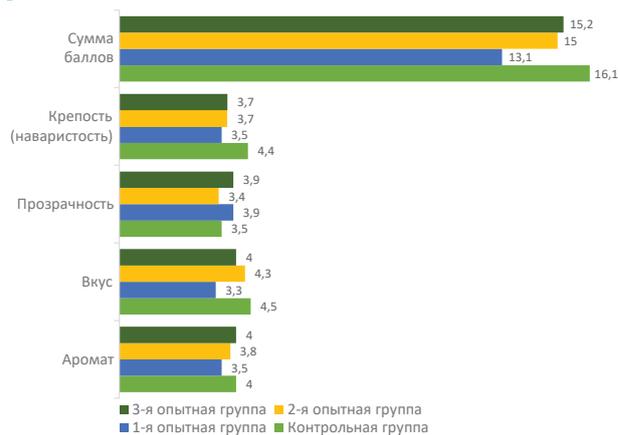
Лучшим образцом бульона (по 5-балльной шкале) признан также образец контрольной группы — 16,1 балла (рис. 3). Среди образцов, полученных из опытных групп, лучшими оказались образцы 3-й опытной группы — 15,2 балла, 2-й опытной группы — 15 баллов.

Проведенная органолептическая оценка мяса цыплят-бройлеров свидетельствует об удовлетворительном качестве продукта, полученного при скормливании цыплятам-бройлерам экструдированной пихтовой муки.

Расчет Европейского индекса продуктивности (ЕИП) показал, что наиболее высокое значение этого интегрального показателя имели цыплята-бройлеры 2-й опытной группы — 317,6, что больше на 35,9 единицы по сравнению с контрольной группой (281,7), на 42,1 единицы по сравнению с 1-й опытной группой (275,5) и на 66,5 единиц по сравнению с 3-й опытной группой (251).

Предполагаем, что наблюдаемые положительные изменения по продуктивным качествам и сохранности цыплят-бройлеров при скормливании экструдированной пихтовой муки в дозе 2,5% от массы корма связаны с влиянием биологически активных соединений пихты сибирской. Кроме того, изучаемый кормовой ингредиент содержит витамины в комплексе с этими веществами, что способствует их лучше усвоению. Так, в некоторых источниках [16] перечислены БАВ, имеющиеся в пихте сибирской: витамины (А, С, Е, Р, РР и др.), органические кислоты, антиоксиданты, биофлавоноиды (растительные фенолы). Также в хвое пихты обнаружены биологически активные соединения, обладающие антибактериальными свойствами (фитонциды), необходимые для

Рис. 3. Результаты органолептической оценки качества бульона, балл
Fig. 3. The results of the organoleptic assessment of the quality of broth, score



метаболизма и синтеза гормонов. Доказано, что вещества, содержащиеся в пихтовой хвое, оказывают благоприятное влияние на гемопоэз, иммунитет, обладают гепатозащитным, регенерирующим действием [17, 18].

Выводы/Conclusions

Таким образом, при скормливании экструдированной пихтовой муки в количестве 2,5% от массы корма на фазах выращивания цыплят-бройлеров «старт», «рост» и «финиш» отмечено повышение интенсивности их роста на 5,3%, сохранности — на 1,8%, ЕИП — на 35,9 единицы, снижение затрат корма на 1 кг прироста на 6,1% по сравнению с контролем. При этом значительной разницы во вкусовых качествах получаемой продукции в контрольной и опытных группах не установлено.

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. Боголюбова Н.В., Романов В.Н. Улучшение физиолого-биохимических процессов в организме жвачных с применением добавок на основе переработки биомассы леса. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2018; (4): 79–87. <https://www.elibrary.ru/urldcm>
2. Фомичев Ю.П., Никанова Л.А., Лашин С.А. Дигидрокверцетин и арабиногалактан — природные биорегуляторы, применение в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2018; (3): 21–32. <https://www.elibrary.ru/yggvjb>
3. Varelas V., Langton M. Forest biomass waste as a potential innovative source for rearing edible insects for food and feed — A review. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2017; 41: 193–205. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.03.007>
4. Епифанов А.Д., Подъячих С.В. Переработка и применение отходов кедрового промысла. *Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти А.А. Ежевского*. Иркутск: Иркутский ГАУ. 2018; 173–180. <https://www.elibrary.ru/vpalyi>
5. Воробьев А.Л., Калачев А.А., Залесов С.В. Использование отходов лесозаготовок в качестве сырья для получения кормовых добавок. *Леса России и хозяйство в них*. 2018; (3): 65–72. <https://www.elibrary.ru/ywwnit>
6. Иванов Е.А., Терещенко В.А., Иванова О.В. Природные кормовые добавки в кормлении лактирующих коров. *Молочное и мясное скотоводство*. 2019; (6): 38–42. <https://www.elibrary.ru/jzgmzc>
7. Wu Q.J., Wang Z.B., Wang G.Yu., Li Yu.X., Qi Yu.X. Effects of feed supplemented with fermented pine needles (*Pinus ponderosa*) on growth performance and antioxidant status in broilers. *Poultry Science*. 2015; 94(6): 1138–1144. <https://doi.org/10.3382/ps/pev013>
8. Ramay M.S., Yalcin S. Effects of supplemental pine needles powder (*Pinus brutia*) on growth performance, breast meat composition, and antioxidant status in broilers fed linseed oil-based diets. *Poultry Science*. 2020; 99(1): 479–486. <https://doi.org/10.3382/ps/pez542>

REFERENCES

1. Bogolyubova N.V., Romanov V.N. Improvement of physiological and biochemical processes in ruminants with the use of additives based on the processing of forest biomass. *Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*. 2018; (4): 79–87 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/urldcm>
2. Fomichev Yu.P., Nikanova L.A., Lashin S.A. Dihydroquercetin and arabinogalactan are natural bioregulators used in agriculture and food industry. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2018; (3): 21–32 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yggvjb>
3. Varelas V., Langton M. Forest biomass waste as a potential innovative source for rearing edible insects for food and feed — A review. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2017; 41: 193–205. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.03.007>
4. Epifanov A.D., Podiyachikh S.V. Processing and use of waste of cedar fishing. *Problems and prospects of sustainable development of the agro-industrial complex. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, dedicated to the memory of A.A. Yezhevsky*. Irkutsk: Irkutsk State University of Agriculture. 2018; 173–180 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/vpalyi>
5. Vorobiov A.L., Kalachev A.A., Zalesov S.V. Wastes left after logging utilization as a raw material for fodder additives production. *Forests of Russia and economy in them*. 2018; (3): 65–72 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ywwnit>
6. Ivanov E.A., Tereshchenko V.A., Ivanova O.V. Natural feed additives for feeding lactation cows. *Journal of Dairy and Beef Cattle Farming*. 2019; (6): 38–42 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/jzgmzc>
7. Wu Q.J., Wang Z.B., Wang G.Yu., Li Yu.X., Qi Yu.X. Effects of feed supplemented with fermented pine needles (*Pinus ponderosa*) on growth performance and antioxidant status in broilers. *Poultry Science*. 2015; 94(6): 1138–1144. <https://doi.org/10.3382/ps/pev013>
8. Ramay M.S., Yalcin S. Effects of supplemental pine needles powder (*Pinus brutia*) on growth performance, breast meat composition, and antioxidant status in broilers fed linseed oil-based diets. *Poultry Science*. 2020; 99(1): 479–486. <https://doi.org/10.3382/ps/pez542>

9. Драбович Ю.А., Киргинцев Б.О. Терапевтические свойства древесной зелени. *Аграрная наука и образование Тюменской области: связь времен. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 140-летию Тюменского реального училища, 60-летию Тюменского государственного сельскохозяйственного института*. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья. 2019; 53–61. <https://www.elibrary.ru/dotuid>
10. Смоленцев С.Ю. Влияние биологически активной кормовой добавки на организм коров. *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции*. Йошкар-Ола: Марийский государственный университет. 2022; 24: 447–451. <https://www.elibrary.ru/nhtxdx>
11. Кичеева А.Г., Терещенко В.А., Иванов Е.А., Иванова О.В., Любимова Ю.Г. Применение хвои и скорлупы кедрового ореха в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы (обзор). *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2021; (4): 108–125. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2021-61-4-108-125>
12. Иванов Е.А., Иванова О.В., Терещенко В.А. Влияние кормовой добавки «Хвойная плюс» на продуктивность коров. *Научное обеспечение животноводства Сибири. Материалы V Международной научно-практической конференции*. Красноярск: Красноярский НИИЖ ФИЦ КНЦ СО РАН. 2021; 138–142. <https://www.elibrary.ru/kcgeok>
13. Терещенко В.А., Иванов Е.А., Любимова Ю.Г., Иванова О.В., Кичеева А.Г. Обмен веществ коров при скормливания премиксов на основе лесной биомассы и природных минералов. *Ветеринария и кормление*. 2022; (3): 66–70. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2022-3-17>
14. Ivanov E., Ivanova O., Tereshchenko V., Efimova L. Natural Additives in Diet of Cows. Muratov A., Ignateva S. (eds.). *Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2021)*. Cham: Springer. 2022; 2: 633–644. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9_70
15. Ефремов Е.А., Ефремов А.А. Компонентный состав и физико-химические характеристики эфирного масла весенней лапки пихты сибирской. *Химия растительного сырья*. 2013; (4): 71–75. <https://doi.org/10.14258/jcprfm.1304071>
16. Костеша Н.Я., Лукьяненко П.И., Чардынцева Н.В., Матвеева Л.А., Стрелис А.К. Экстракт пихты сибирской АБИСИБ и его применение в медицине и ветеринарии. *Успехи современного естествознания*. 2010; (12): 11–13. <https://www.elibrary.ru/mwcyep>
17. Белянин М.Л., Нартов А.С. Количественное определение некоторых биологически активных кислот в хвое пихты сибирской (*Abies sibirica*) методом ГХ-МС. *Основные проблемы естественных и математических наук. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции*. Волгоград: ИЦПОН. 2014; 27–31. <https://www.elibrary.ru/szqexd>
18. Шумилова А.А., Соловьева Е.С. Состав и физико-химические свойства эфирного масла пихты сибирской, произрастающей в различных районах Кировской области. *Экология родного края: проблемы и пути их решения. Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. Киров: Вятский государственный университет. 2019; 271–274. <https://www.elibrary.ru/cubmsa>
9. Drabovich Yu.A., Kirgintsev B.O. Use of needles in livestock. *Agrarian science and education of the Tyumen region: connection of times. Proceedings of the International scientific-practical conference dedicated to the 140th anniversary of the Tyumen real school, the 60th anniversary of the Tyumen State Agricultural Institute*. Tyumen: Northern Trans-Ural State Agricultural University. 2019; 53–61 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/dotuid>
10. Smolencev S.Yu. The effect of biologically active feed additives on the body of cows. *Topical issues of improving the technology of production and processing of agricultural products. Proceedings of the International scientific-practical conference*. Yoshkar-Ola: Mari State University. 2022; 24: 447–451 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/nhtxdx>
11. Kicheeva A.G., Tereshchenko V.A., Ivanov E.A., Ivanova O.V., Lyubimova Yu.G. Application of pine nut needles and shells in the feeding of farm animals and poultry (review). *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2021; (4): 108–125 (In Russian). <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2021-61-4-108-125>
12. Ivanov E.A., Ivanova O.V., Tereshchenko V.A. The effect of the feed additive "Coniferous plus" on the productivity of cows. *Scientific support of animal husbandry in Siberia. Materials of the V International Scientific and Practical Conference*. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk NIIZH FITC KNC SB RAS. 2021; 138–142 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/kcgeok>
13. Tereshchenko V.A., Ivanov E.A., Lyubimova Yu.G., Ivanova O.V., Kicheeva A.G. Metabolism of cows when feeding premixes based on forest biomass and natural minerals. *Veterinaria i kormlenie*. 2022; (3): 66–70 (In Russian). <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2022-3-17>
14. Ivanov E., Ivanova O., Tereshchenko V., Efimova L. Natural Additives in Diet of Cows. Muratov A., Ignateva S. (eds.). *Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2021)*. Cham: Springer. 2022; 2: 633–644. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9_70
15. Efremov E.A., Efremov A.A. Composition and physical-chemical properties of essential oil spring boughs of Siberian fir. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*. 2013; (4): 71–75 (In Russian). <https://doi.org/10.14258/jcprfm.1304071>
16. Kostesha N.Ya., Lukyanenok P.I., Chardyntseva N.V., Matveeva L.A., Strelis A.K. Siberian fir extract ABISIB and its application in medicine and veterinary medicine. *Advances in current natural sciences*. 2010; (12): 11–13 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/mwcyep>
17. Belyanin M.L., Nartov A.S. Quantitative determination of some biologically active acids in the coniferous Siberian fir (*Abies sibirica*) by GC-MS method. *The main problems of natural and mathematical sciences. Collection of scientific papers of the International scientific and practical conference*. Volgograd: IDCES. 2014; 27–31 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/szqexd>
18. Shumilova A.A., Solovyova E.S. Composition and physico-chemical properties of Siberian fir essential oil, which grows in various districts of the Kirov region. *Ecology of the native land: problems and ways to solve them. Proceedings of the XIV All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation*. Kirov: Vyatka State University. 2019; 271–274 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/cubmsa>

ОБ АВТОРАХ

Ольга Александровна Багно¹,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
OAglazunova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4047-2355>

Олег Николаевич Прохоров¹,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
oldao@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1916-661X>

Сергей Сергеевич Федотов²,
директор
fss@clw.ru

Сергей Николаевич Рассолов¹,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
sn_zenit@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0008-7511-9766>

Александр Александрович Шмидт¹,
заведующий лабораторией кафедры ветеринарной
медицины и биотехнологий
shurick57789@yandex.ru

¹ Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия,
ул. Марковцева, 5, Кемерово, 650056, Россия,

² ООО «Чистая вода»,
ул. Тухачевского, 27А, Кемерово, 650036, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Olga Alexandrovna Bagno¹,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
OAglazunova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4047-2355>

Oleg Nikolaevich Prokhorov¹,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
oldao@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1916-661X>

Sergey Sergeevich Fedotov²,
Director
fss@clw.ru

Sergey Nikolaevich Rassolov¹,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor
sn_zenit@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0008-7511-9766>

Alexander Alexandrovich Schmidt¹,
Head of the Laboratory of the Department of Veterinary
Medicine and Biotechnology
shurick57789@yandex.ru

¹ Kemerovo State Agricultural Academy,
5 Markovtsev Str., Kemerovo, 650056, Russia

² «Chistaya Voda» LLC,
27A Tukhachevsky Str., Kemerovo, 650036, Russia

С.А. Гриценко¹ ✉
 О.В. Белоокова¹
 М.Б. Ребезов^{2, 3}
 Ю.Ю. Видякин¹

¹ Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия

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

³ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ zf.usavm@mail.ru

Поступила в редакцию:
11.07.2023

Одобрена после рецензирования:
31.10.2023

Принята к публикации:
10.11.2023

Svetlana A. Gritsenko¹ ✉
 Oksana V. Belookova¹
 Maksim B. Rebezov^{2, 3}
 Yuri Yu. Vidyakin¹

¹ South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia

² V.M. Gorbатов Federal Scientific Center of Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

³ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

✉ zf.usavm@mail.ru

Received by the editorial office:
11.07.2023

Accepted in revised:
31.10.2023

Accepted for publication:
10.11.2023

Показатели убоя и химического состава мяса товарного молодняка мясной птицы в зависимости от живой массы в суточном возрасте

РЕЗЮМЕ

В статье представлены показатели убоя и химического состава промышленного стада птицы мясного направления продуктивности в различные возрастные периоды в зависимости от массы тела птицы в суточном возрасте. Выявлена общая тенденция незначительного положительного влияния градации птенцов по живой массе в суточном возрасте на показатели убоя и химического состава мяса. Установлено, что от птицы с более высокой массой в суточном возрасте получают больше ценных составных частей тушки (грудка, голень, бедро, крыло). Показатели химического состава составных частей туши по группам в большинстве случаев достоверно не различались, за исключением содержания фосфора и железа.

Ключевые слова: живая масса в суточном возрасте, убойный выход, масса составных частей тушки, цыплята-бройлеры

Для цитирования: Гриценко С.А., Белоокова О.В., Ребезов М.Б., Видякин Ю.Ю. Показатели убоя и химического состава мяса товарного молодняка птицы в зависимости от живой массы в суточном возрасте. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 82–87. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-82-87>

© Гриценко С.А., Белоокова О.В., Ребезов М.Б., Видякин Ю.Ю.

Indicators of slaughter and chemical composition of meat of commercial young meat poultry depending on live weight at daily age

ABSTRACT

The article presents the indicators of slaughter and the chemical composition of the industrial poultry flock of the meat direction of productivity in different age periods, depending on the body weight of the bird at the daily age. A general trend of a slight positive effect of the gradation of chicks by live weight at day old on the indicators of slaughter and the chemical composition of meat was revealed. It has been established that more valuable components of the carcass (breast, drumstick, thigh, wing) are obtained from birds with a higher weight at the day-old age. Indices of the chemical composition of the components of the carcass by groups in most cases did not differ significantly, with the exception of the content of phosphorus and iron.

Key words: live weight at day old, slaughter yield, weight of carcass components, broiler chickens

For citation: Gritsenko S.A., Belookova O.V., Rebezov M.B., Vidyakin Yu.Yu. Indicators of slaughter and chemical composition of meat of commercial young meat poultry depending on live weight at daily age. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 82–87 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-82-87>

© Gritsenko S.A., Belookova O.V., Rebezov M.B., Vidyakin Yu.Yu.

Введение/Introduction

Одной из ключевых отраслей сельского хозяйства является птицеводство. Данная отрасль обладает весомыми преимуществами в животноводстве: скорый период воспроизводства, малый расход кормов, возможность регулирования свойств и качества продукции [1, 2].

На фоне высокой калорийности рациона наблюдается недостаток ненасыщенных жирных кислот, витаминов, минеральных веществ и полноценных белков [3].

Мясо птицы — здоровый и полезный для человека продукт питания, что обуславливает высокий и стабильный спрос на него во многих странах мира, поскольку имеет в своем составе полноценный белок и жир, богатый полиненасыщенными жирными кислотами и витаминами группы B [4, 5].

Мясо птицы может использоваться в диетическом питании, при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, сахарном диабете, ожирении, а также для профилактики и лечения сердечно-сосудистых недугов. Кроме того, оно содержит необходимые для организма человека микро- и макроэлементы: железо, йод, кальций, фосфор, селен, магний, медь и др. [6, 7].

Для удовлетворения рынка мяса птицы необходимо увеличивать генетический потенциал птицы.

Оценка убойных показателей и химический состав мяса показывают, насколько эффективно применяются методы регулирования свойств мяса: селекция, условия содержания, кормления и т. п. [8–10].

Материалы и методы исследования / Materials and methods

В 2023 году для проведения опыта были сформированы три группы цыплят-бройлеров мясного направления продуктивности в суточном возрасте (по 80 голов в каждой) в зависимости от массы тела: 1-я группа — 36–40 г, 2-я группа — 41–45 г, 3-я группа — 46–50 г.

Научно-производственный опыт проводили на базе птицеводческого предприятия (Челябинская обл., Россия) и в лабораториях Южно-Уральского государственного аграрного университета (г. Троицк, Россия) и Уральского государственного аграрного университета (г. Екатеринбург, Россия).

Эксперименты проведены с соблюдением требований, изложенных в директивах ЕС (86/609/ЕЕС) и Хельсинкской декларации. Авторы руководствовались нормами «Правила этического обращения с лабораторными животными при проведении экспериментальных работ»^{1, 2}.

Отбор проб проводили согласно методике ГОСТ 31467-2012³ и ГОСТ 31962-2013⁴, оценку убойных показателей — по результатам контрольного убоя согласно ГОСТ Р 51944-2002⁵: путем взвешивания каждой головы при убое птицы учитывали массу потрошенных тушек (г); путем отношения средней массы потрошенных тушек к средней живой массе рассчитывали убойный выход (%); путем взвешивания учитывали массу внутренних органов (г).

Взвешивания проводили на электронных весах BM-5101M-2 (Россия), класс точности высокий — II.

Была проведена оценка показателей убоя птицы в зависимости от массы цыпленка в суточном возрасте по показателям промеров и индексов телосложения в возрастные периоды: 1 сутки, 7 суток, 23 дня, 35 суток.

Массовую долю белка определяли спектрофотометрическим методом по методике ГОСТ 25011-2017⁶, массовую долю влаги — согласно ГОСТ 33319-2015⁷, содержание золы — сжиганием по методике ГОСТ 31727-2012⁸, массовую долю жира — по методике ГОСТ 23042-2015⁹, содержание кальция — по методике ГОСТ 31466-2012¹⁰, фосфора — по ГОСТ 32009-2013¹¹, массовую долю меди и железа — атомно-эмиссионным методом согласно ГОСТ 30538-97¹².

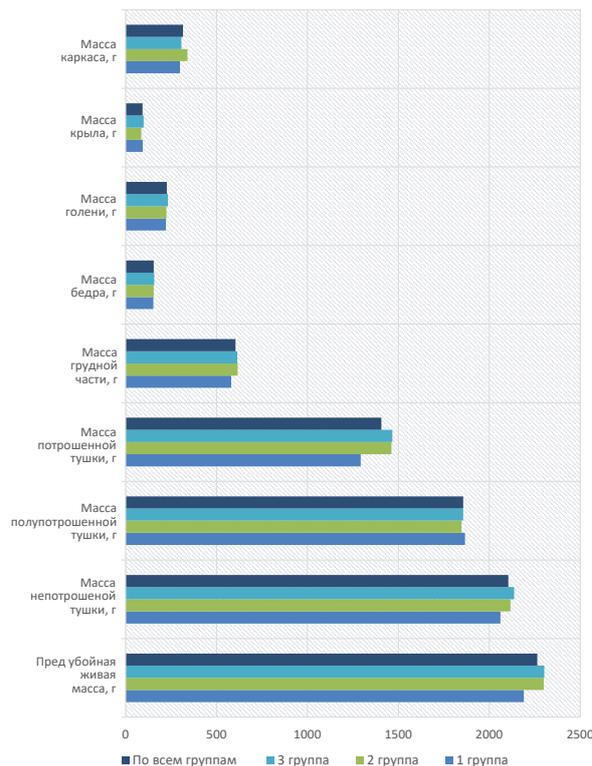
Для статистической обработки материала использовали электронные таблицы и пакет статистического анализа среды Microsoft Excel 2R (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Установлено, что предубойная живая масса цыплят-бройлеров во 2-й и 3-й группах была, соответственно, на 109,7 г (5%) и 112,1 г (5,1%) выше по сравнению с 1-й группой (рис. 1).

Рис. 1. Показатели убоя в зависимости градации птенцов по живой массе в суточном возрасте

Fig. 1. Slaughter indicators depending on the gradation of chicks by live weight at day old



¹ Select Committee on Animals In Scientific Procedures Report ordered by the House of Lords (July 2002) — URL: <https://publications.parliament.uk/pa/ld200102/ldselect/ldanimal/150/15001.htm>

² Позиция по этике использования животных в исследованиях, выполняемых при поддержке Российского научного фонда. Принято совместным решением экспертных советов РФНФ. https://rscf.ru/fondfiles/PotE_rus.pdf

³ ГОСТ 31467-2012 Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы отбора проб и подготовка их к испытаниям.

⁴ ГОСТ 31962-2013 Мясо кур (тушки кур, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия.

⁵ ГОСТ Р 51944-2002 Мясо птицы. Методы определения органолептических показателей, температуры и массы.

⁶ ГОСТ 25011-2017 Мясо и мясные продукты. Методы определения белка.

⁷ ГОСТ 33319-2015 Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги.

⁸ ГОСТ 31727-2012 Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы.

⁹ ГОСТ 23042-2015 Мясо и мясные продукты. Методы определения жира.

¹⁰ ГОСТ 31466-2012 Продукты переработки мяса птицы. Методы определения массовой доли кальция, размеров и массовой доли костных включений.

¹¹ ГОСТ 32009-2013 Мясо и мясные продукты. Спектрофотометрический метод определения массовой доли общего фосфора.

¹² ГОСТ 30538-97 Продукты пищевые. Методика определения токсичных элементов атомно-эмиссионным методом.

Масса непотрошенной тушки самой высокой была в 3-й группе (2136 г), что больше, чем в 1-й и 2-й группах, на 75,2 г и 20 г соответственно. По массе полупотрошенной тушки существенных различий между группами не отмечено, среднее значение по популяции — 1856,46 г. Масса потрошенной тушки была выше во 2-й группе — на 169,1 г, а в 3-й — на 174,2 г (по сравнению с 1-й). Масса грудной части во 2-й и 3-й группах была практически одинаковой, но больше, чем в 1-й (на 33,2–35,2 г). Самая высокая масса бедра, а также голени и крыла отмечена в 3-й группе, а масса каркаса — во 2-й. Масса голени была выше в 3-й группе (на 8,0–11,7 г) по сравнению с другими группами.

Масса крыла во 2-й группе составила 86 г, что достоверно ниже, чем в 1-й и 3-й группах — 7,8 г ($p \leq 0,05$) и 13 г ($p \leq 0,05$) соответственно. По массе каркаса птица 2-й группы с достоверной разницей превосходила птицу 1-й и 3-й групп на 41 г ($p \leq 0,05$) и 34 г ($p \leq 0,05$).

Таким образом, показатели убоя птицы промышленного стада были лучше в группах цыплят-бройлеров с более высокой массой в суточном возрасте (2-я и 3-я группы). В этих группах получены потрошенные тушки с большей массой.

Цыплята-бройлеры с живой массой в суточном возрасте 41–45 г (2-я группа) имели самую высокую массу каркаса, достаточно высокую массу грудной части, голени и бедра, но низкую массу крыла.

В 3-й группе цыплят-бройлеров с живой массой в суточном возрасте 46–51 г отмечается более высокий выход ценных частей тушки — грудной части, бедра и голени, а также самый высокий выход крыла.

При оценке массы составных частей тушек установили, что самая низкая масса грудной части отмечена в 1-й группе (580,8 г), что ниже, чем в других группах (на 33,2–35,2 г). Разница между 2-й и 3-й группами по этому показателю была незначительной — 2 г.

Больше всего мышц содержалось в грудной части тушек цыплят-бройлеров 2-й группы, разница с 1-й группой составила 3,2 г, с 3-й — 1,1 г и была недостоверной. Также в грудной части тушек птицы 2-й группы была выше масса кожи, причем между 1-й и 2-й группами отмечена достоверная разница (27,2 г) при $p \leq 0,05$ (табл. 1).

В грудной части тушек птицы 3-й группы (по сравнению с 1-й и 2-й) масса костей была выше на 2 г и 18,2 г соответственно. По общей массе бедра достоверных различий между группами не отмечено, этот показатель был выше на 2,3 г и 4,3 г в 3-й группе по сравнению с 1-й и 2-й.

Масса кожи во 2-й и 3-й группах была одинаковой — 19,4 г, что меньше, чем в 1-й группе, на 0,83 г ($p \leq 0,05$).

Самая большая масса мышц бедра отмечена во 2-й группе. Она была выше на 10,4 г, чем в 1-й группе, и на 8,6 г — чем в 3-й. В бедре птицы этой группы также отмечается самая низкая масса костей.

Самая низкая общая масса крыла отмечена во 2-й группе — 86 г. Это значение ниже, чем в других группах, на 7,8–13 г ($p \leq 0,05$). Соответственно, в этой группе масса мышц была ниже на 4,1 г ($p \leq 0,05$) и 6,7 г, масса кожи — на 1,5 ($p \leq 0,01$) и 1,4 г ($p \leq 0,05$), масса костей — на 6,2 ($p \leq 0,01$) и 5,1 г ($p \leq 0,05$) по сравнению с 1-й и 3-й группами.

Напротив, более высокие значения общей массы каркаса и его составных частей отмечены во 2-й группе. Так, общая масса каркаса была выше во 2-й группе, чем в 1-й и 3-й, соответственно, на 41 г ($p \leq 0,05$) и 34 г ($p \leq 0,05$), масса мышц — на 28,7 г ($p \leq 0,001$) и 15,9 г ($p \leq 0,05$), масса кожи — на 7,5 г ($p \leq 0,05$) и 4,3 г, а масса костей — на 8,5 г ($p \leq 0,05$) и 6 г.

Таким образом, тушки птицы трех групп имели разное соотношение составных частей. Тушки 1-й группы отличались более низкими показателями массы всех составных частей, за исключением массы мышц голени. Тушки птицы 2-й группы имели более высокие показатели массы грудной части и каркаса. Грудная часть тушек 2-й группы отличалась более высокой общей массой, а также массой мышц и кожи и самой низкой массой костей. Тушки птицы 3-й группы имели более высокую общую массу бедра, голени и крыла. В целом от птицы с более высокой массой в суточном возрасте (2-я и 3-я группы) получают больше ценных составных частей тушки (грудка, голень, бедро, крыло).

Изучение массы субпродуктов и кишечного материала птицы промышленного стада показало, что достоверных различий по большинству показателей между группами не было. В 1-й группе (по сравнению со 2-й и 3-й) масса внутреннего жира в тушках была больше на 0,8 г и 0,5 г, масса головы — на 3,9 г и 1,5 г, масса шеи —

Таблица 1. Показатели массы составных частей туши

Table 1. Indicators of the mass of the constituent parts of the carcass

Масса, г	Группа птицы в зависимости от массы в суточном возрасте, n = 10						По всем группам (n = 30)	
	1-я группа (36–40 г)		2-я группа (41–45 г)		3-я группа (46–50 г)		X ± m _x	Cv, %
	X ± m _x	Cv, %	X ± m _x	Cv, %	X ± m _x	Cv, %		
Грудная часть								
Общая	580,8 ± 13,84	7,53	616 ± 18,81	9,66	614 ± 23,1	11,9	603,6 ± 10,98	9,96
Мышцы	42,1 ± 3,73	28	45,3 ± 3,33	23,27	44,2 ± 3,37	24,13	43,87 ± 1,96	24,42
Кожа	126,6 ± 7,6	18,98	153,8 ± 9,75*	20,05	140,3 ± 8,12	18,31	140,23 ± 5,19	20,26
Кости	434,7 ± 24,35	17,71	418,5 ± 21,48	16,23	436,7 ± 23,79	17,22	429,97 ± 13,03	16,6
Бедро								
Общая	152,4 ± 7,10	14,74	154,4 ± 6,33	12,96	156,7 ± 5,52	11,15	154,5 ± 3,55	12,59
Мышцы	60,80 ± 3,47	18,06	71,2 ± 3,95	17,55	62,6 ± 3,64	18,37	64,87 ± 2,22	18,77
Кожа	20,23 ± 0,33	5,22	19,4 ± 0,22*	3,6	19,4 ± 0,22*	3,6	19,7 ± 0,17	4,65
Кости	64,50 ± 3,27	16,05	63,6 ± 2,7	13,43	66,3 ± 3,61	17,24	64,8 ± 1,81	15,26
Голень								
Общая	221 ± 9,22	13,2	224,7 ± 6,96	9,79	232,7 ± 7,01	9,53	226,13 ± 4,44	10,75
Мышцы	121,9 ± 4,37	11,32	111 ± 4,61	13,14	116,1 ± 4,9	13,36	116,33 ± 2,71	12,76
Кожа	13,4 ± 0,56	13,26	12,2 ± 0,39	10,08	12,8 ± 0,36	8,87	12,8 ± 0,26	11,31
Кости	109,8 ± 4,34	12,5	100,8 ± 4,36	13,69	106,6 ± 4,46	13,22	105,73 ± 2,54	13,16
Крыло								
Общая	93,8 ± 1,62	5,43	86 ± 2,21*	8,13	99 ± 5,47	17,46	92,93 ± 2,2	12,98
Мышцы	51,6 ± 1,02	6,28	47,5 ± 1,18*	7,83	54,2 ± 3,05	17,82	51,1 ± 1,22	13,04
Кожа	12,5 ± 0,4	10,15	11 ± 0,26**	7,42	12,4 ± 0,65	16,66	11,97 ± 0,29	13,26
Кости	34,6 ± 1,93	17,62	28,4 ± 0,65**	7,21	33,5 ± 1,98	18,73	32,17 ± 1,04	17,76
Каркас								
Общая	299 ± 15,7	16,6	340 ± 8,43*	7,84	306 ± 11,18	11,55	315 ± 7,53	8,88
Мышцы	152,5 ± 4,6	9,54	181,2 ± 4,44***	7,76	165,3 ± 5,89	11,27	166,33 ± 3,55	11,68
Кожа	63,8 ± 2,32	11,49	71,3 ± 2,78*	12,33	67 ± 2,34	11,04	67,37 ± 1,5	12,19
Кости	73 ± 2,61	11,31	81,5 ± 1,98*	7,68	75,50 ± 2,25	10,69	76,67 ± 1,49	10,65

Значение достоверности при: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

на 7,2 г и 3,2 г соответственно. Самая высокая масса ног отмечена во 2-й группе — 120,8 г. Это значение выше на 2,2–3,1 г, чем в других группах.

Общая длина тонкого кишечника в 3-й группе была больше, чем в 1-й и 2-й, на 2,6 см и 2,7 см соответственно (рис. 2).

У птицы 1-й группы (по сравнению с другими группами) были длиннее: 12-перстная кишка — на 0,3–1,6 см, толстая кишка — на 0,9–1 см, слепая кишка — на 0,5–0,9 см. Однако все отмеченные различия недостоверны.

Достоверные различия отмечены только по длине подвздошной кишки.

У птицы 1-й группы подвздошная кишка была длиннее на 2,8 см ($p \leq 0,001$) и 2,1 см ($p \leq 0,01$), соответственно, чем во 2-й и 3-й группах.

При анализе химического состава составных частей туши не выявили существенных различий по показателям между группами (табл. 2).

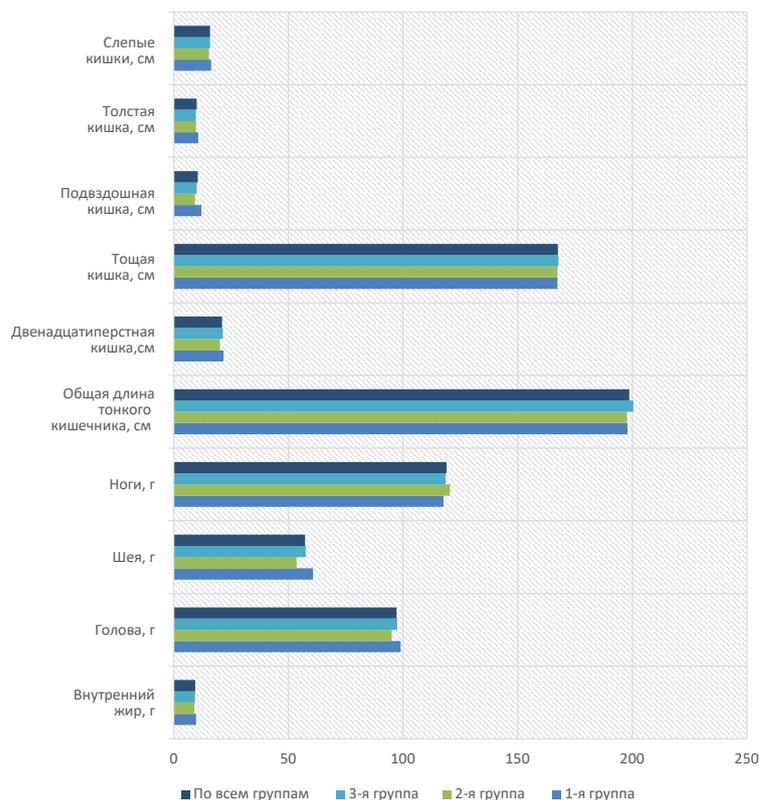
В грудной части тушек 2-й и 3-й групп содержалось больше сырого протеина, соответственно, на 0,31% и 0,3%, общей влаги — на 0,14% и 0,2% по сравнению с 1-й группой.

Грудная часть птицы 1-й группы отличалась более высоким содержанием кальция, фосфора, железа. Причем по уровню железа установлена достоверная разница между группами. В 1-й группе уровень железа был выше, чем во 2-й, на 2,24 г/кг при ($p \leq 0,01$) и на 2,18 г/кг, чем в 3-й ($p \leq 0,01$).

Бедро птицы 1-й группы содержало сырого протеина больше на 0,43% и 0,58%, сухого вещества — на 1,9% и 2,2%, сырой золы — на 0,13% и 0,13% по сравнению

Рис. 2. Показатели кишечника цыплят

Fig. 2. Chicken intestine indicators



со 2-й и 3-й группами соответственно. Однако различия были недостоверными.

Также в бедре птицы 1-й группы можно отметить более высокое, чем в других группах, содержание фосфора, меди и железа. Однако достоверная разница между группами выявлена только по уровню фосфора. В 1-й группе этот показатель был выше на 13,34 г/кг ($p \leq 0,05$) и 13,94 г/кг ($p \leq 0,05$), чем во 2-й и 3-й соответственно.

Таким образом, показатели химического состава составных частей туши по группам достоверно не различались, за исключением содержания фосфора и железа.

В целом по популяции можно отметить высокое содержание белка в грудной части — 21,84% и бедре — 18,19%, небольшое содержание жира (5,54%) в грудной части и бедре (11,05%), наличие в составе макро- и микроэлементов, что делает мясо цыплят-бройлеров ценным диетическим продуктом питания.

Выводы/Conclusion

В целом можно сделать вывод, что от птицы с более высокой массой в суточном возрасте (2-я и 3-я группы) получают больше ценных составных частей тушки (грудка, голень, бедро, крыло). Однако показатели химического состава составных частей туши по группам в большинстве своем достоверно не различались, за исключением содержания фосфора и железа.

Таблица 2. Показатели химического состава составных частей туши

Table 2. Indicators of the chemical composition of the components of the carcass

Масса, г	Группа птицы в зависимости от массы в суточном возрасте, n = 5						По всем группам, n = 15	
	1-я группа (36–40 г)		2-я группа (41–45 г)		3-я группа (46–50 г)			
	X ± m _x	Cv, %	X ± m _x	Cv, %	X ± m _x	Cv, %		
Грудная часть								
Сырой протеин, %	21,64 ± 0,55	5,64	21,95 ± 0,25	2,59	21,94 ± 0,26	2,63	21,84 ± 0,21	3,65
Общая влага, %	71,43 ± 0,35	1,1	71,57 ± 0,26	0,8	71,64 ± 0,24	0,74	71,55 ± 0,15	0,84
Сухое вещество, %	28,95 ± 0,37	2,84	28,45 ± 0,27	2,15	28,31 ± 0,26	2,05	28,59 ± 0,18	2,39
Сырая зола, %	1,46 ± 0,11	17,42	1,27 ± 0,01	1,03	1,27 ± 0,01	1,05	1,34 ± 0,04	12,36
Сырой жир, %	5,63 ± 0,24	9,46	5,55 ± 0,16	6,31	5,44 ± 0,14	5,59	5,54 ± 0,1	6,97
Кальций, г/кг	18,41 ± 0,54	6,53	17,82 ± 0,48	6,05	18,02 ± 0,44	5,41	18,08 ± 0,27	5,75
Фосфор, г/кг	127,37 ± 3,38	5,93	126,1 ± 4,02	7,13	126,1 ± 4	7,13	126,52 ± 2,05	6,27
Медь, мг/кг	0,32 ± 0,06	40,91	0,36 ± 0,05	29,5	0,34 ± 0,04	27,01	0,34 ± 0,03	30,51
Железо, мг/кг	7,09 ± 0,65	20,41	4,85 ± 0,25**	11,39	4,91 ± 0,24**	10,93	5,62 ± 0,36	24,7
Бедро								
Сырой протеин, %	18,53 ± 0,32	3,83	18,1 ± 0,12	1,53	17,95 ± 0,08	1,05	18,19 ± 0,13	2,7
Общая влага, %	71,02 ± 0,68	2,14	72,47 ± 1,51	4,67	72,51 ± 1,5	4,63	72 ± 0,71	3,84
Сухое вещество, %	30,05 ± 0,31	2,27	28,15 ± 0,93	7,65	27,78 ± 1,22	9,79	28,66 ± 0,56	7,5
Сырая зола, %	1,31 ± 0,11	18,09	1,18 ± 0,01	2,45	1,18 ± 0,01	2,35	1,22 ± 0,04	11,83
Сырой жир, %	11,17 ± 0,41	8,27	10,93 ± 0,31	6,32	11,04 ± 0,33	6,63	11,05 ± 0,19	6,67
Кальций, г/кг	26,97 ± 1,21	9,99	26,60 ± 1,08	9,05	27,2 ± 1,02	8,38	26,92 ± 0,59	8,54
Фосфор, г/кг	135,74 ± 4,79	7,89	122,40 ± 4,32*	7,89	121,8 ± 4,41*	8,09	126,65 ± 2,96	9,06
Медь, мг/кг	0,34 ± 0,3	17,13	0,30 ± 0,04	32,31	0,29 ± 0,04	29,11	0,31 ± 0,02	25,58
Железо, мг/кг	10,80 ± 0,88	18,14	10,55 ± 1,57	33,27	9,92 ± 1,51	34,05	10,42 ± 0,73	27,17

Значение достоверности при: * p ≤ 0,05; ** p ≤ 0,01; *** p ≤ 0,001.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Научные исследования выполнены в рамках заказа Министерства сельского хозяйства Российской Федерации за счет средств федерального бюджета по теме «Апробация методических подходов, обеспечивающих повышение эффективности функционирования селекционно-племенной работы в птицеводстве» (номер государственного учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ — 123031000009-5, дата постановки на учет — 10.03.2023).

FUNDING

Scientific research was carried out within the framework of the order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation at the expense of the federal budget on the topic “Approbation of methodological approaches to improve the efficiency of breeding work in poultry farming” (state registration number of research, development and development works — 123031000009-5, registration date — 10.03.2023).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенченко С.В., Нефедова В.Н., Савинова А.А. Влияние разных способов выращивания цыплят-бройлеров на продуктивные и мясные качества. *Селекция сельскохозяйственных животных и технология производства продукции животноводства. Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. Персиановский: Донской государственный аграрный университет. 2017; 98–104. <https://elibrary.ru/yqrurk>
2. Веремьева И.А., Семенченко С.В. Сравнительная характеристика линий убоя и переработки цыплят-бройлеров. *Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. Персиановский: Донской государственный аграрный университет. 2016; 302–305. <https://elibrary.ru/wphaar>
3. Зяблицева М.А., Белооков А.А. Химический состав мяса цыплят-бройлеров при использовании в рационе микробиологических препаратов. *Качество продукции, технологий и образования. Материалы XII Международной научно-практической конференции*. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. 2017; 36–39. <https://elibrary.ru/zinhyr>
4. Зайцева Э.Е., Драгич О.А. Качественная оценка мяса птицы. *Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса. Сборник XVI научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья. 2023; 159–163. <https://elibrary.ru/bmaojz>
5. Шапарь К.Н., Нефедова В.Н., Семенченко С.В. Оценка качества продукции, произведенной из мяса цыплят-бройлеров. *Современное животноводство, инновации в технологиях производства продуктов питания, проблемы безопасности и здоровья в пищевой отрасли. Материалы Международной научно-практической конференции*. Персиановский: Донской государственный аграрный университет. 2022; 2: 130–134. <https://elibrary.ru/atzjzj>
6. Галиева Ч.Р., Андреева А.В. Анализ качества и свежести замороженных полуфабрикатов цыплят-бройлеров при входном контроле. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2022; 251(3): 71–76. https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_3_251_71
7. Мезентцева Ю.А., Мезентцев М.И., Бобкова А.В., Недоходов В.А. Пищевая ценность мяса птицы. *European scientific conference. Сборник научных трудов по материалам XX Международной научной конференции*. Анапа. 2019; 72–75. <https://elibrary.ru/avzjnc>
8. Овчинников А.А., Овчинникова Л.Ю., Матросова Ю.В., Коновалов Д.А. Использование пробиотических кормовых добавок в рационе ремонтного молодняка птицы мясного направления продуктивности. *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2019; (9): 13–21. <https://elibrary.ru/udxmhm>
9. Лебедев С.В., Акимов С.С., Маршинская О.В., Казакова Т.В. Оценка эффективности пробиотикосодержащих препаратов на различных носителях на продуктивные качества сельскохозяйственной птицы. *Достижения науки и техники АПК*. 2023; 37(4): 26–30. https://doi.org/10.53859/02352451_2023_37_4_26
10. Власова О.А., Плясунова О.В. Технология выращивания цыплят-бройлеров на ООО «Чембаркульская птица». *Теория и практика современной аграрной науки. Сборник V Национальной (Всероссийской) научной конференции с международным участием*. Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета «Золотой колос». 2022; 789–793. <https://elibrary.ru/tklgfm>

REFERENCES

1. Semenchenko S.V., Nefedova V.N., Savinova A.A. The effect of the different methods of growing broiler chickens on productive and meat quality. *Selection of farm animals and technology for the production of livestock products. Proceedings of the All-Russian scientific-practical conference*. Persianovsky: Don State Agrarian University. 2017; 98–104 (In Russian). <https://elibrary.ru/yqrurk>
2. Veremyeva I.A., Semenchenko S.V. Comparative characteristic lines for the slaughter and processing broiler chickens. *The use of modern technologies in agriculture and the food industry. Proceedings of the International scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists*. Persianovsky: Don State Agrarian University. 2016; 302–305 (In Russian). <https://elibrary.ru/wphaar>
3. Zyablitseva M.A., Belookov A.A. The chemical composition of meat of broiler chickens when using microbiological preparations in the diet. *Quality of products, technologies and education. Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference*. Magnitogorck: Nosov Magnitogorck State Technical University. 2017; 36–39 (In Russian). <https://elibrary.ru/zinhyr>
4. Zaitseva E.E., Dragich O.A. Qualitative assessment of poultry meat. *Achievements of youth science for the agro-industrial complex. Collection of the XVI scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists*. Tyumen: Northern Trans-Ural State Agricultural University. 2023; 159–163 (In Russian). <https://elibrary.ru/bmaojz>
5. Shapar K.N., Nefedova V.N., Semenchenko S.V. Evaluation of the quality of products made from broiler chicken meat. *Modern animal husbandry, innovations in food production technologies, safety and health issues in the food industry. Proceedings of the International scientific-practical conference*. Persianovsky: Don State Agrarian University. 2022; 2: 130–134 (In Russian). <https://elibrary.ru/atzjzj>
6. Galieva Ch.R., Andreeva A.V. Analysis of the quality and freshness of frozen semi-finished broiler chickens at the entrance control. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2022; 251(3): 71–76 (In Russian). https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_3_251_71
7. Mezentseva Yu.A., Mezentsev M.I., Bobkova A.V., Nedokhodov V.A. Nutritional value of poultry meat. *European scientific conference. Collection of scientific papers based on the materials of the XX International scientific conference*. Anapa. 2019; 72–75 (In Russian). <https://elibrary.ru/avzjnc>
8. Ovchinnikov A.A., Ovchinnikova L.Yu., Matrosova Yu.V., Kononov D.A. The use of probiotic feed additives in the diet of replacement young poultry of meat productivity. *Feeding of Agricultural Animals and Feed Production*. 2019; (9): 13–21 (In Russian). <https://elibrary.ru/udxmhm>
9. Lebedev S.V., Akimov S.S., Marshinskaya O.V., Kazakova T.V. Evaluation of the effectiveness of probiotic-containing preparations on various carriers on the productive qualities of poultry. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex (Dostizheniya nauki i tekhniki APK)*. 2023; 37(4): 26–30 (In Russian). https://doi.org/10.53859/02352451_2023_37_4_26
10. Vlasova O.A., Plyasunova O.V. Technology of growing broiler chickens at “Chebarkul Poultry” LLC. Theory and practice of modern agricultural science. Collection of the V National (All-Russian) scientific conference with international participation. Novosibirsk: Publishing Center of Novosibirsk State Agrarian University “Golden Ear”. 2022; 789–793 (In Russian). <https://elibrary.ru/tklgfm>

ОБ АВТОРАХ

Светлана Анатольевна Гриценко¹,
доктор биологических наук, доцент,
завкафедрой кормления, гигиены животных, технологии
производства и переработки с.-х. продукции
zf.usavm@mail.ru

Оксана Владимировна Белоокова¹,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
belookov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7305-2122>

Максим Борисович Ребезов^{2,3},
• доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных
наук, профессор, главный научный сотрудник²;
• доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных
наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов³
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Юрий Юрьевич Видякин¹,
аспирант
yurokvid@yandex.ru

¹ Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457100, Россия

² Федеральный научный центр пищевых систем
им. В.М. Горбатова Российской академии наук,
ул. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия

³ Уральский государственный аграрный университет,
ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Svetlana Anatolyevna Gritsenko¹,
Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head
of the Department of Feeding, Animal Hygiene, Production
Technology and Processing of Agricultural Products
zf.usavm@mail.ru

Oksana Vladimirovna Belookova¹,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
belookov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7305-2122>

Maksim Borisovich Rebezov^{2,3},
• Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences,
Professor, Chief Researcher²;
• Doctor of Agricultural Sciences, Candidate of Veterinary Sciences,
Professor of the Department of Biotechnology and Food Products³
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Yuri Yurievich Vidyakin¹,
Graduate Student
yurokvid@yandex.ru

¹ South Ural State Agrarian University,
13 Gagarin Str., Troitsk, Russia

² V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems
of the Russian Academy of Sciences,
26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

³ Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia



С 5 по 7 декабря состоится

XV Международная научно-практическая конференция «Свиноводство-2023. От режима адаптации к дальнейшему устойчивому развитию»

**Организаторами выступили Национальный союз
свиноводов и Международная промышленная академия
при поддержке Министерства сельского хозяйства РФ.**



ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

- тенденции в развитии свиноводства России в современных условиях;
- реакция рынка и потребителей на постоянные изменения мясного баланса страны;
- экспорт — один из приоритетных векторов развития свиноводства;
- качественные корма, продукты ветеринарии и гигиена как залог здоровья и высокой продуктивности свиней;
- безопасность и эффективность производства в новых экономических условиях;
- современные технологии, техническое перевооружение и модернизация — основа развития свиноводческих предприятий;
- генетическое совершенствование отечественного свиноводства.

К участию в конференции приглашаются руководители и специалисты агрохолдингов, свиноводческих, мясоперерабатывающих и комбикормовых предприятий, органов управления АПК субъектов РФ, отраслевых союзов и ассоциаций, отечественных и зарубежных компаний, фирм и предприятий — производителей оборудования, ингредиентов, ветеринарных препаратов, научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений.

Конференция будет проходить в гибридном формате, который предусматривает офлайн- (личное) и онлайн-участие.

Справки и заявки на участие

НСС

Григорий Степанович Аксньян,
главный эксперт по развитию отрасли
Тел. +7 (495) 690-53-17
next@nssrf.ru

МПА

Кафедра отраслей животноводства
и комбикормового производства:
Ольга Евгеньевна Щербакоева,
завкафедрой, профессор
Тел. +7 (495) 959-71-06
scherbakovaoe@grainfood.ru

Ксения Михайловна Агеева, доцент
Тел. +7 (499) 235-48-27
a89057777955@yandex.ru

Ольга Павловна Карцева, декан
Тел. +7 (499) 235-95-79
dekanat@grainfood.ru

УДК635.925

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-88-92

Е.В. Калмыкова ✉
К.А. Мельник
А.И. Передриенко

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

✉ kalmukova-ev@vfanc.ru

Поступила в редакцию:
06.06.2023

Одобрена после рецензирования:
30.10.2023

Принята к публикации:
13.11.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-88-92

Elena V. Kalmykova ✉
Kristina A. Melnik
Anna I. Peredrienko

Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

✉ kalmukova-ev@vfanc.ru

Received by the editorial office:
06.06.2023

Accepted in revised:
30.10.2023

Accepted for publication:
13.11.2023

Перспективность модельной экспозиции в искусственных насаждениях на урбанизированных территориях

РЕЗЮМЕ

Основные задачи экологического потенциала — объединение разрозненно существующих элементов насаждений и дополнение их новыми. Усвоение уникальных растительных экосистем возможно при комплексном подходе. Волгоградская область относится к сухостепной зоне, климат резко континентальный, для которого характерными особенностями являются снижение естественной влагообеспеченности, избыток тепла, активный ветровой режим в течение всего года и частые суховеи. Экологический потенциал юга России, в частности Волгоградской области, согласно индексу биологической эффективности климата (ТК), предложенному Н.Н. Ивановым, находится на низком уровне (ТК = 8–12) с малоблагоприятными природными условиями жизни населения при значительном недостатке влаги, в связи с чем встает вопрос создания multifunctional насаждений как исследовательская научная основа для рациональной региональной природоохранной политики при оптимизации процесса расселения и социальной сферы, последовательной организации труда и отдыха, охраны здоровья граждан. Дендрологические экспозиции, произрастающие на кадастровых участках ФНЦ агроэкологии РАН, имеют высокий экологический потенциал на урбанизированных территориях.

Цель исследования — оценить перспективность модельной экспозиции засухоустойчивых видов в искусственных насаждениях.

Проведен общий анализ декоративности *Gleditsia triacanthos f. inermis*, *Rosa canina*, *Ribes aureum*, *Ligustrum vulgare*, *Juniperus sabina*, установлены вариabельность суммарной оценки декоративности между видами (34,2–36,6) и общий балл (177). Все изучаемые виды обладают хорошей засухоустойчивостью, что помогает древесному растению использовать наиболее рационально воду и питательные вещества в аридных регионах на каштановых почвах с низким влагообеспечением.

Ключевые слова: эстетическая оценка, модельная экспозиция, декоративность, *Gleditsia triacanthos f. inermis*, *Rosa canina*, *Ribes aureum*, *Ligustrum vulgare*, *Juniperus sabina*

Для цитирования: Калмыкова Е.В., Мельник К.А., Передриенко А.И. Перспективность модельной экспозиции в искусственных насаждениях на урбанизированных территориях. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 88–92. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-88-92>

© Калмыкова Е.В., Мельник К.А., Передриенко А.И.

The prospects of a model exposition in artificial plantations in urbanized territories

ABSTRACT

The main tasks of the ecological potential are to unite the disparate existing elements of plantings and supplement them with new ones. The assimilation of unique plant ecosystems is possible with an integrated approach. The Volgograd region belongs to the dry-steppe zone, the climate is sharply continental, for which the characteristic features are a decrease in natural moisture supply, excess heat, an active wind regime throughout the year and frequent dry winds. The ecological potential of the south of Russia, in particular the Volgograd region, according to the climate Biological efficiency Index (TC) proposed by N.N. Ivanov, is at a low level (TC = 8–12) with unfavorable natural living conditions of the population with a significant lack of moisture, which raises the question of creating multifunctional plantings as a research scientific basis for rational regional environmental policy in optimizing the process of settlement and social sphere, consistent organization of work and recreation, protection of citizens' health. Dendrological expositions growing on cadastral plots of the Federal Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences have a high ecological potential in urbanized territories.

The purpose of the study is to evaluate the prospects of a model exposure of drought-resistant species in artificial plantings.

A general analysis of the decorativeness of *Gleditsia triacanthos f. inermis*, *Rosa canina*, *Ribes aureum*, *Ligustrum vulgare*, *Juniperus sabina* was carried out, the variability of the total assessment of decorativeness between species (34.2–36.6) and the total score (177) were established. All the studied species have good drought resistance, which helps the woody plant to use water and nutrients most efficiently in arid regions on chestnut soils with low moisture supply.

Key words: Aesthetic evaluation, model exposition, decorativeness, *Gleditsia triacanthos F. inermis*, *Rosa canina*, *Ribes aureum*, *Ligustrum vulgare*, *Juniperus sabina*

For citation: Kalmykova E.V., Melnik K.A., Peredrienko A.I. The prospects of a model exposition in artificial plantations in urbanized territories. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 88–92 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-88-92>

© Kalmykova E.V., Melnik K.A., Peredrienko A.I.

Введение/Introduction

Волгоградская область относится к сухостепной зоне, климат резко континентальный, для которого характерными особенностями являются снижение естественной влагообеспеченности, избыток тепла, активный ветровой режим в течение всего года и частые суховеи. Согласно индексу биологической эффективности климата (ТК), предложенному Н.Н. Ивановым, регион находится на низком уровне (ТК = 8–12) с малоблагоприятными природными условиями жизни населения при значительном недостатке влаги [1].

Особенно актуальны для озеленения урбанизированных территорий засушливого региона сохранение и повышение устойчивости искусственных древесно-кустарниковых насаждений. Для этого необходимо постоянное расширение ассортимента деревьев и кустарников, используемых при создании этих насаждений.

Дендрологические экспозиции, произрастающие на кадастровых участках ФНЦ агроэкологии РАН, имеют высокий экологический потенциал.

Gleditsia — один из самых представительных родовых комплексов семейства *Caesalpiniaceae*, является весьма перспективным при выборе экологического важного ассортимента в озеленении. *G. triacanthos f. inermis* — высоко декоративное растение, не имеет колючек, рекомендуется для уличных насаждений, парковых аллей и ажурных многокомпонентных групп с участием разных жизненных форм [2].

Особое место в построении ландшафтного дизайна на занимают живые изгороди, выполняющие защитную функцию от пыли и грязи, обозначая границы территории, придавая завершенность композиции садово-парковых территорий [3]. Бирючину обыкновенную (*Ligustrum vulgare*) используют в озеленении городских аллей и парков для создания топиарных фигур — шара, куба, полукруга и т. д., широко применяемых в ландшафтном дизайне, но чаще в качестве живой изгороди [4, 5].

Ribes aureum хорошо переносит обрезку, устойчива к болезням и вредителям, легко размножается отводками, одревесневшими и зелеными черенками. *R. aureum* нетребовательна к почвенным условиям, благодаря быстрому росту может быть использована в озеленении [6, 7].

Juniperus sabina рекомендуется к посадке в группах и в одиночных насаждениях для создания акцента в зеленых композициях, а также в качестве живых изгородей. По декоративным качествам — универсальный вид, гармонично сочетается в любых видах искусственных насаждений. Имеет высокие показатели семеношения, зимостойкости, засухоустойчивости, растет на различных типах почв, в том числе слабосоленых [8].

Использование насаждений с участием *Rosa canina* при создании садово-парковых композиций улучшает условия окружающей среды, поскольку наряду с наличием декоративных свойств они обладают пылезатраживающими свойствами [9, 10].

Все виды обладают хорошей засухоустойчивостью, что помогает растению использовать наиболее рационально воду и питательные вещества в аридных регионах на каштановых почвах с низким влагообеспечением.

Цель исследования — оценить перспективность модельной экспозиции засухоустойчивых видов в искус-

ственных насаждениях сухостепной зоны Волгоградской области.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объектами исследований являлись *Gleditsia triacanthos f. inermis*, *Rosa canina*, *Ribes aureum*, *Ligustrum vulgare*, *Juniperus sabina*, произрастающие отдельно друг от друга в кластерных дендрологических коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН в возрасте более 20 лет. Годовая средняя температура воздуха в Волгограде, по данным многолетних наблюдений, варьирует от +7,5 °С до +9,0 °С с максимальной температурой в июле +25,9 °С. Самый холодный месяц — II декада января со средней температурой -7 °С. Среднее количество осадков за последние 12 лет составляет 389,2 мм.

Сезонное развитие модельной экспозиции изучалось в типичных для региона условиях на основе изучаемых древесных растений ФНЦ агроэкологии РАН. Схема модельной экспозиции была разработана весной 2023 года с помощью программы «Ландшафтный дизайн 3D» (Россия).

Эстетичность дендрологических экспозиций определяется их суммарной оценкой по декоративности. Для каждого вида были выбраны показатели и методы, потенциально значимые в экспозиции: форма кроны, размер и окраска цветов и плодов¹. Дополнительно были изучены засухоустойчивость и зимостойкость, которые определялись по методическим указаниям по семеноведению древесных интродуцентов в условиях засушливой зоны² (рис. 1).

Рис. 1. Критерии декоративной оценки

Fig. 1. Criteria for decorative evaluation

Осенне-зимние критерии	
Крона	четко выраженная форма кроны в период всей жизни
	четко выраженная форма до 50 лет жизни
	сформированы ствол и ветки кроны
Плоды	очень красивые, без повреждений и болезней, плоды несколько месяцев удерживаются на ветвях
	допускается незначительное повреждение вредителями, плоды сохраняются на ветвях около 2–3 месяцев
	удовлетворительного вида, имеются повреждения болезнями и вредителями, длительность удержания плодов на ветвях не превышает двух месяцев
Осенняя окраска листьев	от трех до семи и более расцветок
	разнообразная окраска
Зимостойкость	около двух цветков окраски
	повреждаются незначительно (15–50%) длины однолетние побеги
	повреждаются (более 50% длины) однолетние побеги
Весенне-летние критерии	
Длительность цветения	больше месяца
	больше двух недель
	около недели
Обильность цветения	цветы (завязи, плоды) в обильном количестве у 70–80% деревьев
	цветы (завязи, плоды) в обильном количестве у 70–80% деревьев
	цветы (завязи, плоды) в обильном количестве у 50–60% деревьев
Цветки/соцветия	цветки (соцветия) мелкие — до 15 см, окраска
	цветки (соцветия) мелкие — до 10 см, окраска
	цветки (соцветия) мелкие — до 5 см, окраска тухлая, запах резкий
Засухоустойчивость	растение не реагирует на засушливые условия
	тургор листьев и хвои пониженный, растение заметно снижает прирост в данный или следующий за ним год
	у растения повреждаются хвоя, листья и молодые побеги, прирост данного или последующего года снижается многократно или отсутствует
	5 баллов
	4 балла
	3 балла

¹ Залывская О.С., Бабич Н.А. Шкала комплексной оценки декоративности деревьев и кустарников в городских условиях на севере. Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2012; 1(15): 96–104.

² Семеновитина А.В., Долгих А.А., Хужахметова А.Ш. и др. Методические указания по семеноведению древесных интродуцентов в условиях засушливой зоны. Всероссийский НИИ агролесомелиорации (ГНУ ВНИАЛМИ Россельхозакадемии). М.: Российская академия сельскохозяйственных наук. 2010; 56.

³ Александрова М.С., Булыгин Н.Е., Ворошилов В.Н. и др. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. Москва. 1975; 28.

В совокупности данных методик были выведены критерии декоративности в осенне-зимний и весенне-летний периоды, в соответствии с характеристиками сформирована авторская шкала декоративной оценки.

В соответствии с целью были проведены фенологические наблюдения³.

При оценке декоративности насаждений находили общий балл декоративности, суммируя присвоенные насаждению по всем изучаемым критериям. При суммарном балле менее 6 степень декоративности очень низкая, при 6–16,9 балла — низкая, при 17–23 — средняя, при < 24 — высокая.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Согласно наблюдениям за объектами исследований в течение пяти лет можно предположить, что вегетация изучаемой модельной экспозиции в сухостепных условиях будет фиксироваться во II декаде марта и до начала мая (рис. 2).

Для создания модельной экспозиции в программе «Ландшафтный дизайн 3D» использовали среднюю высоту объектов исследования в возрасте пяти лет по данным многолетних наблюдений в условиях сухой степи: у *G. triacanthos f. inermis* — 4 м, *J. sabina* — 0,6 м, *R. aureum* — 1 м, *R. canina* — 1,5 м, *L. vulgare* — 0,5 м.

Уже в начале весны (10 марта) наблюдалось набухание почек у *L. vulgare*, а распускание почек происходило в середине месяца. Несколькими днями позже, через 5–7 дней, набухли почки у *R. aureum* и *R. canina*, их распускание почек происходило после 20 марта. Позже остальных начинает вегетацию *G. triacanthos f. inermis* — набухание почек у нее происходило в начале апреля, а распускание — только к концу месяца. Фаза зеленения протекала до первых чисел мая.

Показателем соответствия экологических условий потребностям декоративного вида является цветение, фаза которого в модельной экспозиции длится около двух месяцев. Раньше всех зацвела *R. Aureum*, самый длительный период цветения наблюдался у *R. Canina*. *G. triacanthos f. inermis* и *L. vulgare* имеют схожий период цветения (табл. 1).

Таблица 1. Средняя календарная дата фенологических наблюдений
Table 1. Average calendar date of phenological observations

Виды	Фаза набухания почек	Фаза распускания почек	Фаза зеленения	Фаза бутонизации	Фаза начала цветения	Фаза конца цветения
<i>G. triacanthos f. inermis</i>	7.IV	25.IV	5.V	28.IV	24.V	8.VI
<i>R. canina</i>	17.III	31.III	28.IV	5.V	12.V	3.VI
<i>R. aureum</i>	15.III	21.III	31.III	31.III	7.IV	28.IV
<i>L. vulgare</i>	10.III	15.III	21.III	12.V	26.V	10.VI

Таблица 2. Суммарная оценка декоративности в весенне-летний и осенне-зимний периоды
Table 2. The total effectiveness of decoration in the spring-summer and autumn-winter periods

Критерии	<i>G. triacanthos f. inermis</i>	<i>R. canina</i>	<i>R. aureum</i>	<i>L. vulgare</i>	<i>J. sabina</i>
Крона	4,5 ± 0,11	4,3 ± 0,11	4,8 ± 0,1	5 ± 0,09	5 ± 0,09
Плоды	4,3 ± 0,11	4,6 ± 0,1	4,1 ± 0,12	4,7 ± 0,1	4,3 ± 0,12
Осенняя окраска листьев	3,0 ± 0,16	4,6 ± 0,1	4,8 ± 0,1	3 ± 0,16	5 ± 0,09
Зимостойкость	4,8 ± 0,1	4,3 ± 0,11	4,5 ± 0,11	4,2 ± 0,11	4 ± 0,12
Длительность цветения	4,2 ± 0,11	4,8 ± 0,1	4,2 ± 0,11	4,5 ± 0,11	3 ± 0,17
Обильность цветения	4,7 ± 0,1	4,8 ± 0,1	4,8 ± 0,1	4,8 ± 0,1	4,5 ± 0,11
Цветки (соцветия)	4,1 ± 0,12	4,9 ± 0,1	4,5 ± 0,11	4,7 ± 0,1	4 ± 0,12
Засухоустойчивость	4,6 ± 0,1	4,3 ± 0,12	4,8 ± 0,1	4,5 ± 0,11	4,5 ± 0,11
Всего	34,2 ± 0,03	36,6 ± 0,02	36,5 ± 0,03	35,4 ± 0,02	34,3 ± 0,02

Рис. 2. Сезонное развитие модельной экспозиции
Fig. 2. Seasonal development of the model exposition



Gleditsia triacanthos f. inermis — растение с превосходной ажурной кроной (4,5 балла), без колючек, рекомендуется для урбанизированных территорий: парковых аллей, уличных насаждений и многокомпонентных групп. Хорошо произрастает с *Rosa canina*, *Ribes aureum*, *Ligustrum vulgare*, *Juniperus sabina*. (табл. 2).

Ligustrum vulgare благоприятно переносит стрижку, является одним из лучших кустарников для формирования топиарных форм (5 баллов).

J. sabina — вечнозеленый кустарник, имеет стелющиеся побеги, по показателю «декоративность кроны в осенне-зимний период» отмечен максимальный балл.

В модельной экспозиции у *G. triacanthos f. inermis* плоды молодого возраста имеют 3–5 расцветок, остаются на деревьях до начала весеннего периода следующего года (4,3 балла), остроколючные, изогнутые, по форме очень разнообразны — от изогнутых до почти прямых удлиненно-ланцетных с плодоножкой до 7 см длины. Средняя длина плода — 2,7 см, ширина — 2,4 см, цвет — от темно-го до светло-коричневого.

Плоды *R. Canina* и *L. vulgare* тоже удерживаются на ветвях длительное время, имеют очень яркий окрас. *R. Canina* имеет гладкие и овальные, красные плоды около 2 см в диаметре (4,6 балла). У *L. vulgare* плоды представляют собой блестящую круглую ягоду темно-синего цвета (4,7 балла). Плодоношение у *R. aureum* обильное, в июне кусты сплошь усыпаны фиолетово-черными ягодами, но плоды удерживаются на ветвях более двух месяцев, что снижает декоративность до 4,1 балла.

Значительную ценность для модельной экспозиции представляет разнообразие

оттенков окраски листьев от преобладающего основного цвета. Осенью окрас листьев имеет разнообразную палитру цветов у видов *Rosa canina* — 3–5 цветов (4,6 балла).

У *Ribes aureum* осенняя окраска листьев проявляется со II декады сентября, листья имеют разнообразную цветную гамму — от лимонно-желтого до красно-фиолетового (4,8 балла), у *Gleditsia triacanthos f. inermis* и *Ligustrum vulgare* — весьма ярко-желтого цвета (3 балла).

Низкие данные по зимостойкости имеет *J. Sabina*, так как данный вид требует дополнительного ухода в зимний период времени, растение необходимо укрывать или притенять, чтобы не было обезвоживания и пожелтения хвои из-за солнечных лучей, однолетние побеги могут желтеть и засыхать более 50% по длине (4 балла).

G. triacanthos f. inermis имеет высший показатель зимостойкости среди изучаемых видов, так как зимой может повреждаться незначительно, а позднее начало вегетации позволяет растениям перенести весенние заморозки (4,8 балла).

В апреле *R. aureum* уже начинает цвести. Цветки душистые, с крупными прицветниками, чашечка золотисто-желтая, лепестки оранжево-красные или золотистые (от 4,2 до 4,8).

Rosa canina декоративна благодаря продолжительному цветению (около месяца). Цветки от бледно-пурпурного (или бледно-розового) до ярко-розового. Могут быть одиночными или собранными в соцветия до 10 см (4,8 и 4,9 балла).

Все исследуемые таксоны благополучно переносят высокие температуры. Самой высокой засухоустойчивостью обладает *R. aureum*.

Результаты оценки комплексной декоративности модельной экспозиции изучаемых видов позволили выявить высокую степень декоративности *G. triacanthos f. inermis* в сочетании с кустарниками *Rosa canina*, *Ribes aureum*, *Ligustrum vulgare*, *Juniperus sabina*, *Rosa canina*, их общий декоративный балл — 177.

Выводы/Conclusion

Комплексная оценка декоративности основана на критериях в осенне-зимний и весенне-летний периоды, которые позволяют обеспечить более благоприятный микроклимат и удовлетворить нравственные, духовные потребности человека, обеспечить комфортный досуг. Плоды *G. triacanthos f. inermis*, *R. Canina*, *L. vulgare* декоративны зимой, так как остаются на деревьях до весны следующего года и имеют привлекательный вид, а летом (во время своего цветения) эти виды создают цветовую гамму — желтый, розовый, белый.

R. aureum начинает вегетационный период раньше остальных изучаемых видов, имеет уже весной душистые желтые цветы, в конце лета обильно плодоносит, осенью имеет разноцветный окрас листьев. *J. Sabina* — вечнозеленое растение, неприхотливое к окружающей среде. Массовое цветение начинается у *G. triacanthos f. inermis*, *R. Canina* и *L. vulgare* в начале июня.

Модельная экспозиция переливается розовыми, желтыми и белыми цветами, обладает высокой степенью декоративности (общий декоративный балл — 177) *G. triacanthos f. inermis* в сочетании с кустарниками *Rosa canina*, *Ribes aureum*, *Ligustrum vulgare*, *Juniperus sabina*, *Rosa canina*.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены по теме государственного задания Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН № 121041200195-4 «Формирование полифункциональных кластерных дендрологических экспозиций и их реновации в биоресурсные искусственные и озелененные ландшафтные пространства рекреационного типа в малолесных регионах России»/

FUNDING

The research was carried out on the topic of the State Assignment of the Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences No. 121041200195-4 "Formation of multifunctional cluster dendrological expositions and their renovation into bioresource artificial and landscaped landscape spaces of recreational type in low-forest regions of Russia".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Огурцов А.Н., Дмитриев В.В. Геоинформационный анализ индекса биологической эффективности климата как критерия оценки потенциальной устойчивости ландшафта. *ИнтерКарто / ИнтерГИС 23. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий в условиях глобальных изменений климата. Материалы Международной конференции*. 2017; 23(1): 191–204. <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2017-1-23-191-204>
- Хужахметова А.Ш., Мельник К.А. Декоративность представителей рода *Gleditsia* в зоне светло-каштановых почв. *Наука; Мысль*. 2022; 12(1): 60–80. <https://doi.org/10.25726/y6955-0248-0964-y>
- Сидорова А.Д., Яруллина Д.А., Абдуханова Н.Г. Принципы и особенности устройства озеленения жилых территорий. *Евразийский союз ученых*. 2021; (1–5): 12–15. <https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2021.5.82.1239>
- Солонкин А.В., Никольская О.А., Семенютина А.В., Соломенцева А.С., Киктева Е.Н. Особенности вегетативного размножения и роста *Ligustrum Vulgare* L. *Научно-агрономический журнал*. 2020; (2): 35–41. <https://elibrary.ru/lttrui>
- Бардин А.В. Ягоды бирючины *Ligustrum vulgare* в питании свиристеля *Bombus garrulus*. *Русский орнитологический журнал*. 2022; 31(2169): 1122, 1123. <https://elibrary.ru/yjpdh1>
- Семенютина А.В., Хужахметова А.Ш., Семенютина В.А., Долгих А.А., Сапронова Д.В., Лазарев С.Е. Научные основы и этапы формирования полифункциональных кластерных дендрологических экспозиций коллекций ФНЦ агроэкологии РАН. Волгоград: *ФНЦ агроэкологии РАН*. 2022; 192. ISBN 978-5-6048368-1-1 <https://elibrary.ru/oplxkg>
- Кыздарова Д.К., Мусина Р.Т., Норцева М.А. Сравнительная морфологическая характеристика трех видов смородины в условиях Караганды. *Евразийский союз ученых*. 2015; (4–10): 45–48. <https://elibrary.ru/xdswwf>
- Цой М.В., Семенютина А.В. Оценка роста и развития видов рода *Juniperus* L. в условиях интродукции Волгоградской области. *Успехи современного естествознания*. 2020; (9): 20–27. <https://doi.org/10.17513/use.37465>

REFERENCES

- Ogurtsov A.N., Dmitriev V.V. Geoinformation analysis of the index of biological efficiency of climate as criterion for evaluation of potential stability of the landscape. *InterCarto / InterGIS 23. Geoinformation support for sustainable development of territories in the context of global climate change. Proceedings of the International Conference*. 2017; 23(1): 191–204 (In Russian). <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2017-1-23-191-204>
- Khuzhakhmetova A.Sh., Melnik K.A. Decorative properties of the genus *Gleditsia* in the zone of light chestnut soils. *World Ecology Journal*. 2022; 12(1): 60–80 (In Russian). <https://doi.org/10.25726/y6955-0248-0964-y>
- Sidorova A.D., Yarullina D.A., Abduhanova N.G. Principles and features of residential landscaping devices. *Eurasian Union of Scientists*. 2021; (1–5): 12–15 (In Russian). <https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2021.5.82.1239>
- Solonkin A.V., Nikolskaya O.A., Semenyutina A.V., Solomentseva A.S., Kikteva E.N. Features of vegetative reproduction and growth *Ligustrum Vulgare* L. *Scientific Agronomy Journal*. 2020; (2): 35–41 (In Russian). <https://elibrary.ru/lttrui>
- Bardin A.V. Berries of the privet *Ligustrum vulgare* in the diet of the bohemian waxwing *Bombus garrulus*. *Russian Journal of Ornithology*. 2022; 31(2169): 1122, 1123 (In Russian). <https://elibrary.ru/yjpdh1>
- Semenyutina A.V., Khuzhakhmetova A.Sh., Semenyutina V.A., Dolgikh A.A., Sapronova D.V., Lazarev S.E. Scientific bases and stages of formation of multifunctional cluster dendrological expositions of the FSC of agroecology RAS collections. Volgograd: *FSC of agroecology RAS*. 2022; 192 (In Russian). ISBN 978-5-6048368-1-1 <https://elibrary.ru/oplxkg>
- Kyzdarova D.K., Musina R.T., Nortseva M.A. Comparative morphological characteristics of three types of currants in the conditions of Karaganda. *Eurasian Union of Scientists*. 2015; (4–10): 45–48 (In Russian). <https://elibrary.ru/xdswwf>
- Tsoi M.V., Semenyutina A.V. Evaluation of the growth and development of species of the genus *Juniperus* L. in the conditions of introduction of the Volgograd region. *Advances in current natural sciences*. 2020; (9): 20–27 (In Russian). <https://doi.org/10.17513/use.37465>

9. Соломенцева А.С. Декоративные виды шиповников для озеленения Волгоградской области. *Лесной вестник*. 2020; 24(1): 41–50. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2020-1-41-50>

10. Сорокопудов В.Н., Нетребенко Н.Н., Евтухова М.В., Писарев Д.И. Морфолого-анатомические аспекты некоторых представителей рода *Rosa* L. *Вестник КрасГАУ*. 2009; (11): 50–54. <https://elibrary.ru/kysrxh>

ОБ АВТОРАХ

Елена Владимировна Калмыкова,

доктор сельскохозяйственных наук,
доцент, главный научный сотрудник

kalmukova-ev@vfanc.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8530-9995>

Кристина Андреевна Мельник,

младший научный сотрудник

melnik-k@vfanc.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7103-6436>

Анна Ивановна Передриенко,

лаборант-исследователь

peredrienko-a@vfanc.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1717-1725>

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук,
пр-т Университетский, 97, Волгоград, 400062, Россия

9. Solomentseva A.S. Ornamental species of wild roses for landscaping Volgograd region. *Forestry Bulletin*. 2020; 24(1): 41–50 (In Russian). <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2020-1-41-50>

10. Sorokopudov V.N., Netrebenko N.N., Evtukhova M.V., Pisarev D.I. Morphological and anatomic aspects of some representatives of *Rosa* L. sort. *Bulletin of KSAU*. 2009; (11): 50–54 (In Russian). <https://elibrary.ru/kysrxh>

ABOUT THE AUTHORS

Elena Vladimirovna Kalmykova,

Doctor of Agricultural Sciences,
Associate Professor, Chief Researcher

kalmukova-ev@vfanc.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8530-9995>

Kristina Andreevna Melnik,

Junior Researcher

melnik-k@vfanc.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7103-6436>

Anna Ivanovna Peredrienko,

Laboratory Assistant-researcher

peredrienko-a@vfanc.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1717-1725>

Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences,
97 Universitetskiy Ave., Volgograd, 400062, Russia

УДК:633.853.52:631.81

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-93-97

А.А. Дубков ✉
Р.В. Тимошинов
Е.Ж. Кушаева
А.Г. Клыков

Федеральный научный центр
агробиотехнологий Дальнего Востока
им. А.К. Чайки, Уссурийск, Россия

✉ o.zemledelia@yandex.ru

Поступила в редакцию:
20.06.2023

Одобрена после рецензирования:
30.10.2023

Принята к публикации:
13.11.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-93-97

Aleksandr A. Dubkov ✉
Roman V. Timoshinov
Elena Zh. Kushaeva
Aleksey G. Klykov

A.K. Chaika Federal Scientific Center
for Agrobiotechnologies of the Far East,
Ussuriysk, Russia

✉ o.zemledelia@yandex.ru

Received by the editorial office:
20.06.2023

Accepted in revised:
30.10.2023

Accepted for publication:
13.11.2023

Влияние микроудобрений и регуляторов роста на урожайность сои в условиях Приморского края

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В 2021–2022 гг. в Приморском крае (п. Тимирязевский) на опытных полях отдела земледелия и агрохимии ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» изучалось влияние некорневых подкормок *Zn*, *Cu*, *Mg* в хелатной форме (ООО «Терра Мастер», Россия), монокалийфосфат (ОАО «Буйский химический завод», Россия), В (борная кислота) (ООО «Дельта», Россия), жидкие микроудобрения (ООО «Агро Эксперт Групп», Россия), Боро-Н, Фертикс Б, Лигногумат калийный Б на формирование урожая и содержание белка в зерне сои сорта Бриз.

Методы. Обработку посевов микроудобрениями проводили в фазу «2–3 тройчатых листа» и в фазу «цветение» в рекомендованных нормах.

Результаты. Установлено, что применение некорневых подкормок повлияло на хозяйственно ценные признаки. Наибольшая урожайность при внесении некорневых подкормок отмечена в варианте с внесением *Zn* 31,2 ц/га в фазу «2–3 тройчатых листа», препарата Боро-Н 37,0 ц/га в фазу «цветение». Некорневые подкормки оказали положительное влияние на накопление белка в зерне сои. Максимальный сбор белка с 1 га получен при применении препарата Боро-Н в фазу цветения — 2,96 т/га.

Ключевые слова: соя, некорневые подкормки, микроэлементы, микроудобрения, опрыскивание, хлорофилл, зерно, урожайность

Для цитирования: Дубков А.А., Тимошинов Р.В., Кушаева Е.Ж., Клыков А.Г. Влияние микроудобрений и регуляторов роста на урожайность сои в условиях Приморского края. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 93–97. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-93-97>

© Дубков А.А., Тимошинов Р.В., Кушаева Е.Ж., Клыков А.Г.

Influence of micronutrient fertilizers and growth regulators on soybean yield under the conditions of Primorsky Krai

ABSTRACT

Relevance. In 2021–2022, in Primorsky Krai (Timiryazevsky village), the influence of foliar top dressing *Zn*, *Cu*, *Mg* in chelated form (“Terra Master” LLC, Russia), monokalium phosphate (“Buisik Chemical Plant”, JSC) was studied on the experimental fields of the Department of Agriculture and Agrochemistry of the A.K. Chaika Federal State Research Center for Agrobiotechnologies of the Far East, Russia), В (boric acid) (“Delta” LLC, Russia), liquid micronutrients (“Agro Expert Group” LLC, Russia), Boro-N, Fertix B, Potassium Lignohumate B for crop formation and protein content in soy beans of the Breeze variety.

Methods. The treatment of crops with micro fertilizers was carried out in the phase of “2–3 triple leaves” and in the phase of “flowering” in the recommended norms.

Results. It was found that the use of non-root fertilizing affected economically valuable signs. The highest yield when applying non-root fertilizing was noted in the variant with the introduction of *Zn* 31.2 c/ha in the phase “2–3 triple leaves”, Boron-H 37.0 c/ha in the phase “flowering”. Non-root top dressing had a positive effect on the accumulation of protein in soy grain. The maximum protein collection from 1 ha was obtained when using Boro-N in the flowering phase — 2.96 t/ha.

Key words: soybean, foliar feeding, micronutrients, micronutrient fertilizers, spraying, chlorophyll, grain, yield

For citation: Dubkov A.A., Timoshinov R.V., Kushaeva E.Zh., Klykov A.G. Influence of micronutrient fertilizers and growth regulators on soybean yield under the conditions of Primorsky Krai. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 93–97 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-93-97>

© Dubkov A.A., Timoshinov R.V., Kushaeva E.Zh., Klykov A.G.

Введение/Introduction

Соя — основная сельскохозяйственная культура на Дальнем Востоке России. Валовый сбор сои на зерно в 2022 г. составил 4932,8 тыс. ц при урожайности 16,9 ц/га, что на 21,6% больше, чем в 2021 г. с урожайностью 14,0 ц/га¹.

Известно, что применение удобрений в севообороте может оказывать влияние не только на урожайность сои, но и на биохимические показатели зерна. При этом микроэлементы улучшают сбалансированность минерального питания растений и участвуют в синтезе и обмене веществ [1].

Экологизация сельскохозяйственного производства требует освоения новых альтернативных систем земледелия с минимально возможным уровнем техногенного загрязнения окружающей среды [2, 3].

Для обеспечения стабильно высокой урожайности сои необходимо усовершенствовать технологию ее возделывания путем применения различных препаратов, оказывающих положительное влияние на рост и развитие растений [3], учитывать сортовые особенности при разработке системы применения разных микроэлементов при некорневом внесении на сое, значительное место должно отводиться применению жидких минеральных удобрений с высоким содержанием микроэлементов, в том числе в хелатной форме [2–5].

Цель исследований — изучить влияние некорневых подкормок на урожайность и качество зерна сои в условиях Приморского края.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследование проводилось на опытном поле отдела земледелия и агрохимии ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в 2021–2022 гг.

Для изучения некорневых подкормок на урожайность и качество зерна был взят районированный сорт сои Бриз (табл. 1) селекции ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки». Сорт обладает высоким иммунным статусом и толерантностью к основным вредоносным грибным заболеваниям Дальневосточного региона. Внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2021 г.

Почва опытного участка — лугово-бурая отбеленная, имеет тяжелосуглинистый состав, материнская порода — тяжелый суглинок [6]. Содержание гумуса в пахотном слое (0–25 см) — 3,2%, подвижного фосфора — 2,8 мг / 100 г почвы, обменного калия — 20,6 мг / 100 г почвы, азота — 0,25%, pH — 5,1.

Двухфакторный опыт (фактор А — внесение некорневой подкормки в фазу «2–3 тройчатых листа», фактор Б — внесение некорневой подкормки в фазу «цветение»).

Препараты Zn, Cu, Mg в хелатной форме производства ООО «Терра Мастер» (Россия), В (борная кислота) — ООО «Дельта» (Россия), монокалийфосфат — ОАО «Буйский химический завод» (Россия), жидкие микроудобрения Боро-Н, Фертикс Б, лигногумат калийный Б — ООО «Агро Эксперт Групп» (Россия). Дозы

Таблица 1. Краткая характеристика сои сорта Бриз

Table 1. Brief description of the soy Breeze variety

Сорт сои	Группа спелости	Период вегетации, сутки	Высота прикрепления нижнего боба, см	Содержание белка, %	Содержание жира, %	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га
Бриз	среднеспелый	113–117	14,0–17,1	39,6–40,6	18,4–19,0	185–195	2,6–3,5

Таблица 2. Схема опыта

Table 2. Scheme of experience

Вариант	Норма внесения
Контроль — без внесения микроэлементов, опрыскивание — водой	
1. Zn	5 кг/га
2. Cu	
3. Mg	
4. В (борная кислота)	
5. Монокалийфосфат	10 кг/га
6. Боро-Н	1 л/га
7. Фертикс Б	

внесения (табл. 2) рекомендованы производителями препаратов. Опрыскивание производилось с помощью ручного опрыскивателя «Капелька» 2 л (Россия).

Предшественник — яровая пшеница. Повторность опыта — шестикратная. Расположение делянок — систематическое, площадь делянки — 4 м², норма высева — 500 тыс. всхожих семян на 1 га с шириной междурядья 30 см, под предпосевную культивацию вносили диаммофоску (N₁₀P₂₆K₂₆) (Россия) в дозе 100 кг/га. Внесение подкормок проводилось с помощью ручного опрыскивателя.

Общее содержание хлорофилла в листьях определяли прибором atLEAF CHL PLUS chlorophyll meter (США) и рассчитывали с помощью калькулятора преобразования значений atLEAF CHL PLUS в SPAD с учетом взаимосвязи между содержанием хлорофилла и единицами SPAD на сайте производителя прибора² [7–10].

Определение белка в зерне сои проводилось по ГОСТ 10846-91³, жира — по ГОСТ 29033-91⁴, массы 1000 семян — по ГОСТ 12042-80⁵.

Учеты и наблюдения проводились по общепринятой методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989)⁶ с использованием полевого и лабораторного методов (Б.А. Доспехов, 2014)⁷.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Применение некорневых подкормок по вегетации положительно отразилось на хозяйственно ценных признаках сои.

За два года исследований максимальное количество бобов на одном растении отмечено в варианте при

¹ Официальный сайт Росстата [сайт]. — URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 20.01.2023).

² <https://atleaf.com/SPAD#SPAD>

³ ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М.: Стандартинформ. 2009; 8.

⁴ ГОСТ 29033-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира. М.: ИПК «Издательство стандартов». 2004; 6.

⁵ ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. М.: Стандартинформ. 2011; 4.

⁶ Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Госкомиссия по сортоиспытанию с.-х. культур. Москва. 1989; 2: 194.

⁷ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Стереотип. изд. перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб. М.: Альянс. 2014; 351.

Таблица 3. Влияние некорневых подкормок на структуру урожая семян сои сорта Бриз (среднее за 2021–2022 гг.)

Table 3. The effect of the foliar feeding on the yield parameters of soybean variety Briz (average for 2021–2022)

Вариант	Количество с одного растения, шт.		Масса 1000 семян, г	Урожайность	
	бобов	семян		ц/га	прибавка, %
Контроль	27	66	180,5	22,6	–
<i>2–3 тройчатых листа</i>					
1	31	89	196,8	31,2	38,1
2	26	79	180,3	24,5	8,4
3	27	80	181	29,0	28,3
4	28	70	175,5	29,6	31,0
5	28	91	175,5	24,0	6,2
6	25	78	178,5	25,0	10,6
7	25	81	178	26,5	17,3
8	26	79	174	27,5	21,7
HCP _{0,5}	2,4	10	9,1	3,4	11,9
<i>Цветение</i>					
1	27	78	194	30,6	35,4
2	27	72	185	28,9	27,9
3	27	75	184,5	31,0	37,2
4	31	70	180,5	30,0	32,7
5	32	80	175	37,0	63,7
6	32	71	175,5	30,8	36,3
7	37	108	181,5	28,5	26,1
8	27	72	180,5	27,8	23,0
HCP _{0,5}	4	15,2	7,6	3,7	16,3

Таблица 4. Содержание и сбор белка при некорневой обработке в разные фазы развития растения

Table 4. The content and yield of protein after the foliar feeding at different strages of plant development

Вариант	Содержание в зерне		Сбор белка		Содержание хлорофилла		
	жир, %	белок, %	га	прибавка	atLEAF CHL PLUS	SPAD	Абсолютное содержание, мг/см ²
			т/га	%			
Контроль	22,5	39,4	0,89	–	38,6	28,1	0,0224
<i>Опрыскивание в фазу «2–3 тройчатых листа»</i>							
1	22,2	40,1	1,25	40,1	47,9	37,3	0,0345
2	22,3	39,9	0,98	14,7	44,1	33,5	0,0293
3	22,3	39,5	1,15	30,9	44,3	33,7	0,0295
4	22,5	39,0	1,15	28,3	43,2	32,7	0,0281
5	22,0	40,3	0,97	30,6	42,9	32,3	0,0277
6	22,1	40,0	1,00	12,3	43,0	32,4	0,0278
7	22,3	39,6	1,05	18,0	42,8	32,2	0,0275
8	22,3	40,1	1,10	24,3	43,5	32,5	0,0284
HCP _{0,5}	0,2	0,52	0,144	11,12	3,72	3,68	0,0048
<i>Опрыскивание в фазу «цветение»</i>							
1	22,2	40,0	1,22	36,5	47,8	37,2	0,0343
2	22,3	39,7	1,15	28,0	44,1	33,5	0,0293
3	22,3	39,1	1,21	34,7	44,3	33,7	0,0295
4	22,4	39,3	1,18	33,1	43,2	32,7	0,0281
5	22,0	40,1	1,48	66,5	42,9	32,3	0,0277
6	22,1	39,9	1,23	39,1	43,0	32,4	0,0278
7	22,3	40,4	1,15	28,7	42,8	32,2	0,0275
8	22,3	40,0	1,11	24,5	43,5	32,5	0,0284
HCP _{0,5}	0,2	0,5	0,236	16,8	3,68	3,64	0,0048

обработке растений сои сорта Бриз в фазу «начало цветения» препаратом Фертикс-Б — 37 шт. (табл. 3), в фазу «2–3 тройчатых листа» отмечен вариант при внесении Zn — 31 шт. Наибольшее количество зерен с одного растения получено при обработке растений в фазу «начало цветения» препаратом Фертикс-Б — 108 шт., в фазу «2–3 тройчатых листа» наибольшее количество зерен с одного растения выявлено в варианте с использованием препарата Боро-Н — 91 шт.

Масса 1000 семян характеризует выполненность семян. Наибольшую массу 1000 семян при обработке сои микроэлементами в фазу «2–3 тройчатых листа» и при обработке в фазу «цветение» показал вариант при обработке Zn — 196,8 г и 194 г.

Урожайность семян сои является одним из важных показателей. При обработке растений сои в фазу «2–3 тройчатых листа» максимальная урожайность отмечена в варианте с Zn — 31,2 ц/га, в фазу «цветение» в варианте с применением препарата Боро-Н — 37,0 ц/га. Прибавка в сравнении с контрольным вариантом составила 63,7%.

В настоящее время широко используются портативные приборы для измерения хлорофилла для оценки его содержания в листьях растений. Содержание фотосинтетических пигментов и их соотношение варьируют в широких пределах у растений разных видов, произрастающих в разных широтных зонах [7, 9, 10].

Мониторинг изменения содержания хлорофилла в растениях позволяет оценить взаимодействие растений с окружающей средой и влияние стрессовых факторов.

В процессе фотосинтеза с помощью хлорофилла происходят поглощение и трансформация энергии, используемой для образования органических веществ [11]. По литературным данным, содержание хлорофилла является важным показателем фотосинтетической продуктивности растений, характеризующей размеры и продолжительность работы ассимиляционного аппарата [12–14].

В результате исследований установлено, что абсолютное содержание хлорофилла в листьях растения варьировало от 0,0224 до 0,0345 мг/см² (табл. 4).

При некорневой обработке в фазу «2–3 тройчатых листа» и при внесении в фазу «начало цветения» максимальное содержание хлорофилла отмечено в варианте при внесении Zn 0,0345 и 0,0343 мг/см² соответственно.

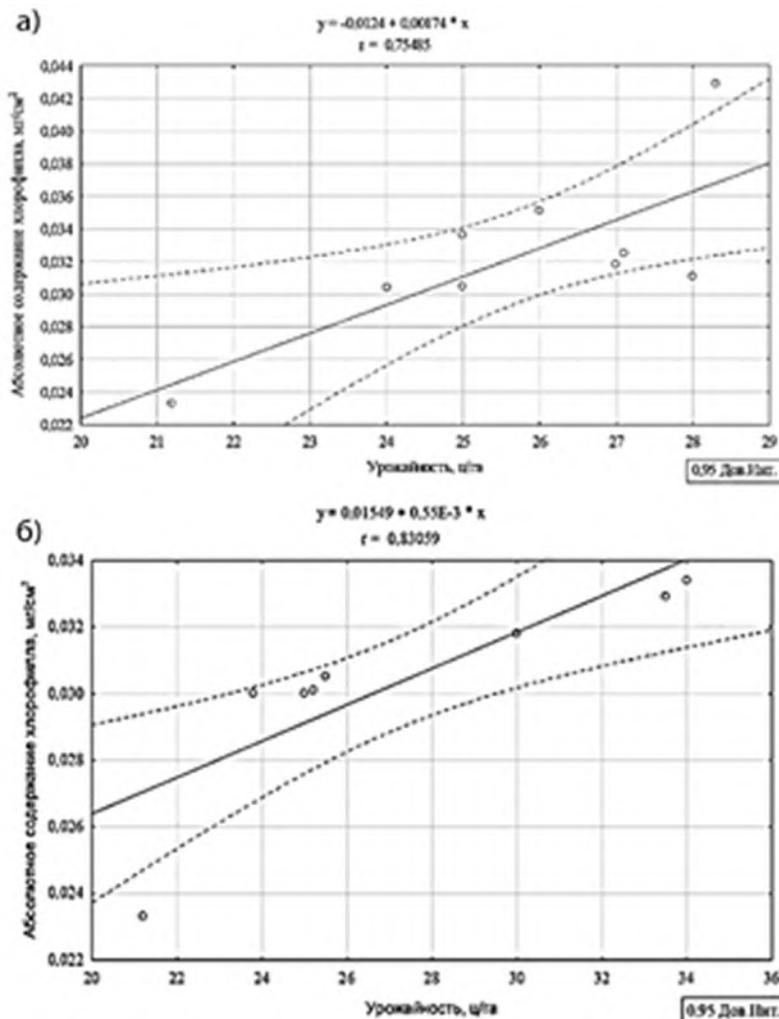
Главной особенностью сои является высокое содержание в ее зерне белка. Изучаемые некорневые подкормки повлияли на содержание белка в зерне сои, прибавка в накоплении белка по вариантам опыта составляла 0,2–2% и увеличила его сбор с 1 га. Наибольший суммарный сбор белка с 1 га за два года отмечен в варианте при опрыскивании растений препаратом Боро-Н в фазу «цветение» — 2,96 т/га. Следует отметить вариант при опрыскивании растений Zn в фазу «2–3 тройчатых листа», который показал максимальное среднее содержание белка за два года (40,1%) в зерне сои сорта Бриз. В целом по опыту варианты с применением препарата Боро-Н и Zn показали максимальный сбор белка с 1 га.

Изучаемые некорневые подкормки незначительно повлияли на накопление жира в зерне (табл. 2).

Корреляционный анализ выявил положительную связь между урожайностью сои и абсолютным содержанием хлорофилла ($r = 0,75$) при обработке микроудобрениями в фазу «2–3 тройчатых листа», высокую

Рис. 1. Зависимость урожайности от абсолютного содержания хлорофилла: а — фаза «2–3 тройчатых листа», б — фаза «цветение»

Fig. 1. The dependence of yield on the absolute content of chlorophyll: a — phase “2–3 triple leaves”, b — phase “flowering”



корреляционную связь ($r = 0,83$) в фазу «цветение» (рис. 1а, 1б).

Выводы/Conclusion

Обработка растений сои хелатом Zn в фазу «2–3 тройчатых листа» создала условия для получения наибольшего абсолютного содержания хлорофилла в листьях, количества бобов на растении, высокой массы 1000 семян, что в целом повлияло на урожайность. Прибавка по отношению к контролю составила 7,1 ц/га, сбор белка с 1 га — 1,15 т.

Использование препарата Боро-Н в фазу «2–3 тройчатых листа» положительно влияет на количество семян с одного растения — 61 шт., примененные микроудобрения в фазу «цветение» обеспечило высокую урожайность — 34,0 ц/га, абсолютное содержание хлорофилла — 0,0334 мг/см², а также наибольший сбор белка с 1 га — 1,38 т.

Максимальное количество бобов на одном растении и количество семян с одного растения обеспечивает обработка растений в фазу «цветение» препаратом Фертикс-Б — 108 шт.

Таким образом, установлено, что некорневые подкормки являются эффективным приемом повышения урожайности и увеличения сбора белка при возделывании сои сорта Бриз.

Реакция сорта на различные микроудобрения различалась — это необходимо учитывать при разработке системы применения микроэлементов при некорневом внесении.

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. Лапа В.В., Матыченко Д.В. Оценка факторов, лимитирующих производительную способность почв, для информационных систем сельскохозяйственного производства. *Современные проблемы использования почв и повышения их плодородия: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры почвоведения Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, Горки, 6–8 декабря 2021 г. В 2 ч.* Горки. 2022: 1; 26–30.
2. Бурунов А.Н. Структура урожая и продуктивность яровой твердой пшеницы при применении жидких минеральных удобрений Мегамикс. *Плодородие*. 2021; (2): 17–21. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.119.05>
3. Цыганова Н.А., Тукмачева Е.В., Волкова В.А., Воронкова Н.А. Эффективность предпосевной обработки семян стимуляторами роста. *Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства. Материалы VI Международной научно-технической конференции.* Омск: Омский государственный технический университет. 2016; 173, 174. <https://www.elibrary.ru/xekivd>
4. Бутовец Е.С., Лукьянчук Л.М., Зиангирова Л.М. Испытание гуминовых препаратов на сое в условиях Приморского края. *Вестник КрасГАУ*. 2020; (10): 42–50. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-10-42-50>
5. Шарипова Г.Ф., Колесар В.А., Сафин Р.И. Эффективность применения удобрений с микроэлементами на различных сортах сои. *Плодородие*. 2020; (3): 9–12. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.02>
6. Егоров В.Г., Михайлов Л.Н. Агрохимический мониторинг почвы и растительной продукции. *Вестник Самарского государственного университета. Естественно-научная серия*. 2007; (2): 165–171. <https://www.elibrary.ru/hzuojt>

REFERENCES

1. Lapa V.V., Matychenkov D.V. Assessment of factors limiting the productive capacity of soils for information systems of agricultural production. *Modern problems of soil use and increasing their fertility: a collection of articles based on the materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the Department of Soil Science of the Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, December 6–8, 2021. In 2 parts.* Gorki. 2022: 1; 26–30 (In Russian).
2. Burunov A.N. Harvest structure and productivity of spring solid wheat in the use of liquid mineral fertilizers Megamix. *Ploдopodie*. 2021; (2): 17–21 (In Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.119.05>
3. Tsyganova N.A., Tukmacheva E.V., Volkova V.A., Voronkova N.A. The efficacy of pre-sowing treatment of seeds with growth regulators. *Machinery and technology of the petrochemical and petroleum production. Proceedings of the VI International scientific and technical conference.* Omsk: Omsk State Technical University. 2016; 173, 174 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/xekivd>
4. Butovets E.S., Lukyanchuk L.M., Ziangirova L.M. Testing humic substances on soy in the conditions of Primorsk kray. *Bulletin of KSAU*. 2020; (10): 42–50 (In Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-10-42-50>
5. Sharipova G.F., Kolesar V.A., Safin R.I. Efficiency of application of fertilizers with microelements on various varieties of soy. *Ploдopodie*. 2020; (3): 9–12 (In Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.02>
6. Egorov V.G., Mikhailov L.N. Agrochemical monitoring of soil and plant. *Bulletin of Samara State University. Natural Science Series*. 2007; (2): 165–171 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/hzuojt>

7. Li R., Chen J., Qin Y., Fan M. Possibility of using a SPAD chlorophyll meter to establish a normalized threshold index of nitrogen status in different potato cultivars. *Journal of Plant Nutrition*. 2019; 42(8): 834–841. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1584215>
8. Wadas W., Dziugiel T. Changes in Assimilation Area and Chlorophyll Content of Very Early Potato (*Solanum tuberosum* L.) Cultivars as Influenced by Biostimulants. *Agronomy*. 2020; 10(3): 387. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030387>
9. Shitikova A.V., Abiala A.A. Optimization of inorganic nutrition of potatoes in the Central Nonchernozem Zone of Russia. *Annals of Agri Bio Research*. 2019; 24(2): 196–200. <https://www.elibrary.ru/raujrs>
10. Su Y.S., Guo H.C., Chen Y.L. Relationship between SPAD readings chlorophyll contents and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*. 2007; 20(4): 690–693.
11. Тургунбаев К.Т. Динамика изменения продуктивности фотосинтеза, нарастание площади листовой поверхности и пигментная система культурных сортов яблони (*Malus domestica* Borkh.) Южного Кыргызстана. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2018; (2): 157–160. <https://www.elibrary.ru/ycldg>
12. Шестакова Е.О., Ерошенко Ф.В., Сторчак И.Г., Оганян Л.Р., Чернова И.В. Влияние различных элементов технологии возделывания на содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы и ее урожайность. *Аграрный вестник Урала*. 2020; (5): 27–35. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-196-5-27-37>
13. Синеговская В.Т. Посевы сои в Приамурье как фотосинтезирующие системы. *Благовещенск: Зeya*. 2005; 120. <https://www.elibrary.ru/qkxzsl>
14. Рафальская Н.Б., Синеговская В.Т., Рафальский С.В. Фотосинтетическая и семенная продуктивность сои при применении приемов биологизации ее возделывания в Приамурье. *Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области. Сборник научных трудов*. Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет. 2016; 12: 81–86. <https://www.elibrary.ru/zchard>
7. Li R., Chen J., Qin Y., Fan M. Possibility of using a SPAD chlorophyll meter to establish a normalized threshold index of nitrogen status in different potato cultivars. *Journal of Plant Nutrition*. 2019; 42(8): 834–841. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1584215>
8. Wadas W., Dziugiel T. Changes in Assimilation Area and Chlorophyll Content of Very Early Potato (*Solanum tuberosum* L.) Cultivars as Influenced by Biostimulants. *Agronomy*. 2020; 10(3): 387. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030387>
9. Shitikova A.V., Abiala A.A. Optimization of inorganic nutrition of potatoes in the Central Nonchernozem Zone of Russia. *Annals of Agri Bio Research*. 2019; 24(2): 196–200. <https://www.elibrary.ru/raujrs>
10. Su Y.S., Guo H.C., Chen Y.L. Relationship between SPAD readings chlorophyll contents and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*. 2007; 20(4): 690–693.
11. Turgunbaev K.T. Dynamics of changes in photosynthesis productivity, growing of leaf surface area, and pigment system of apple tree cultivar (*Malus domestica* Borkh.) in South Kyrgyzstan. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2018; (2): 157–160 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ycldg>
12. Shestakova E.O., Eroshenko F.V., Storchak I.G., Oganyan L.R., Chernova I.V. Influence of various elements of cultivation technology on the chlorophyll content in winter wheat plants and its yield. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020; (5): 27–35 (In Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-196-5-27-37>
12. Sinegovskaya V.T. Soybean crops in the Amur region as photosynthetic systems. *Blagoveshchensk: Zeya*. 2005; 120 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/qkxzsl>
14. Rafalskaya N.B., Sinegovskaya V.T., Rafalsky S.V. Photosynthetic and seed productivity of soybean when using biologization techniques of its cultivation in Priamurie. *Adaptive technologies in the horticulture of Amur oblast. Collection of research papers*. Blagoveshchensk: Far Eastern State Agrarian University. 2016; 12: 81–86 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/zchard>

ОБ АВТОРАХ

Александр Алексеевич Дубков,

научный сотрудник
o.zemledelia@yandex.ru

Роман Витальевич Тимошинов,

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом
земледелия и агрохимии
roman-timoshinov@mail.ru

Елена Жоржевна Кушаева,

научный сотрудник
o.zemledelia@yandex.ru

Алексей Григорьевич Клыков,

доктор биологических наук, академик РАН
alex.klykov@mail.ru

Федеральный научный центр агробιοтехнологий
Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
ул. Воложенина, 30, пос. Тимирязевский, Уссурийск,
Приморский край, 692539, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Aleksandr Alekseevich Dubkov,

Research Associate
o.zemledelia@yandex.ru

Roman Vitalievich Timoshinov,

Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department
of Agronomy and Agricultural Chemistry
roman-timoshinov@mail.ru

Elena Zhorzhevna Kushaeva,

Research Associate
o.zemledelia@yandex.ru

Aleksey Grigorievich Klykov,

Doctor of Biological Sciences, Academician
of the Russian Academy of Sciences
alex.klykov@mail.ru

Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology
of the Far East named after A.K. Chaika,
30 Volozhenin Str., Timiryazevsky, Ussuriysk, Primorky Kray, 692539,
Russia

Е.А. Прищепенко

Р.Р. Сафина ✉

Н.Э. Гарипов

Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения — обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ Российской академии наук, Казань, Россия

✉ rufina.masnavieva.63@gmail.com

Поступила в редакцию:
09.03.2023

Одобрена после рецензирования:
30.10.2023

Принята к публикации:
13.11.2023

Elena A. Prishchepenko

Rufina R. Safina ✉

Nurvil E. Garipov

Tatar Research Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science — Subdivision of the Federal Research Center Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Kazan, Russia

✉ rufina.masnavieva.63@gmail.com

Received by the editorial office:
09.03.2023

Accepted in revised:
30.10.2023

Accepted for publication:
13.11.2023

Опыт применения органоминерального удобрения на картофеле

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Картофель является одной из важнейших продовольственных культур в Российской Федерации и странах СНГ. Для нормального роста и развития картофельного растения необходимо обеспечение в достаточной мере элементами питания. Современное направление — подбор препаратов на основе природных источников, позволяющих улучшить минеральное питание растений и отвечающих экологическим требованиям, что актуальным.

Методы. Установление эффективности применения органоминерального удобрения Адгелар при некорневой подкормке клубней картофеля. Объектами исследования стали картофель сорта Сальса и органоминеральное удобрение Адгелар. Опыт проводили на серой лесной почве.

Результаты. Выявлено, что некорневая подкормка удобрением Адгелар способствовала повышению урожайности и улучшению качества клубней картофеля сорта Сальса. Прибавка урожая картофеля составила 17,5% при дозе 0,3 л/га, 23,2% — при дозе 0,75 л/га, 31,0% — при дозе 1,2 л/га. С применением удобрения увеличилось количество клубней (с 1 м²) на 16,3–34,8%, средняя масса товарных клубней (с 1 м²) — на 1,5–6,2%, продовольственной — на 1,1–3,2%. Повысилась доля семенной фракции клубней на 8,2–11%. Отмечалось понижение витамина С на 7–18% по сравнению с контролем. В вариантах с удобрением в дозах 0,3 л/га и 1,2 л/га нитратный азот был выше на 10 и 49 мг соответственно.

Ключевые слова: органоминеральное удобрение, картофель, урожайность, качественные показатели урожая

Для цитирования: Прищепенко Е.А., Сафина Р.Р., Гарипов Н.Э. Опыт применения органоминерального удобрения на картофеле. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 98–101. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-98-101>

© Прищепенко Е.А., Сафина Р.Р., Гарипов Н.Э.

Experience using organomineral fertilizer on potatoes

ABSTRACT

Relevance. Potatoes are one of the most important food crops in the Russian Federation and CIS countries. For the normal growth and development of the potato plant, it is necessary to provide sufficient nutrition elements. The modern direction is the selection of drugs based on natural sources that improve the mineral nutrition of plants and meet environmental requirements, which is relevant.

Methods. Determination of the effectiveness of the use of organomineral fertilizer Adgelaar for foliar top dressing of potato tubers. The objects of the study were potatoes of the Salsa variety and the organomineral fertilizer Adgelaar. The experiment was carried out on gray forest soil.

Results. It was revealed that foliar fertilization with Adgelaar fertilizer contributed to increasing yields and improving the quality of potato tubers of the Salsa variety. The increase in potato yield was 17.5% at a dose of 0.3 l/ha, 23.2% at a dose of 0.75 l/ha, 31.0% at a dose of 1.2 l/ha. With the use of fertilizer, the number of tubers increased (from 1 m²) by 16.3–34.8% compared to the control. The share of the seed fraction of tubers increased by 1.5–6.2%, food — by 1.1–3.2%. The starch content in the dry matter increased (by 8.2–11%). There was a decrease in vitamin C by 7–18% compared to the control. In the variants with fertilizer in doses of 0.3 l/ha and 1.2 l/ha, nitrate nitrogen was higher by 10 and 49 mg, respectively.

Key words: organomineral fertilizer, potatoes, yield, quality indicators of the crop

For citation: Prishchepenko E.A., Safina R.R., Garipov N.E. Experience using organomineral fertilizer on potatoes. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 98–101 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-98-101>

© Prishchepenko E.A., Safina R.R., Garipov N.E.

Введение/Introduction

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) является важной продовольственной культурой — как в общемировом земледелии, так и в Российской Федерации (РФ) [1].

По данным Росстата¹, в 2020 г. площадь посева картофеля составила 1,19 млн га, валовый сбор — 19,6 млн т, средняя урожайность — 16,6 т/га. Согласно статистическому ежегоднику² площадь возделывания картофеля в Республике Татарстан в 2020 г. составила 50,9 тыс. га, валовый сбор — 1174,2 тыс. т, средняя урожайность — 23,1 т/га.

Однако урожайность картофеля в РФ, несмотря на большие посевные площади, характеризуется низкими показателями. Низкая урожайность культуры складывается из множества факторов: некачественного посевного материала, нарушения технологии выращивания, низкого плодородия почв, недостаточного обеспечения растений питательными элементами [2].

Особое место в технологии возделывания картофеля занимают органические и минеральные удобрения. Наиболее эффективными считаются органоминеральные удобрения (ОМУ) [3]. В их состав входят органические вещества и минеральные соединения. Данные удобрения содержат необходимые микро- и макроэлементы для питания почвы и растений [4].

Эффективность применения ОМУ описана во многих научных публикациях. Например, в работе И.Г. Любимской и С.С. Кузнецова (2018 г.) выявлено положительное влияние ОМУ в дозе 4 ц/га, содержащих гуминовые соединения, на урожайность и качество клубней семенного картофеля сорта Удача, а также установлено снижение пораженности растений вирусными заболеваниями [5].

Результаты опыта А.С. Смирновой и Н.В. Кузьминой (2019 г.) показали, что использование ОМУ, имеющих природное происхождение (растворы гумата калия и натрия), на картофеле дало прибавку к контрольному варианту 600–700 кг клубней с 1 га [6]. В полевых исследованиях А.А. Моисеева и соавторов (2020) отмечено, что применение ОМУ положительно повлияло на фитосанитарное состояние растений в посевах картофеля [7].

Эксперимент V. Aleksanyan *et al.* (2023 г.) показал, что внесение ОМУ под картофель, выращенный в засушливых условиях на бурых почвах, оказало благотворное влияние на рост, развитие, урожайность и товарность картофеля [8].

Для продовольственной безопасности страны необходимо обеспечить сельское хозяйство качественным семенным картофелем отечественной селекции, а также новейшими отечественными удобрениями и препаратами, которые позволят улучшить минеральное питание растений и будут отвечать актуальным экологическим требованиям.

Цели работы — оценка эффективности применения органоминерального удобрения при выращивании картофеля и его последующая регистрация с внедрением в систему земледелия.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Регистрационные испытания проводили на опытном поле Татарского НИИСХ (с. Большие Кабаны, Лаишевский р-н, Республика Татарстан) в 2020 г.

Почва опытного участка характеризовалась следующими агрохимическими показателями: серая лесная среднесуглинистая, содержание гумуса — 3,2% (низкое), pH солевой вытяжки — 6,8 ед. (нейтральное), гидролитическая кислотность — 0,68 мг-экв / 100 г почвы (нейтральная), сумма поглощенных оснований — 23,2 мг-экв / 100 г почвы (высокая), N_{щел.} — 84 мг/кг (очень низкое), P₂O₅ — 143 мг/кг (повышенное), K₂O — 107 мг/кг (среднее).

Объектом исследования стал районированный среднеранний столовый картофель сорта Сальса отечественной селекции, выведенный в Татарском НИИ сельского хозяйства (товарная урожайность — 168–398 ц/га). Сорт Сальса включен в Государственный реестр³ по Волго-Вятскому и Средневолжскому регионам. Характеризуется максимальной урожайностью (412 ц/га), массой товарного клубня 105–320 г, содержанием крахмала 13,1–16,5%. Устойчив к возбудителю рака картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематоды. По данным Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии, умеренно восприимчив к возбудителю фитофтороза.

В качестве органоминерального удобрения использовали препарат Адгелар (ЗАО НПФ «Флавит», ООО «Интегрированные агросистемы»). Препаративная форма ОМУ — жидкость от светло-коричневого до темно-коричневого цвета, производится на основе органического вещества (25–30%), в состав которого входят гуминовые кислоты (10%), азот (5%), сульфаты (0,0001%), магний (0,0001%), дигидрокверцетин (0,5%), железа (5 мг/л (млн⁻¹), бор (0,1%), молибден (0,0001%).

Внесение удобрения осуществлялось дважды в виде некорневой подкормки растений (опрыскивания) в фазу полных всходов и в период бутонизации. Расход рабочего раствора — 300 л/га.

Схема опыта:

1. Контроль — N₆₀P₆₀K₈₀.
2. N₆₀P₆₀K₈₀ + ОМУ (0,3 л/га).
3. N₆₀P₆₀K₈₀ + ОМУ (0,75 л/га).
4. N₆₀P₆₀K₈₀ + ОМУ (1,2 л/га).

Площадь опытных делянок — 100 м², площадь учетных делянок — 50 м², повторность опыта — четырехкратная.

Технология возделывания культуры — общепринятая для Республики Татарстан. Предшественник — яровая пшеница.

Подсчет урожая провели поделяночно путем выкапывания клубней с учетной площади делянки с последующим взвешиванием на технических весах. Урожайность и структуру картофеля определяли по методике «Опытное дело в полеводстве» под ред. Г.Ф. Никитенко и ГОСТ 7194-81⁴, содержание крахмала и сухого вещества в клубнях — по ГОСТ 26176-2019⁵, витамина С — по ГОСТ 24556-89⁶, нитратного азота — по ГОСТ 13496.4-2019⁷.

Статистическую обработку данных опыта проводили согласно методике Б.А. Доспехова⁸ с помощью компьютерной программы Microsoft Office Excel 2016 (США).

¹ Российский статистический ежегодник. Статистический сборник 2021 г. / М.: Росстат. 2021; 696.

² Статистический ежегодник «Республика Татарстан» 2020 г. : Статистический сборник / М.: Росстат. 2021; 306.

³ Реестр ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений».

⁴ ГОСТ 7194-81 Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества. М.: Стандартинформ.

⁵ ГОСТ 26176-2019 Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. М.: Стандартинформ. 2019.

⁶ ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. М.: Издательство стандартов. 2003.

⁷ ГОСТ 13496.4-2019 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. М.: Стандартинформ. 2019.

⁸ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 1985; 351.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Урожайность культуры — важнейший результирующий показатель, характеризующий эффективность тех или иных приемов возделывания.

Применение органоминерального препарата Адгелар на фоне минеральных удобрений достоверно повысило урожайность картофеля на 26,0–46,0 ц/га по отношению к контролю (табл. 1).

При расходе ОМУ в дозе 1,2 л/га получили максимальную урожайность — 194,2 ц/га, что выше на 11,5% и 6,3% (по сравнению с дозами 0,3 л/га и 0,75 л/га) соответственно.

В ходе исследований оценивали также влияние Адгелара на основные элементы структуры урожая картофеля.

Установлено увеличение количества клубней с одного куста и массы клубней семенной и продовольственной фракции. Объем клубней данных фракций в опыте составил 95,5–99,2%, доля мелкой фракции — 0,8–4,5% (табл. 2).

Максимальные показатели наблюдали в варианте с некорневой подкормкой в дозе 1,2 л/га: масса ботвы с одного растения составила 0,223 кг, количество клубней с одного куста — 6,6 шт., что выше контрольного варианта на 43,9% и 15,8% соответственно.

Содержание в картофеле сухого вещества и крахмала, одного из важнейших углеводов, является основным показателем качества клубней. В среднем в картофеле содержание сухого вещества составляет 22%, а оно в свою очередь состоит из крахмала на 70%, протеина — 10%, клетчатки — 7%, золы — 5%. Крахмал в картофеле оказывает влияние на вкус, консистенцию и устойчивость клубней при хранении и переработке [9].

Применение ОМУ повлияло на содержание крахмала в натуральном веществе (табл. 3).

При норме применения 1,2 л/га отмечена тенденция повышения содержания крахмала в натуральном веществе до 14,6%, в сухом веществе — до 65,4%, что выше контроля на 37,1 и 11,0% соответственно.

Одним из важнейших природных антиоксидантов, принимающих участие в биохимических процессах, является витамин С (аскорбиновая кислота). В вариантах с применением ОМУ наблюдалось снижение содержания витамина С в клубнях картофеля. При дозе препарата 0,3 л/га показатель снизился на 12,0%, при дозе 0,75 л/га — на 18,0% по сравнению с контролем. При дозе удобрения 1,2 л/га содержание витамина С понизилось на 7,0%.

В работах Ф.Т. Гериевой с соавторами (2016 г.) и М.Н. Новикова с соавторами (2022 г.) также отмечали снижение витамина С на фоне применения минеральных удобрений [10, 11].

Нитраты, как естественный растительный компонент, в ограниченном количестве необходимы сельскохозяйственным культурам, в том числе картофелю. Более того, азот жизненно необходим, поскольку с его помощью растения образуют аминокислоты и белки. Важно, чтобы количество нитратов не превышало установленных норм (не более 250 мг/кг в картофеле) в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01⁹.

В ходе исследований отмечалось повышение содержания нитратного азота в картофеле по отношению к контролю при некорневой подкормке удобрением в дозе 0,3 л/га и 1,2 л/га в 1,3 и 2,8 раза соответственно.

Таблица 1. Влияние органоминерального удобрения на урожайность картофеля

Table 1. The effect of organomineral fertilizer on potato yield

№ п/п	Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка	
			ц/га	%
1	Контроль — N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	148,2	–	–
2	N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀ + ОМУ (0,3 л/га)	174,2	26,0	17,5
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀ + ОМУ (0,75 л/га)	182,6	34,4	23,2
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀ + ОМУ (1,2 л/га)	194,2	46,0	31,0
НСР _{0,05}		18,1	–	–

Таблица 2. Влияние органоминерального удобрения на структуру урожая картофеля

Table 2. The effect of organomineral fertilizer on the structure of potato crop

№ п/п	Вариант	Масса ботвы с одного растения, кг	Количество клубней, шт.		Средняя масса товарных клубней, кг		% фракции по массе клубней		
			с одного куста	с 1 м ²	с одного куста	с 1 м ²	мелкая	семенная	Продовольственная
1.	Контроль — N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	0,155	5,7	28,1	0,286	1,41	5,8	66,2	28,0
2.	N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀ + ОМУ (0,3 л/га)	0,193	6,7	33,1	0,331	1,64	4,5	67,2	28,3
3.	N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀ + ОМУ (0,75 л/га)	0,215	6,6	32,6	0,347	1,71	1,7	69,4	28,9
4.	N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀ + ОМУ (1,2 л/га)	0,223	6,6	32,6	0,385	1,90	0,8	70,3	28,9
НСР _{0,05}		0,03	0,7	1,4	0,12	0,16	0,15	1,32	0,51

Таблица 3. Влияние органоминерального удобрения на показатели качества урожая картофеля

Table 3. The effect of organomineral fertilizer on the quality indicators of potato harvest

№ п/п	Вариант	Крахмал, %		Витамин С, %	Нитратный азот, мг
		в натур. веществе	в сухом веществе		
1.	Контроль — N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀	10,63	58,93	36	27,0
2.	N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀ + ОМУ (0,3 л/га)	12,35	63,75	24	37,0
3.	N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀ + ОМУ (0,75 л/га)	9,93	57,51	18	27,0
4.	N ₆₀ P ₆₀ K ₈₀ + ОМУ (1,2 л/га)	14,58	65,44	29	76,0
НСР _{0,05}		0,48	0,86	1,69	2,09

При расходе ОМУ 0,75 л/га содержание нитратного азота было на уровне контроля. Количество нитратов в картофеле не превышало ПДК.

Выводы/Conclusion

Таким образом, некорневая подкормка растений картофеля органоминеральным удобрением Адгелар способствовала прибавке урожая картофеля на 17,5% при дозе 0,3 л/га, 23,2% — при дозе 0,75 л/га, 31,0% — при дозе 1,2 л/га. С применением удобрения увеличилось количество клубней (с 1 м²) на 16–17,8%, средняя масса товарных клубней (с 1 м²) — на 16,3–34,8% по сравнению с контролем. Увеличилась доля семенной фракции клубней на 1,5–6,2%, продовольственной — на 1,1–3,2%. Повысилось содержание крахмала в сухом веществе на 8,2–11%. Отмечалось понижение витамина С на 7–18% по сравнению с контролем.

В вариантах с удобрением в дозах 0,3 л/га и 1,2 л/га нитратный азот был выше на 10 мг и 49 мг соответственно. Эффективным было применение органоминеральных удобрений в дозе 1,2 л/га.

⁹ Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-гигиенические правила и нормативы СанПиН 2.3.2.1078-01. Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России. 2002; 269.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания № FMEG-2021-0003, регистрационный № 121021600147-1.

FUNDING

The work was carried out within the framework of State Assignment No. FMEG-2021-0003, registration No. 121021600147-1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жевора С.В., Анисимов Б.В., Симаков Е.А., Овэс Е.В., Зебрин С.Н. Картофель: проблемы и перспективы. *Картофель и овощи*. 2019; (7): 2–7. <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.89.92.006>
2. Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Жевора С.В., Митюшкин А.В., Журавлев А.А., Зебрин С.Н. Картофельводство России: состояние и перспективы в новых условиях. *Картофель и овощи*. 2022; (4): 3–6. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.80.38.001>
3. Ferreira D.M., Rebouças T.N.H., Ferraz-Almeida R., Porto J.S., Oliveira R.C., Luz J.M.Q. Organomineral fertilizer as an alternative for increasing potato yield and quality. *Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering*. 2021; 26(4): 306–312. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n4p306-312>
4. Пашкова Г.И., Кузьминых А.Н., Савинцева А. Влияние органоминеральных удобрений на продуктивность картофеля. *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции. Йошкар-Ола*. 2018; (20): 108–110. <https://elibrary.ru/yibgff>
5. Любимская И.Г., Кузнецов С.С. Влияние различных доз органоминерального удобрения на урожайность семенного картофеля. *Владимирский земледелец*. 2018; (3): 15–19. <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2018-00023>
6. Смирнова А.С., Кузьмина Н.В. Использование органоминеральных удобрений при возделывании картофеля. *Студенческая наука и XXI век*. 2019; (1): 126–128. <https://elibrary.ru/grcrcg>
7. Моисеев А.А., Нкетсо Т.Х., Нарусhev В.Б., Еськов И.Д. Удобрения как эффективный прием повышения устойчивости картофеля к болезням в условиях степного Поволжья. *Аграрный научный журнал*. 2020; (4): 31–36. <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i4pp31-36>
8. Aleksanyan V., Mirzoyan M., Galstyan S., Sargsyan A., Galstyan M. Effect of organomineral fertilizers and growth promoters in potato seedlings in the foothills of the Republic of Artsakh. *The Scientific Heritage*. 2023; (107): 4–8. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7672838>
9. Терехина О.Н., Виноградов Д.В. Урожайность и качество клубней картофеля при использовании биопрепаратов. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*. 2019; (1): 155–159. <https://elibrary.ru/buenlu>
10. Гериева Ф.Т., Басиев С.С., Гериева М.А. Особенности действия применения бактериальных удобрений на продуктивность и биохимические показатели качества клубней при возделывании картофеля в условиях Северного Кавказа. *Вестник АПК Ставрополья*. 2016; (3): 156–159. <https://elibrary.ru/xccfjd>
11. Новиков М.Н., Баринov В.Н. Эффективность комплексного минерального удобрения марки «Фло Витал» при возделывании картофеля на легких почвах Нечерноземной зоны. *Владимирский земледелец*. 2022; (1): 25–28. <https://doi.org/10.24412/2225-2584-2022-1-25-28>

ОБ АВТОРАХ

Елена Александровна Прищепенко, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель института niixp2@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-9068-3014>

Руфина Ринатовна Сафина, младший научный сотрудник rufina.masnavieva.63@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-8267-2016>

Нурвиль Энгелевич Гарипов, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник niixp2@mail.ru

Татарский НИИ агрохимии и почвоведения — обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский Научный Центр Российской академии наук», Оренбургский тракт, 20А, Казань, 420059, Россия

REFERENCES

1. Zhevora S.V., Anisimov B.V., Simakov E.A., Oves E.V., Zebrin S.N. Potato: problems and prospects. *Potato and vegetables*. 2019; (7): 2–7 (In Russian). <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.89.92.006>
2. Simakov E.A., Anisimov B.V., Zhevora S.V., Mityushkin A.V., Zhuravlev A.A., Zebrin S.N. Potato growing in Russia: current state and prospects under new conditions. *Potato and vegetables*. 2022; (4): 3–6 (In Russian). <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.80.38.001>
3. Ferreira D.M., Rebouças T.N.H., Ferraz-Almeida R., Porto J.S., Oliveira R.C., Luz J.M.Q. Organomineral fertilizer as an alternative for increasing potato yield and quality. *Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering*. 2021; 26(4): 306–312. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n4p306-312>
4. Pashkova G.I., Kuzminykh A.N., Savitseva A. Influence of organomineral fertilizers on potato productivity. *Actual issues of improving the technology of production and processing of agricultural products. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Yoshkar-Ola. 2018; (20): 108–110 (In Russian). <https://elibrary.ru/yibgff>
5. Lyubimskaya I.G., Kuznetsov S.S. Influence of various doses of organomineral fertilizer on yield of seed potatoes. *Vladimir agriculturalist*. 2018; (3): 15–19 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2018-00023>
6. Smirnova A.S., Kuzmina N.V. The use of organomineral fertilizers in the cultivation of potatoes. *Studencheskaya nauka i XXI vek*. 2019; (1): 126–128 (In Russian). <https://elibrary.ru/grcrcg>
7. Moiseev A.A., Nketso T.H., Narushev V.B., Eskov I.D. Fertilizers as an effective method of increasing the resistance of potatoes to diseases in the conditions of the steppe Volga region. *Agrarian Scientific Journal*. 2020; (4): 31–36 (In Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i4pp31-36>
8. Aleksanyan V., Mirzoyan M., Galstyan S., Sargsyan A., Galstyan M. Effect of organomineral fertilizers and growth promoters in potato seedlings in the foothills of the Republic of Artsakh. *The Scientific Heritage*. 2023; (107): 4–8. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7672838>
9. Terekhina O.N., Vinogradov D.V. The quality of potato tubers when using biologicals. *Herald of Ryzan state agrotechnological university named after P.A. Kostychev*. 2019; (1): 155–159 (In Russian). <https://elibrary.ru/buenlu>
10. Gerieva F.T. Basiev S.S., Gerieva M.A. Features of action of use of bacterial fertilizers on efficiency and biochemical indicators of quality of tubers at cultivation of potatoes in the conditions of the North Caucasus. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*. 2016; (3): 156–159 (In Russian). <https://elibrary.ru/xccfjd>
11. Novikov M.N., Barinov V.N. Efficiency of complex mineral fertilizer “Flo Vital” in potatoes growing on light soils of Non-Black soil zone. *Vladimir agriculturalist*. 2022; (1): 25–28 (In Russian). <https://doi.org/10.24412/2225-2584-2022-1-25-28>

ABOUT THE AUTHORS

Elena Alexandrovna Prishchepenko, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Institute niixp2@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-9068-3014>

Rufina Rinatovna Safina, Junior Researcher rufina.masnavieva.63@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-8267-2016>

Nurvil Engelevich Garipov, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher niixp2@mail.ru

Tatar Research Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science — Subdivision of the Federal Research Center Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 20A Orenburg Tract, Kazan, 420059, Russia

А. С. Зейналов ✉

Д. С. Орел

Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства (ФНЦ садоводства), Москва, Россия

✉ adzejnalov@yandex.ru

Поступила в редакцию:

24.03.2023

Одобрена после рецензирования:

30.10.2023

Принята к публикации:

13.11.2023

Research article

 creative commons

Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-102-106

Adalet S. Zeynalov ✉

Daria S. Orel

Federal State Budgetary Scientific Organization, Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russia

✉ adzejnalov@yandex.ru

Received by the editorial office:

24.03.2023

Accepted in revised:

30.10.2023

Accepted for publication:

13.11.2023

Некоторые особенности биоэкологии яблонной плодовой моли *Cydia pomonella* L. в условиях Московской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. *Cydia pomonella* L. (*Lepidoptera: Tortricidae*) является доминантным вредителем, ежегодно наносит существенный ущерб урожаю яблони. Без подробного изучения биоэкологических особенностей развития фитофага в конкретных зонах исследования, претерпевших заметные изменения под влиянием глобального потепления, невозможно разработать эффективную систему защиты растений от него и обеспечить их экологическую безопасность.

Методы. Объект исследований — *C. pomonella*. При изучении возрастной градации и сроков нахождения гусениц в опавших плодах использовали общепринятые и оригинальные методы, ширину головной капсулы гусениц измеряли под стереоскопическим микроскопом МБС-10, используя окуляры с микроскопическими линейками. Изучение влияния фотопериода на поведение *C. pomonella* в условиях короткого дня проводилось в лаборатории в специальных контейнерах при естественном освещении и комнатной температуре (около 21 °С).

Результаты. Исследования показали, что не все гусеницы *C. pomonella* покидают опавшие плоды максимум в течение одних суток. Через три дня отбора и анализа опавших поврежденных плодов в 34,6–35,5% из них обнаруживались гусеницы: 18,3–28,3% — V возраста, 18,3–30,2% — IV возраста, 28,3–47,9% — III возраста, 13,2–14,1% — II возраста, 1,4% — I возраста. В лаборатории в условиях короткого дня (соответственно по годам исследований) в течение октября — ноября вылетели 20–21,4% бабочек от числа гусениц последнего возраста, не успевших образовать коконы в полевых условиях.

Ключевые слова: *Cydia pomonella* L., биоэкология, фотопериод, гусеницы, ширина головной капсулы

Для цитирования: Зейналов А.С., Орел Д.С. Некоторые особенности биоэкологии яблонной плодовой моли *Cydia pomonella* L. в условиях Московской области. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 102–106. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-102-106>

© Зейналов А.С., Орел Д.С.

Some features of the bioecology of the apple moth *Cydia pomonella* L. in the conditions of the Moscow region

ABSTRACT

Relevance. *Cydia pomonella* L. (*Lepidoptera: Tortricidae*) is a dominant pest that annually causes significant damage to apple crops. Without a detailed study of the bioecological features of the development of the phytophage in specific study areas, which have undergone noticeable changes under the influence of global warming, it is impossible to build an effective protection system and ensure their environmental safety.

Methods. The object of research is *C. pomonella*. When studying the age gradation and timing of the presence of caterpillars in fallen fruits, conventional and original methods were used; the width of the caterpillar head capsule was measured under an MBS-10 stereoscopic microscope using eyepieces with microscopic rulers. The study of the influence of the photoperiod on the behavior of *C. pomonella* under short day conditions was carried out in the laboratory in special containers, under natural light and at room temperature (about 21 °C).

Results. Studies have shown that not all *C. pomonella* caterpillars leave fallen fruits within a maximum of one day. After three days of selection and analysis of fallen damaged fruits, caterpillars were found in 34.6–35.5% of them: 18.3–28.3% — age V, 18.3–30.2% — age IV, 28.3–47.9% — III age, 13.2–14.1% — II age, 1.4% — I age. In the laboratory, under short day conditions, according to the years of research, during October — November, 20–21.4% of butterflies flew out of the number of caterpillars of the last age that did not have time to form cocoons in the field.

Key words: *Cydia pomonella* L., bioecology, photoperiod, caterpillars, head capsule width

For citation: Zeynalov A.S., Orel D.S. Some features of the bioecology of the apple moth *Cydia pomonella* L. in the conditions of the Moscow region. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 102–106 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-102-106>

© Zeynalov A.S., Orel D.S.

Введение/Introduction

Под влиянием эволюционных процессов со временем происходят метаморфозы в особенностях биоэкологического развития живых организмов, являющихся компонентами отдельных биоценозов. Они хорошо заметны на фоне изменения климата, ареала видов, отдельных их популяций, приспосабливающихся и пытающихся адаптироваться к новым условиям среды обитания [1–3]. Плодожорка *Cydia pomonella* L. (*Lepidoptera: Tortricidae*) в этом плане не исключение и как доминантный вредитель яблони, самой распространенной плодовой культуры не только в Московской области, но и во всей России, заслуживает пристального внимания.

В связи с глобальным потеплением разрабатывались разные прогностические модели, предусматривающие возможные сценарии развития *C. pomonella* — увеличения количества поколений, удлинения периода нанесения вреда, возрастания вредоносности, имеющие существенное значение для разработки эффективных защитных мероприятий [4, 5]. Однако прогностические модели как теоретические предположения подчеркивают тенденцию развития, но не отвечают на конкретные вопросы, связанные с фактической ситуацией в каждой зоне, точными рекомендациями для решения специфических проблем [6, 7]. Изменения в фенологии, динамики и продолжительности лёта, увеличения вредоносности *C. pomonella* в последние годы подробно изучаются [8–10], в том числе и нами [11, 12]. Однако относительно биоэкологии до сих пор остались малоизученные вопросы, которые могут играть важную роль при оценке потенциальной и фактической опасности вредителя, разработке экологически безопасных, в том числе биологических, методов борьбы.

Цель исследований — сформулировать биоэкологические особенности развития *Cydia pomonella* L. в условиях Московской области.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проведены в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства» (ФГБНУ ФНЦ садоводства) в 2021–2022 гг., в лаборатории защиты растений.

Для определения возрастной градации и длительности нахождения гусениц плодовой жорки *C. pomonella* в падалице опавшие поврежденные плоды помечали за три дня до их сбора, осмотра и анализа в лабораторных условиях. По истечении указанного времени гусениц извлекали из собранных плодов (падалицы) и измеряли ширину их головной капсулы под стереоскопическим микроскопом МБС-10 (ОАО «Лыткаринский завод оптического стекла», Россия), используя окуляры с микрометрическими линейками [13, 14]. В контрольном варианте поврежденные плоды, не нарушая их целостности, помещали в мелкоячеистую сетку и в лабораторных условиях отслеживали процесс выхода гусениц из плодов и образования ими коконов. Полученные результаты обрабатывали на персональном компьютере с помощью программы MS Excel (США).

При изучении влияния фотопериода на поведение *C. pomonella* в условиях короткого дня гусениц, проникших в ловчие пояса в течение сентября, переносили в лабораторию, держали в специальных контейнерах в условиях естественного освещения при комнатной температуре (около 21°C).

Для оценки возможности недокормившихся гусениц плодовой жорки продержаться некоторое время без питания помещали их в чашки Петри на увлажненную фильтровальную бумагу и наблюдали в течение двух недель (общее количество гусениц в опыте — 50). При изучении влияния затопления на выживаемость гусениц *C. pomonella* собирали последних в мелкоячеистую капроновую сетку, завернутую в трубку, закрывали с двух сторон и, повесив небольшой груз, опускали под слой воды высотой 5 см (общее количество гусениц в опыте — 48).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

До настоящего времени в разных научных трудах отмечалось, что после опадения плода на землю гусеницы яблонной плодовой жорки покидают его за несколько часов или максимум в течение одних суток [15, 16]. Это положение было принято, и в дальнейшем специальные исследования в этом направлении не проводились. Однако оставались некоторые сомнения, так как плоды в разных обстоятельствах могли падать и до окончания периода кормления гусениц.

Исследования показали, что в опавших плодах обнаруживаются не всегда взрослые гусеницы, готовые плести кокон, в которых они окукливаются или уходят на зимнюю диапаузу, а гусеницы разного возраста, продолжающие питание и развитие, — не покидая плода до достижения последнего возраста. Плоды в течение указанного времени покидают только откормившиеся гусеницы.

В 2021 году из падалицы было отобрано 150 поврежденных плодов, помеченных за три дня до отбора. При вскрытии их в лабораторных условиях 53 плода оказались с гусеницами, что составило 34,6% от общего количества отобранных поврежденных плодов (рис. 1, табл. 1). Измерение ширины головной капсулы гусениц

Рис. 1. Гусеницы *C. pomonella*, извлеченные из поврежденных плодов падалицы для уточнения возраста: а — 2021 г., б — 2022 г.

Fig. 1. Caterpillars of *C. pomonella* extracted from damaged carrier fruits to clarify the age: a — 2021, b — 2022

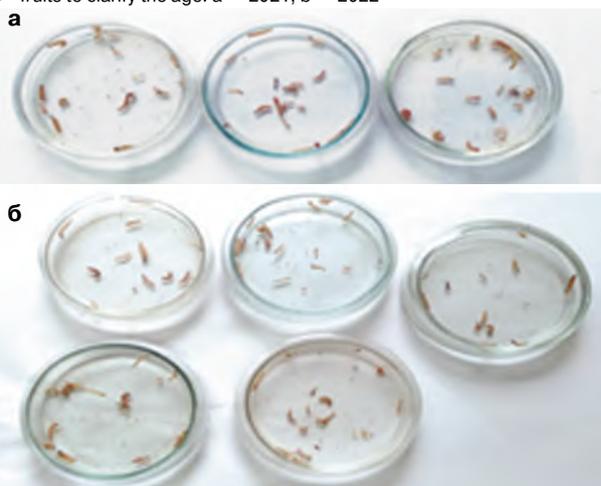


Таблица 1. Возрастная градация гусениц *C. pomonella*, извлеченных из опавших плодов (падалицы), 28.07.2021

Table 1. Age gradation of *C. pomonella* caterpillars extracted from fallen fruits (from carrion), 07/28/2021

№ п/п	Размер головной капсулы гусениц, мм	Возраст гусениц	Количество гусениц	% соотношения к общему количеству
1	1,6 ± 0,12	V	15	28,3
2	1,2 ± 0,1	IV	16	30,2
3	0,9 ± 0,05	III	15	28,3
4	0,5 ± 0,11	II	7	13,2
Всего	–	–	53	100

показало, что только 28,3% этих гусениц были V (последнего) возраста (могли перейти в последний возраст после опадения плода), 30,2% — IV возраста, 28,3% — III возраста, 13,2% — II возраста. В 2021 г. в опавших плодах гусениц I возраста не обнаружили; если даже они были, могли за три дня линять и перейти во II возраст.

В 2022 году были отобраны 200 поврежденных плодов, в 71 из них (35,5%) были обнаружены гусеницы разных возрастов. По 18,3% — V и IV возрастов, 47,9% — III возраста, 14,1% — II возраста, 1,4% — I возраста (табл. 2).

Следует отметить, что в контрольном варианте плоды покидали только гусеницы, достигшие последнего возраста. Установленные особенности развития яблонной плодовой гусеницы имеют важное значение для борьбы с ней, в том числе с применением экологически безопасных и биологических методов. В данном случае периодическое своевременное удаление из сада поврежденных опавших плодов не только способствовало бы снижению вредоносности следующих поколений, но и зимующего запаса вредителя, то есть потенциальной угрозы урожаю следующего года. При этом также открывается возможность уничтожения вредителя путем применения энтомопатогенных нематод не только в почве или уходящих в почву для коконирования гусениц, но и гусениц в опавших плодах.

Учитывая скрытость образа жизни и устойчивость гусеницы яблонной плодовой гусеницы к разным экстремальным условиям, что приводится ниже, указанные мероприятия могут быть полезными для повышения эффективности комплекса защитных мероприятий. В частности, установлено, что гусеницы *C. pomonella* средних возрастов способны продержаться без питания в течение длительного времени, что повышает их выживаемость в случае необходимости поиска другого плода для питания и завершения развития (из 50 гусениц III и IV возрастов, содержащихся в чашках Петри, по истечении двух недель не погибла ни одна). Гусеницы хорошо переносят затопления, что не редкость в среде их обитания в период диапаузы. Содержащиеся под водой в течение недели гусеницы через некоторое время (от нескольких минут до часа и больше) после извлечения восстанавливают активность.

В течение двух лет в лабораторных условиях мы также изучали реакцию откормившихся гусениц, обнаруженных в ловчих поясах в сентябре, на длину светового дня при комнатной температуре и естественном освещении. Результаты опыта в 2021 г. показали, что часть гусениц окуклились и с 1 по 22 ноября вылетели 6 бабочек, то есть 20% от их общего количества (табл. 3).

В 2022 году обнаруженных в ловчих поясах в конце сентября гусениц *C. pomonella* поделили на две категории (группы): 1-я — гусеницы, уже образовавшие коконы; 2-я — гусеницы, еще не образовавшие коконы, недавно закончившие питание и проникшие в ловчие пояса. Как показали наблюдения, в октябре и ноябре окуклились и вылетели бабочки яблонной плодовой гусеницы только из 2-й группы, которые к моменту их обнаружения в ловчих поясах еще не успели образовать коконы, — 21,4% от их общего количества (табл. 4).

По литературным данным, подготовка гусениц к зимней диапаузе — достаточно сложный процесс [17–19], которая сопровождается различными физиологическими изменениями в организме, образованием различных веществ, изменением их соотношения и т. д. [20, 21]. Видимо, гусеницы, образовавшие коконы в естественных условиях холодной осени, сразу запускают процесс

Таблица 2. Возрастная градация гусениц *C. pomonella*, извлеченных из опавших плодов (падалицы), 04.08.2022

Table 2. Age gradation of *C. pomonella* caterpillars extracted from fallen fruits (from carrion), 08/04/2022

№ п/п	Размер головной капсулы гусениц, мм	Возраст гусениц	Количество гусениц	% соотношения к общему количеству
1	1,57 ± 0,11	V	13	18,3
2	1,17 ± 0,12	IV	13	18,3
3	0,85 ± 0,07	III	34	47,9
4	0,48 ± 0,1	II	10	14,1
5	0,32	I	1	1,4
Всего	–	–	71	100

Таблица 3. Количество бабочек *C. pomonella*, вылетевших в условиях лаборатории, при комнатной температуре и коротком дне (2021 г.)

Table 3. The number of *C. pomonella* butterflies hatched under laboratory conditions, at room temperature and short day (2021)

№ сосудов	Количество гусениц, уходящих на коконирование	Количество вылетевших бабочек (01.11–22.11.2021)	% коконов, из которых вылетели бабочки
1	10	2	20
2	10	1	10
3	10	3	30
Всего	30	6	20

Таблица 4. Количество бабочек *C. pomonella*, вылетевших в условиях лаборатории, при комнатной температуре и коротком дне (октябрь — ноябрь)

Table 4. The number of *C. pomonella* butterflies hatched under laboratory conditions, at room temperature and short days (October — November)

Категория (группа) гусениц	Количество, экз.	% от общего количества	Количество вылетевших бабочек, экз.	% вылетевших бабочек
Всего	50	100	3	6
Образовавшие коконы в ловчих поясах	36	72	–	–
Не образовавшие коконы в ловчих поясах	14	28	3	21,4

подготовки к зимней диапаузе. Гусеницы, не успевшие образовать коконы, попадая в стабильно высокие (оптимальные для их развития) условия температуры, определяются как в летний период (независимо от продолжительности светового дня, то есть фотопериода).

Вылет бабочек при оптимальной для вредителя температуре в этот период, независимо от соотношения продолжительности дня и ночи (фотопериода), свидетельствует о том, что изменение климата (потепление) создает благоприятные условия для развития и увеличения численности второго поколения *C. pomonella* в условиях Московской области, что фактически было зафиксировано в наших предыдущих исследованиях [11, 12, 22]. В связи с этим необходимы подробный анализ и изменения стратегии и тактики борьбы с плодовой гусеницей с учетом степени вредоносности 2-го поколения в данном регионе, экологизации и биологизации защитных мероприятий, так как период лёта 2-го поколения в основном совпадает с периодом сбора урожая сортов разных сроков созревания. Учитывая, что причиняемый *C. pomonella* ущерб весьма значительный (от 60 до 95% [23], а по некоторым данным, до 100% урожая [24]), решение этого вопроса является одним из первоочередных при выращивании яблони.

Выводы/Conclusion

Установлено, что не все гусеницы яблонной плодовой гусеницы покидают опавшие поврежденные плоды в течение максимум одних суток. В 34,6–35,5% отобранных

как минимум через трое суток после опадения поврежденных плодов обнаруживаются гусеницы разных возрастов — от I до V. Плоды в течение нескольких часов покидают только откормившиеся гусеницы последнего возраста.

При высокой, оптимальной для развития гусениц температуре воздуха, независимо от фотопериода (в условиях короткого дня), в лабораторных условиях окукливаются от 20 до 21,4% взрослых гусениц и вылетают бабочки яблонной плодожорки. Указанная особенность

биоэкологии способствует появлению многочисленного 2-го поколения *C. pomonella* в условиях Московской области.

Гусеницы *C. pomonella* демонстрируют высокую устойчивость к экстремальным условиям: выдерживают затопление водой слоем не менее 5 см как минимум в течение недели (выживаемость — 100%), а также гусеницы III–IV возрастов — голодание как минимум в течение двух недель (выживаемость — 100%).

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены в рамках реализации государственного задания Федерального научного селекционно-технологического центра садоводства и питомниководства № 0432-2021-0002 «Изучить особенности биоэкологии и вредоносности опасных вредителей и болезней плодовых и ягодных культур, усовершенствовать системы диагностики и разработать комплексные экологизированные системы оздоровления и защитных мероприятий для садовых агроценозов».

FUNDING

The research was carried out as part of the implementation of the state task of the Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery No. 0432-2021-0002 "To study the features of bioecology and the harmfulness of dangerous pests and diseases of fruit and berry crops, improve diagnostic systems and develop integrated eco-friendly systems of rehabilitation and protective measures for horticultural agroecosystems."

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Cahill A.E. *et al.* Causes of warm-edge range limits: systematic review, proximate factors and implications for climate change. *Journal of Biogeography*. 2014; 41(3): 429–442. <https://doi.org/10.1111/jbi.1223>
- Инсаров Г.Э. и др. Природные экосистемы суши. Семенов С.М. (ред.). Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. М.: Росгидромет. 2012; 190–265. ISBN 978-5-904206-10-9
- Суховеева О.Э. Изменения климатических условий и агроклиматических ресурсов в центральном районе Нечерноземной зоны. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*. 2016; (4): 41–49. <https://elibrary.ru/xgrgnj>
- Kührt U., Samietz J., Höhn H., Dorn S. Modelling the phenology of codling moth: Influence of habitat and thermoregulation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2006; 117(1): 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.03.003>
- Juszczak R., Kuchar L., Leśny J., Olejnik J. Climate change impact on development rates of the codling moth (*Cydia pomonella* L.) in the Wielkopolska region, Poland. *International Journal of Biometeorology*. 2013; 57(1): 31–44. <https://doi.org/10.1007/s00484-012-0531-0>
- Varovič J., Svobodová E., Eliašová M., Kollár J., Šiška B. Model estimation of potential infestation pressure of Codling Moth (*Cydia pomonella*) in condition of changing climate in Slovakia. *Mendel and Bioclimatology. International Conference*. Brno: Mendel Museum. 2014; 556–565.
- Graf B., Höhn H., Höpli H.U., Kuske S. Predicting the phenology of codling moth, *Cydia pomonella*, for sustainable pest management in Swiss apple orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2018; 166(8): 618–627. <https://doi.org/10.1111/eea.12717>
- Roşu-Mareş S., Şofron A., Moldovan C. Preliminary results on the changes in the flight dynamic of *Cydia pomonella* (L.) in North-Eastern Transylvania, under the influence of climate change. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. 2020; 64(1): 183–185.
- Danelski W., Kruczyńska D., Bielicki P., Rozpara E. Variation in damage levels by codling moth to ten apple cultivars in an organic orchard in Poland. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2017; 41(2): 121–126. <https://doi.org/10.3906/tar-1612-76>
- Kutinkova H., Dzhuvinov V., Platon I., Roşu-Mareş S. Field Monitoring of Codling Moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), by Pheromone Traps in Bulgaria and Romania. *ISHS Acta Horticulturae*. 2009; 825: 371–376. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.825.58>
- Зейналов А.С. Наиболее опасные вредные организмы садовых культур и основные направления концепции современных методов их контроля. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2019; 56: 124–132. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-56-124-132>
- Зейналов А.С., Орел Д.С. Изменение видового состава, биоэкологии и вредоносности основных фитофагов яблони в Центральном районе Нечерноземной зоны России под влиянием климатических факторов. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021; 16(1): 15–21. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-15-21>
- Weitzner P., Whalon M.E. Head Capsule Widths as an Indicator of the Larval Instar of Codling Moth (Lepidoptera: Olethreutidae). *The Great Lakes Entomologist*. 1987; 20(3): 147–150. <https://doi.org/10.22543/0090-0222.1613>
- Kuyulu A., Genç H. Biology and Laboratory Rearing of Codling Moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) on Its Natural Host "Green Immature Apple" *Malus domestica* (Borkh) (Rosales: Rosaceae). *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*. 2019; 6(3): 546–556. <https://doi.org/10.30910/turkjans.595382>

REFERENCES

- Cahill A.E. *et al.* Causes of warm-edge range limits: systematic review, proximate factors and implications for climate change. *Journal of Biogeography*. 2014; 41(3): 429–442. <https://doi.org/10.1111/jbi.1223>
- Insarov G.E. *et al.* Natural terrestrial ecosystems. Semenov S.M. (ed.). Methods for assessing the effects of climate change on physical and biological systems. Moscow: Roshydromet. 2012; 190–265 (In Russian). ISBN 978-5-904206-10-9
- Sukhovееva O.E. Changes of climatic conditions and agroclimatic recourses in Central Non-Black Soil zone. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*. 2016; (4): 41–49 (In Russian). <https://elibrary.ru/xgrgnj>
- Kührt U., Samietz J., Höhn H., Dorn S. Modelling the phenology of codling moth: Influence of habitat and thermoregulation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2006; 117(1): 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.03.003>
- Juszczak R., Kuchar L., Leśny J., Olejnik J. Climate change impact on development rates of the codling moth (*Cydia pomonella* L.) in the Wielkopolska region, Poland. *International Journal of Biometeorology*. 2013; 57(1): 31–44. <https://doi.org/10.1007/s00484-012-0531-0>
- Varovič J., Svobodová E., Eliašová M., Kollár J., Šiška B. Model estimation of potential infestation pressure of Codling Moth (*Cydia pomonella*) in condition of changing climate in Slovakia. *Mendel and Bioclimatology. International Conference*. Brno: Mendel Museum. 2014; 556–565.
- Graf B., Höhn H., Höpli H.U., Kuske S. Predicting the phenology of codling moth, *Cydia pomonella*, for sustainable pest management in Swiss apple orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2018; 166(8): 618–627. <https://doi.org/10.1111/eea.12717>
- Roşu-Mareş S., Şofron A., Moldovan C. Preliminary results on the changes in the flight dynamic of *Cydia pomonella* (L.) in North-Eastern Transylvania, under the influence of climate change. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. 2020; 64(1): 183–185.
- Danelski W., Kruczyńska D., Bielicki P., Rozpara E. Variation in damage levels by codling moth to ten apple cultivars in an organic orchard in Poland. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2017; 41(2): 121–126. <https://doi.org/10.3906/tar-1612-76>
- Kutinkova H., Dzhuvinov V., Platon I., Roşu-Mareş S. Field Monitoring of Codling Moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), by Pheromone Traps in Bulgaria and Romania. *ISHS Acta Horticulturae*. 2009; 825: 371–376. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.825.58>
- Zeynalov A.S. The most dangerous harmful organisms of horticultural cultures and main directions of the concept of modern methods of their control. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2019; 56: 124–132 (In Russian). <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-56-124-132>
- Zeynalov A.S., Orel D.S. Change in species composition, bioecology and harmfulness of main applan phytophages in the Central region of the Non-Black Earth zone of Russia under the influence of climate factors. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2021; 16(1): 15–21 (In Russian). <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-15-21>
- Weitzner P., Whalon M.E. Head Capsule Widths as an Indicator of the Larval Instar of Codling Moth (Lepidoptera: Olethreutidae). *The Great Lakes Entomologist*. 1987; 20(3): 147–150. <https://doi.org/10.22543/0090-0222.1613>
- Kuyulu A., Genç H. Biology and Laboratory Rearing of Codling Moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) on Its Natural Host "Green Immature Apple" *Malus domestica* (Borkh) (Rosales: Rosaceae). *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*. 2019; 6(3): 546–556. <https://doi.org/10.30910/turkjans.595382>

15. Васильев В.П., Лившиц И.З. Вредители плодовых культур. М.: Колос. 1984; 399.
16. Митюшев И.М. Биоэкологическое обоснование мониторинга основных вредителей яблони в Центральном регионе России. Автореф. дисс. на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Москва. 2006; 20. <https://elibrary.ru/njxae>
17. Rozsypal J., Košťál V., Zahradníčková H., Šimek P. Overwintering Strategy and Mechanisms of Cold Tolerance in the Codling Moth (*Cydia pomonella*). *PLoS ONE*. 2013; 8(4): e61745. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061745>
18. Steinberg S., Podoler H., Applebaum S.W. Diapause induction in the codling moth, *Cydia pomonella*: effect of prediapause temperatures. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 1992; 62(2): 131–137. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1992.tb00652.x>
19. Neven L.G. Effects of Short Photoperiod on Codling Moth Diapause and Survival. *Journal of Economic Entomology*. 2013; 106(1): 520–523. <https://doi.org/10.1603/EC12366>
20. Willett M.J., Neven L., Miller C.E. The Occurrence of Codling Moth in Low Latitude Countries: Validation of Pest Distribution Reports. *HortTechnology*. 2009; 19(3): 633–637. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.19.3.633>
21. Howell J.F., Neven L.G. Physiological Development Time and Zero Development Temperature of the Codling Moth (*Lepidoptera: Tortricidae*). *Environmental Entomology*. 2000; 29(4): 766–772. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-29.4.766>
22. Зейналов А.С. Влияние глобального потепления на биоэкологические особенности развития плодовых в Центрально-Черноземной зоне России. Защита растений от вредных организмов. Материалы IX Международной научно-практической конференции. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет. 2019; 97–99. <https://elibrary.ru/vddfem>
23. Sæthre M.-G., Hofsvang T. Effect of Temperature on Oviposition Behavior, Fecundity, and Fertility in Two Northern European Populations of the Codling Moth (*Lepidoptera: Tortricidae*). *Environmental Entomology*. 2002; 31(5): 804–815. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-31.5.804>
24. Mamay M., Yanik E. Determination of Population Development and Infestation Rates of Codling Moth [*Cydia pomonella* (L.) (*Lepidoptera: Tortricidae*)] by Using Different Sampling Methods in Şanlıurfa Province. *Journal of Agricultural Sciences*. 2013; 19(2): 113–120.
15. Vasilev V.P., Livshits I.Z. Pests of fruit crops. Moscow: Kolos. 1984; 399 (In Russian).
16. Mityushev I.M. Bioecological justification of monitoring of the main pests of apple trees in the Central region of Russia. Autoref. diss. for the degree of Candidate of Biological Sciences. Moscow. 2006; 20 (In Russian). <https://elibrary.ru/njxae>
17. Rozsypal J., Košťál V., Zahradníčková H., Šimek P. Overwintering Strategy and Mechanisms of Cold Tolerance in the Codling Moth (*Cydia pomonella*). *PLoS ONE*. 2013; 8(4): e61745. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061745>
18. Steinberg S., Podoler H., Applebaum S.W. Diapause induction in the codling moth, *Cydia pomonella*: effect of prediapause temperatures. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 1992; 62(2): 131–137. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1992.tb00652.x>
19. Neven L.G. Effects of Short Photoperiod on Codling Moth Diapause and Survival. *Journal of Economic Entomology*. 2013; 106(1): 520–523. <https://doi.org/10.1603/EC12366>
20. Willett M.J., Neven L., Miller C.E. The Occurrence of Codling Moth in Low Latitude Countries: Validation of Pest Distribution Reports. *HortTechnology*. 2009; 19(3): 633–637. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.19.3.633>
21. Howell J.F., Neven L.G. Physiological Development Time and Zero Development Temperature of the Codling Moth (*Lepidoptera: Tortricidae*). *Environmental Entomology*. 2000; 29(4): 766–772. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-29.4.766>
22. Zeynalov A.S. The influence of global warming on the bioecological features of the development of codling moths in the Central Non-Chernozem zone of Russia. *Protection of plants from harmful organisms. Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University. 2019; 97–99 (In Russian). <https://elibrary.ru/vddfem>
23. Sæthre M.-G., Hofsvang T. Effect of Temperature on Oviposition Behavior, Fecundity, and Fertility in Two Northern European Populations of the Codling Moth (*Lepidoptera: Tortricidae*). *Environmental Entomology*. 2002; 31(5): 804–815. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-31.5.804>
24. Mamay M., Yanik E. Determination of Population Development and Infestation Rates of Codling Moth [*Cydia pomonella* (L.) (*Lepidoptera: Tortricidae*)] by Using Different Sampling Methods in Şanlıurfa Province. *Journal of Agricultural Sciences*. 2013; 19(2): 113–120.

ОБ АВТОРАХ

Адалет Сехраб оглы Зейналов,
доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник
adzejnalov@yandex.ru
orcid.org/0000-0001-5519-2837

Дарья Сергеевна Орел,
аспирант
dasha_orel@list.ru

Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, ул. Загорьевская, 4, Москва, 115598, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Adalet Sehrab oglu Zeynalov,
Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher
adzejnalov@yandex.ru
orcid.org/0000-0001-5519-2837

Daria Sergeevna Orel,
Graduate Student
dasha_orel@list.ru

Federal Scientific Breeding and Technological Center of Horticulture and Nursery, 4 Zagoryevskaya Str., Moscow, 115598, Russia

УДК 634.11:631.52

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-107-111

Г.Е. Осипов ✉

Н.В. Петрова

А.А. Карпова

Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение ФГБУ науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»», Казань, Россия

✉ osipovge@mail.ru

Поступила в редакцию:
13.06.2023

Одобрена после рецензирования:
30.10.2023

Принята к публикации:
13.11.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-107-111

Gennady E. Osipov ✉

Natalia V. Petrova

Anna A. Karpova

Tatar Scientific Research Institute of Agriculture is a separate structural subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science Federal Research Center Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Kazan, Russia

✉ osipovge@mail.ru

Received by the editorial office:
13.06.2023

Accepted in revised:
30.10.2023

Accepted for publication:
13.11.2023

Биологические и хозяйственные особенности нового сорта яблони Ренет Поволжья

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Республика Татарстан находится в зоне рискованного плодоводства. Зимой здесь нередки морозы ниже -35°C , оттепели, весной во время цветения — заморозки, в летний период — жаркая и сухая погода. В благоприятные вегетационные периоды широкое распространение получают: болезни — парша, монилиоз; вредители — цветоеды, тли, плодожорки. Все эти факторы отрицательно влияют на урожайность и качество плодов сортов яблони. Для увеличения производства плодов яблони в Республике Татарстан необходимы новые урожайные, адаптивные к абиотическим и биотическим стрессорам сорта яблони, с плодами хорошего вкуса, высокого содержания питательных и биологически активных веществ, продолжительной лежкости.

Методы. Цель исследований — биологическая и хозяйственная оценка нового сорта яблони Ренет Поволжья в условиях Республики Татарстан. Зимостойкость, продуктивность, урожайность, поражаемость сортов яблони паршой, повреждаемость тлей, вкус плодов, экономическую эффективность оценивали по методике Всероссийского НИИ селекции плодовых культур.

Результаты. В среднем за 2019–2022 гг. у нового сорта яблони Ренет Поволжья общая степень подмерзания составила 1,3 балла, сила цветения — 3 балла, поражение листьев паршой — 2,3 балла, повреждение листьев тлей — 2,6 балла, продуктивность — 12,9 кг, урожайность — 5,2 т/га, вкус плодов — 4,3 балла, прибыль с 1 га сада — 7,4 тыс. руб., уровень рентабельности — 10,5%. У стандартного сорта яблони Антоновка обыкновенная общая степень подмерзания была 1,3 балла, сила цветения — 2,6 балла, поражение листьев паршой — 2,3 балла, повреждение листьев тлей — 2,9 балла, продуктивность — 10,3 кг, урожайность — 4,1 т/га, вкус плодов — 3,9 балла.

Ключевые слова: сорт, яблоня домашняя (*Malus domestica Borkh.*), зимостойкость, поражаемость, парша, повреждаемость, тля, продуктивность, урожайность

Для цитирования: Осипов Г.Е., Петрова Н.В., Карпова А.А. Биологические и хозяйственные особенности нового сорта яблони Ренет Поволжья. *Аграрная наука.* 2023; 376(11): 107–111. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-107-111>

© Осипов Г.Е., Петрова Н.В., Карпова А.А.

Biological and economic features of the new apple variety Renet Povolzhya

ABSTRACT

Relevance. The Republic of Tatarstan is located in the zone of risky fruit growing. In winter, frosts below -35°C , thaws are not uncommon here, in spring during flowering — frosts, in summer — hot and dry weather. During the growing season, diseases are widespread — scab, moniliosis, pests — flower beetles, aphids, codling moths. All these factors negatively affect the yield and quality of fruits of apple varieties. To increase the production of apple fruits in the Republic of Tatarstan, new high-yielding varieties of apple trees, adaptive to abiotic and biotic stressors, with fruits of good taste, high content of nutrients and biologically active substances, and long shelf life, are needed.

Methods. The purpose of the research is the biological and economic evaluation of the new apple variety Renet Povolzhya in the conditions of the Republic of Tatarstan. Winter hardiness, productivity, yield, scab susceptibility of apple varieties, damage by aphids, fruit taste and economic efficiency were evaluated according to the methodology of the All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding.

Results. Average for 2019–2022 in the new apple variety Renet Povolzhya, the total degree of freezing was 1.3 points, flowering strength — 3 points, leaf damage by scab — 2.3 points, leaf damage by aphids — 2.6 points, productivity — 12.9 kg, yield — 5, 2 t/ha, fruit taste — 4.3 points, profit per 1 ha of orchard — 7.4 thousand rubles, profitability level — 10.5%. In the standard apple variety Antonovka ordinary, the total degree of freezing was 1.3 points, flowering strength — 2.6 points, leaf damage by scab — 2.3 points, leaf damage by aphids — 2.9 points, productivity — 10.3 kg, yield — 4.1 t/ha, fruit taste — 3.9 points.

Key words: variety, domestic apple tree (*Malus domestica Borkh.*), winter hardiness, susceptibility, scab, damage, aphid, productivity, yield

For citation: Osipov G.E., Petrova N.V., Karpova A.A. Biological and economic features of the new apple variety Renet Povolzhya. *Agrarian science.* 2023; 376(11): 107–111 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-107-111>

© Osipov G.E., Petrova N.V., Karpova A.A.

Введение/Introduction

Яблоки — самые потребляемые фрукты в мире после цитрусовых, винограда и бананов. Производство яблок в 2020 году составило 86 443 757 т, а основными производителями в мире были Китай, США и Турция [1].

Почвенные, агротехнические и климатические факторы ограничивают повышение урожайности яблонь. Среди них низкие температуры во время распускания почек и периоды цветения могут вызвать потери урожая. Содержание питательных веществ в почве и использование удобрений также являются важными ограничивающими факторами. Слишком большое количество удобрений и высокий уровень питательных веществ в почве уже привели к снижению урожайности в некоторых садах Китая [2].

Урожайность яблонь также зависит от зимостойкости сортов. Зимостойкие сорта яблони, устойчивые к морозам до минус 38–40 °С, были выделены в Оренбургской области: Благая весть, Фермер, Экранное, Отличник, Братчуд (К) [3].

В Орловской области в результате искусственного промораживания (-40 °С) выявлены зимостойкие сорта яблони селекции ВНИИСПК (Августа, Вавиловское, Осиповское, Тургеневское, Яблочный спас) на уровне Антоновки обыкновенной [4].

Вкус плодов яблони зависит от содержания сахаров, кислот и других веществ. В Орловской области в плодах сортов яблони Пепин шафранный содержится 10,82% сахаров, Жигулёвское — 10,80%, Ивановское — 11,78%,

Рис. 1. Сорт яблони Антоновка обыкновенная. Фото автора

Fig. 1. Apple variety Antonovka obiknovennaya. Photo by the author



Рис. 2. Сорт яблони Ренет Поволжья. Фото автора

Fig. 2. Apple variety Renet Povolzhya. Photo by the author



Орловский партизан — 11,81% [5], в Египте в плодах сорта Анна — 9,5% [1]. В Румынии среднее общее содержание титруемой кислотности в плодах 22 сортов яблони составило 0,55% при CV 54,3% [6]. В Египте сорт Анна имеет в своих плодах 0,8% органических кислот [1].

Парша — наиболее вредоносное заболевание яблони. У пораженных паршой деревьев снижаются продуктивность, качество плодов. В условиях средней зоны садоводства России проявили высокую устойчивость к парше (степень поражения 0–1,5 балла) сорта уралосибирской и дальневосточной селекции Амурское урожайное, Алёнушка, Алпек, Алтайский голубок и другие [7]. В Оренбургской области были выделены сорта яблонь, которые слабо поражаются паршой: Солнцедар, Чудное, Свердловчанин, Анис свердловский, Персиянка и другие [8].

Республика Татарстан находится в зоне рискованного плодоводства. Зимой здесь нередки морозы ниже -35 °С, оттепели, весной во время цветения — заморозки, в летний период — жаркая и сухая погода.

В благоприятные вегетационные периоды широкое распространение получают: болезни — парша, монилиоз; вредители — цветоеды, тли, плодожорки. Все эти факторы отрицательно влияют на урожайность и качество плодов сортов яблони.

Для увеличения производства плодов яблони в Республике Татарстан необходимы новые урожайные, адаптивные к абиотическим и биотическим стрессорам сорта яблони, с плодами хорошего вкуса, высоким содержанием питательных и биологически активных веществ, продолжительной лежкостью.

Цель исследований — биологическая и хозяйственная оценка нового сорта яблони Ренет Поволжья в условиях Республики Татарстан.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводились в 2019–2022 гг. в Татарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства — обособленном структурном подразделении ФГБУ науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»» (ОСП ФИЦ КазНЦ РАН).

Сад заложен в 1994–1996 гг. по схеме 6 x 4 м и расположен в юго-западной части Республики Татарстан. Объектами исследований были сорт яблони народной селекции Антоновка обыкновенная (стандарт) (рис. 1) и новый сорт яблони зимнего срока созревания Татарского НИИСХ Ренет Поволжья (рис. 2).

В 2022 году сорт яблони Ренет Поволжья был включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ.

Сорт яблони Ренет Поволжья — сеянец от свободного опыления сорта Ренет Крюднера, зимостойкий, урожайный, в пору плодоношения вступает на 4–5-й год после посадки. Деревья среднерослые (высота до 5 м) с кроной средней густоты. Плоды средней величины, округло-конические, зеленовато-желтые, с небольшим розовым румянцем на солнечной стороне, хорошего вкуса. Сорт районирован в Татарстане, допущен к использованию в Средневолжском регионе.

Сорт яблони Антоновка обыкновенная — народной селекции, зимостойкий, урожайный, начинает плодоносить в саду на 7–8-й год после посадки. Деревья сильнорослые (высота до 7 м) с густой кроной. Плоды выше средней величины, округлые, желтые, сладко-кислые.

Сорт районирован в Татарстане и во многих других регионах России.

Общую степень подмерзания, силу цветения, поражаемость паршой, повреждаемость тлей, продуктивность, урожайность, вкус плодов, экономическую эффективность сортов яблони определяли согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур»¹.

Стоимость продукции определяли в расчете на 1 га. Для этого использовали среднюю урожайность сортов за годы исследований и цену реализации плодов. В полные затраты на 1 га вошли затраты на обработку садов, охрану, сбор плодов, хранение и реализацию. Себестоимость 1 т плодов определяли отношением полных затрат к средней урожайности. Прибыль с 1 га сада — разница между стоимостью продукции и полными затратами. Уровень рентабельности рассчитывали как процентное соотношение прибыли, полученной с 1 га насаждений, и полных затрат².

Статистическую обработку полученных данных провели по Б.А. Доспехову³.

Химические анализы свежих плодов яблони проводили в аналитической лаборатории Татарского НИИ сельского хозяйства общепринятыми методами: растворимые сухие вещества определяли рефрактометрически⁴, сахара — перманганатным методом⁵, титруемую кислотность — титрованием 0,1 н NaOH с пересчетом на яблочную кислоту⁶, витамин С (аскорбиновую кислоту) — титриметрическим методом⁷.

Сахарокислотный индекс (СКИ) определяли согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур»¹ по формуле:

$$\text{СКИ} = \text{сумма сахаров} / \text{общая кислотность}$$

В 2019–2022 годах в Теньковском отделе садоводства Татарского НИИСХ наблюдались различные погодные условия. Зимой 2018–2020 гг. и 2022 г. не отмечались резкие колебания температуры воздуха, понижения температуры до критического уровня и продолжительные оттепели. Заморозков во время цветения не было. Критические морозы (-39 °С) наблюдались в середине января 2021 г. В летние месяцы средняя температура воздуха выше средней многолетней отмечалась в 2020–2022 гг., ниже средней многолетней — в 2019 г. В летние периоды осадки выпадали неравномерно. Меньше нормы осадки наблюдались в 2020 г. (ГТК = 0,56), в 2021-м (ГТК = 0,21) и 2022-м. (ГТК = 0,27), больше нормы — в 2019-м (ГТК = 1,46), наблюдения за температурным режимом проводились на базе нашей лаборатории⁸.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты анализа биологических и хозяйственных особенностей стандартного сорта яблони Антоновка обыкновенная и нового сорта Ренет Поволжья в 2019–2022 гг. приведены в таблице 1.

Новый сорт яблони Ренет Поволжья достоверно превосходит стандартный сорт Антоновка обыкновенная по продуктивности, урожайности, вкусу плодов,

Таблица 1. Биологические и хозяйственные особенности сорта яблони Ренет Поволжья. 2019–2022 гг.

Table 1. Biological and economic features apple tree varieties Renet Povolzhya. 2019–2022

Сорт	Общая степень подмерзания, балл	Сила цветения, балл	Поражение листьев паршой, балл	Повреждение листьев тлей, балл	Продуктивность, кг	Урожайность, т/га	Вкус плодов, балл
Антоновка обыкновенная (ст.)	1,3	2,6	2,3	2,9	10,3	4,1	3,9
Ренет Поволжья	1,3	3,0	2,3	2,6	12,9	5,2	4,3
НСР ₀₅	0,2	0,3	0,2	0,3	1,0	0,8	

устойчивости к яблонной тле и силе цветения. Плоды яблони Ренет Поволжья выделяются хорошей лежкостью (до 7 месяцев) по сравнению с плодами Антоновки обыкновенной (до 4 месяцев). Низкая продуктивность и урожайность стандартного и нового сорта яблони вызваны периодичностью плодоношения. После морозов до -39 °С в январе 2021 г. сорта Антоновка обыкновенная и Ренет Поволжья получили слабые повреждения (2 балла).

Следовательно, сорта яблони Ренет Поволжья и Антоновка обыкновенная являются в условиях Республики Татарстан зимостойкими. Сорт Антоновка обыкновенная проявляет зимостойкость и в Орловской области [4].

По устойчивости к парше новый сорт яблони Ренет Поволжья проявил себя на уровне стандартного сорта Антоновка обыкновенная. В Республике Татарстан изменчивость поражаемости листьев паршой каждого сорта по годам значительная и варьирует от 29,4 до 42,7%. Между поражением листьев паршой и гидротермическим коэффициентом за летний период установлена слабая положительная корреляционная связь. На проявление признака «поражаемость листьев паршой» большее влияние оказывают условия года, чем генотип сортов и форм и взаимодействие генотипа с условиями года [9].

Результаты химического анализа свежих плодов яблони Антоновка обыкновенная и Ренет Поволжья представлены в таблице 2. В плодах изученных сортов яблони установлено среднее количество сухих веществ, суммы сахаров и витамина С (аскорбиновая кислота). Разница по содержанию в плодах у сортов яблони Антоновка обыкновенная и Ренет Поволжья сухих веществ и суммы сахаров незначительная.

Таблица 2. Химический состав плодов яблони Ренет Поволжья. 2019–2022 гг.

Table 2. The chemical composition of the fruits of the apple tree Renet Povolzhya. 2019–2022

Сорт	Сухое вещество, %	Общая кислотность, %	Сумма сахаров, %	Витамин С, мг / 100 г	Сахарокислотный индекс
Антоновка обыкновенная (ст.)	15,39	1,30	6,65	12,45	5,10
Ренет Поволжья	15,13	0,74	7,12	11,00	9,60
НСР ₀₅	1,6	0,2	0,6	1,2	

¹ Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК. 1999; 608.

² Шалаева Л.В. Учет затрат и калькулирование себестоимости продукции в растениеводстве: учебное пособие. Пермь: ИПЦ «Прокрость». 2018; 258.

³ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 1985; 351.

⁴ ГОСТ ISO 2173-2013 Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ.

⁵ ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров.

⁶ ГОСТ ISO 750-2013 Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности.

⁷ ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С.

⁸ Метеорологические методы и приборы наблюдений: учебное пособие. Нижневартовск: Изд-во Нижневартовского госуниверситета. 2013; 189.

Таблица 3. Экономическая оценка сорта яблони Ренет Поволжья. 2019–2022 гг.

Table 3. Economic assessment of the apple variety Renet Povolzhya. 2019–2022

Сорт	Урожайность, т/га	Стоимость продукции с 1 га сада, тыс. руб.	Затраты на 1 га сада, тыс. руб.	Себестоимость 1 т плодов, тыс. руб.	Средняя цена 1 т плодов, тыс. руб.	Прибыль с 1 га сада, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %
Антоновка обыкновенная (ст.)	4,1	61,5	61,8	15,1	15,0	-0,3	-
Ренет Поволжья	5,2	78,0	70,6	13,6	15,0	7,4	10,5

Показатель кислотности для плодов яблони сорта Антоновка обыкновенная характеризуется как «очень высокий» (на уровне 1,30%), при этом этот же показатель плодов яблони Ренет Поволжья — как «высокий» (0,74%). В плодах яблони Антоновка обыкновенная значительно больше органических кислот и витамина С по сравнению с плодами Ренета Поволжья.

Экономическая оценка сортов яблони Антоновка обыкновенная и Ренет Поволжья приведена в таблице 3.

Из представленных данных следует, что при средней цене реализации 15 тыс. руб. за 1 т яблок, урожайности

5,2 т/га от сорта Ренет Поволжья можно получить прибыль с 1 га сада 7,4 тыс. руб. при уровне рентабельности 10,5%.

В.В. Хроменко, В.Ф. Воробьев считают, что в Нечерноземной зоне России при существующем сортименте экономически выгоднее сажать яблоневые сады с плотностью не более 1000 дер/га. Сады с плотностью более 1500 дер/га экономически оправданы только при подборе специальных сортов, не снижающие биологический потенциал продуктивности при плотном размещении деревьев [10].

В данном опыте сад заложен по схеме 6 × 4 м, на 1 га произрастают 400 деревьев яблони.

Выводы/Conclusion

Новый сорт яблони зимнего срока созревания Ренет Поволжья превосходит стандартный сорт Антоновка обыкновенная по продуктивности (12,9 кг), урожайности (5,2 т/га), устойчивости к тле (2,6 балла), силе цветения (3,0 балла), вкусу (4,3 балла) и лежкости (7 месяцев) плодов, прибыли с 1 га сада (7,4 тыс. руб.) и уровню рентабельности (10,5%).

Сорт яблони Ренет Поволжья рекомендуется использовать в селекции на лежкость плодов в промышленном и коллективном садоводстве.

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

- Mosa W.F.A. et al. Effect of Some Biostimulants on the Vegetative Growth, Yield, Fruit Quality Attributes and Nutritional Status of Apple. *Horticulturae*. 2023; 9(1): 32. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010032>
- Duan Z. et al. Cold Climate during Bud Break and Flowering and Excessive Nutrient Inputs Limit Apple Yields in Hebei Province, China. *Horticulturae*. 2022; 8(12): 1131. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8121131>
- Мережко О.Е., Мушинский А.А. Результаты многолетнего изучения интродуцированных сортов яблони в условиях Южного Урала. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2022; 68: 40–47. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2022-68-40-47>
- Ожерельева З.Е., Седов Е.Н. Изучение зимостойкости сортов яблони в контролируемых условиях. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2014; 40(2): 172–175. <https://www.elibrary.ru/tbeff>
- Седов Е.Н., Макаркина М.А., Янчук Т.В., Серова З.М. Биохимический состав плодов отечественных и зарубежных сортов яблони и их использование в селекции. *Аграрный научный журнал*. 2018; (8): 38–42. <https://doi.org/10.28983/asj.v0i8.546>
- Mureşan A.E. et al. Chemometric Comparison and Classification of 22 Apple Genotypes Based on Texture Analysis and Physico-Chemical Quality Attributes. *Horticulturae*. 2022; 8(1): 64. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8010064>
- Красова Н.Г., Пикунова А.В., Галашева А.М. Оценка исходного материала генофонда яблони по устойчивости к парше. *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2020; (6): 49–54. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2020/6/49-54>
- Мережко О.Е., Тихонова М.А., Лохова А.И. Оценка интродуцированных сортов яблони по поражаемости паршой (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter). *Плодоводство и ягодоводство России*. 2021; 66(1): 66–72. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2021-66-66-72>
- Осипов Г.Е. Поражаемость паршой сортов и форм яблони в Республике Татарстан. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2015; 10(2): 141–144. <https://doi.org/10.12737/12519>
- Хроменко В.В., Воробьев В.Ф. Продуктивность насаждений яблони и экономическая эффективность производства плодов в зависимости от плотности посадки в Нечерноземной зоне РФ. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2014; 38(2): 243–248. <https://www.elibrary.ru/rrtjbl>

REFERENCES

- Mosa W.F.A. et al. Effect of Some Biostimulants on the Vegetative Growth, Yield, Fruit Quality Attributes and Nutritional Status of Apple. *Horticulturae*. 2023; 9(1): 32. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010032>
- Duan Z. et al. Cold Climate during Bud Break and Flowering and Excessive Nutrient Inputs Limit Apple Yields in Hebei Province, China. *Horticulturae*. 2022; 8(12): 1131. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8121131>
- Merezhko O.E., Mushinsky A.A. Results of a long-term study of introduced apple varieties in the conditions of the Southern Urals. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2022; 68: 40–47 (In Russian). <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2022-68-40-47>
- Ozhereleva Z.E., Sedov E.N. Study of winter hardiness of apple varieties under controlled conditions. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2014; 40(2): 172–175 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/tbeff>
- Sedov E.N., Makarkina M.A., Yanchuk T.V., Serova Z.M. Biochemical fruit composition of domestic and foreign apple cultivars and their use in breeding. *Agrarian Scientific Journal*. 2018; (8): 38–42 (In Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.v0i8.546>
- Mureşan A.E. et al. Chemometric Comparison and Classification of 22 Apple Genotypes Based on Texture Analysis and Physico-Chemical Quality Attributes. *Horticulturae*. 2022; 8(1): 64. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8010064>
- Krasova N.G., Pikunova A.V., Galasheva A.M. Assessment of initial material of an apple tree gene pool to scab resistance. *Vestnik of the Russian agricultural sciences*. 2020; (6): 49–54 (In Russian). <https://doi.org/10.30850/vrsn/2020/6/49-54>
- Merezhko O.E., Tikhonova M.A., Likhova A.I. Assessment of introduced apple varieties by scab affection (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter). *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2021; 66(1): 66–72 (In Russian). <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2021-66-66-72>
- Osipov G.E. Susceptibility of varieties and forms of apple trees by scab in the Republic of Tatarstan. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2015; 10(2): 141–144 (In Russian). <https://doi.org/10.12737/12519>
- Khromenko V.V., Vorobyov V.F. Productivity of apple-tree plantings and economic efficiency of fruit production depending on planting density in the Nonchernozem Zone of the Russian Federation. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2014; 38(2): 243–248 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/rrtjbl>

ОБ АВТОРАХ

Геннадий Емельянович Осипов,
доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник
osipovge@mail.ru

Наталья Владиславна Петрова,
научный сотрудник
petrovanv@mail.ru

Анна Александровна Карпова,
младший научный сотрудник
anjakarpova495@gmail.com

Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», Оренбургский тракт, 48, Казань, 420059, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Gennady Emelyanovich Osipov,
Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher
osipovge@mail.ru

Natalya Vladislavna Petrova,
Research Associate
petrovanv@mail.ru

Anna Aleksandrovna Karpova,
Junior Research Assistant
anjakarpova495@gmail.com

Tatar Scientific Research Institute of Agriculture is a Separate Structural Subdivision of the Federal Research Center Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 48 Orenburg Tract, Kazan, 420059, Russia

Е. Н. Селиверстова

Северо-Кавказский федеральный
научный аграрный центр Михайловск,
Ставропольский край, Россия

✉ pion1993@list.ru

Поступила в редакцию:
19.06.2023

Одобрена после рецензирования:
30.10.2023

Принята к публикации:
13.11.2023

Мониторинг *Paeonia tenuifolia* L. и *Paeonia biebersteiniana* (Rupr.) в природе и культуре

РЕЗЮМЕ

Цель исследований — проведение мониторинга редких видов пиона узколистного (*Paeonia tenuifolia* L.) и пиона Биберштейна (*P. biebersteiniana* (Rupr.) в местах естественного произрастания — у подножия горы Стрижамент и на западном склоне хребта Недреманного (со стороны хутора Новокавказского Ставропольского края) (в 2008–2022 гг.) — и культуре. Мониторинг показал, что состав и структура степного ценоза изменены выпасом сельскохозяйственных животных, выкапыванием и сбором букетов. Происходит начальная стадия пастбищной дегрессии. Численность популяции пиона узколистного варьирует от 10 до 25 шт. на 1 м². При этом общая численность вида снижается. Возрастной спектр меняется в сторону уменьшения молодых растений, в частности ювенильных, больше растений находится в генеративной фазе. Всходов и молодых растений за время наблюдений уменьшилось наполовину — с 38 до 19%, в то время не обнаружено синильных особей. Популяция по-прежнему самовосстанавливающаяся за счет ежегодного семеношения. Встречаемость растений пиона Биберштейна — от 3 до 19 шт/м². Популяция также самовосстанавливающаяся, проективное покрытие — до 80%. Но также есть тенденция уменьшения доли молодых растений из-за неконтролируемого выпаса (подножие горы Стрижамент) и ежегодного сенокоса (западный склон хребта Недреманного со стороны хутора Новокавказского). Пион узколистный и пион Биберштейна в условиях культуры устойчивы к болезням и вредителям, размножаются вегетативно и семенами, сохраняют габитус, относятся к очень перспективным для озеленения.

Ключевые слова: мониторинг, места естественного произрастания, виды, пион узколистный, пион Биберштейна, популяция

Для цитирования: Селиверстова Е.Н. Мониторинг *Paeonia tenuifolia* L. и *Paeonia biebersteiniana* (Rupr.) в природе и культуре. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 112–116. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-112-116>

© Селиверстова Е. Н.

Research article



 Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-112-116

Ekaterina N. Seliverstova

North-Caucasus Federal Agricultural
Research Centre, Mikhailovsk, Stavropol
Territory, Russia

✉ pion1993@list.ru

Received by the editorial office:
19.06.2023

Accepted in revised:
30.10.2023

Accepted for publication:
13.11.2023

Paeonia tenuifolia L. and *Paeonia biebersteiniana* (Rupr.) monitoring in nature and culture

ABSTRACT

The purpose of the research is to monitor rare species of narrow-leaved peony (*Paeonia tenuifolia* L.) and Biberstein peony (*P. biebersteiniana* (Rupr.) in places of natural growth — at the foot of Mount Strizhament and on the western slope of the Nedremanny ridge (from the side of the farm of the Novokavkaz Stavropol Territory) (in 2008–2022) — and culture. Monitoring showed that the composition and structure of the steppe cenosis were changed by grazing farm animals, digging and collecting bouquets. The initial stage of pasture degeneration occurs. The population of the narrow-leaved peony varies from 10 to 25 pcs/m². At the same time, the total number of the species is decreasing. The age spectrum is changing towards a decrease in young plants, in particular juvenile plants, more plants are in the generative phase. Seedlings and young plants decreased by half during the observations — from 38 to 19%, at that time no prussic individuals were found. The population is still self-regenerating due to annual seed-bearing. The occurrence of Biberstein peony plants is from 3 to 19 pcs/m². The population is also self-healing, the projective coverage is up to 80%. But there is also a tendency to decrease the proportion of young plants due to uncontrolled grazing (the foot of Mount Strizhament) and annual haymaking (the western slope of the Nedremanny ridge from the side of the Novokavkazsky farm). The narrow-leaved peony and the Biberstein peony are resistant to diseases and pests in the conditions of culture, reproduce vegetatively and by seeds, retain habit, and are very promising for gardening.

Key words: monitoring, natural growth sites, species, narrow-leaved peony, biberstein peony, population

For citation: Seliverstova E.N. *Paeonia tenuifolia* L. and *Paeonia biebersteiniana* (Rupr.) monitoring in nature and culture. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 112–116 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-112-116>

© Seliverstova E.N.

Введение/Introduction

Для устойчивого развития биосферы сохранение биоразнообразия животного и растительного мира является обязательным условием. В 1992 году в Рио-де-Жанейро на конференции ООН по окружающей среде и развитию (UNCED) была принята конвенция о биологическом разнообразии в связи со значительным сокращением генетических ресурсов. Исчезновение видов связано как с естественными факторами (общеклиматическими изменениями), так и с постоянным возрастанием антропогенной нагрузки¹.

С усилением антропогенных изменений природной флоры (пожары, неконтролируемый выпас, водная и ветровая эрозия и др.) охраняемые мероприятия редких видов в природных местах обитания становятся проблематичными. В связи с тем что многие виды травянистых растений (в том числе и пионы) отличаются высокой декоративностью, для них введение в культуру и включение в региональный ассортимент для озеленительных целей являются охраняемыми мерами [1].

Наиболее надежный и эффективный метод сохранения флористических ресурсов — охрана видов растений в местах естественного произрастания, в которых обеспечиваются оптимальное развитие и возобновление растений, а самым доступным методом контроля биологического разнообразия (а также его сохранением) служит мониторинг, цели которого — фиксация и анализ его результатов [2–4].

Пион узколистый (*Paeonia tenuifolia*) относится к семейству *Paeoniaceae* — третичный реликт [5]. В природе ареал вида охватывает Балканский полуостров, юго-восточные районы Восточной Европы, Поволжье, Кавказ, Крым. Занесен в Красную книгу Российской Федерации, региональные Красные книги Ставропольского и Краснодарского краев, Воронежской, Ростовской, Саратовской, Волгоградской областей и республик Северного Кавказа. В Ставропольском крае имеет статус 3 (R) — сокращающийся вид со статусом охраны III. Это травянистый многолетник до 50 см высотой, листья многократно рассечены на узкие линейные дольки, цветок одиночный темно-красного цвета до 7 см в диаметре.

Пион Биберштейна (*Paeonia biebersteiniana*) — субэндемик флоры Ставрополя. Произрастает совместно с пионом узколистым. В Ставропольском крае имеет статус 3 (R) — сокращающийся вид, распространен на Ставропольской возвышенности и Кавминводах (с категорией охраны II). Вид является малоизученным. Относится к травянистым многолетникам высотой от 20 до 50 см, цветки одиночные темно-красного цвета с многочисленными тычинками [6–8]. Оба вида из мест естественного произрастания, растут в зоне научных насаждений Ставропольского ботанического сада с 2008 года.

Цель исследований — проведение мониторинга редких видов пиона узколистого (*Paeonia tenuifolia* L.) и пиона Биберштейна (*P. biebersteiniana* Rupr.) в местах естественного произрастания — у подножия горы Стрижамент и на западном склоне хребта Недреманного (со стороны хутора Новокавказского) — и культуре.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Основной фактический материал собран в ходе экспедиционных поездок к подножию горы Стрижамент и западному склону хребта Недреманного (со стороны хутора Новокавказского) на территории Ставропольского ботанического сада в зоне научных насаждений (генетическая коллекция ЦКП) в 2008–2022 годах. Характер работы — экспедиционный, по методике маршрутного обследования [9, 10]. Места произрастания популяций видов устанавливали методом точечного картирования.

Мониторинг и ценогические изыскания, сбор и обработку полевых материалов вели с использованием общепринятых геоботанических методов². Учетные площадки размером 10 × 10 м с маркировкой GPS-навигатором (оборудование ЦКП). При изучении возрастных состояний популяций использовали условные обозначения: проростки (pl), ювенильные растения (j), имматурные (im), генеративные (g), синильные (s). Глазомерная оценка обилия вида в ценозе проводилась в соответствии с балльной шкалой Друде (Co^3 — очень обильно, Co^2 — обильно, Co^1 — довольно обильно, Sp^3 — обильно рассеянно, Sp^2 — рассеянно, Sp^1 — мало рассеянно, So^1 — единично (очень мало), Un — на участке в одном экземпляре)³. Видовые и латинские названия растений в работе приведены в соответствии со сводкой «Конспекта флоры Ставрополя» А.Л. Иванова⁴.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Ставропольский край характеризуется постоянной сменой ландшафтов и разными природно-климатическими условиями. По условиям влагообеспеченности Ставропольский край находится в V умеренно влажном районе, по теплообеспеченности — недостаточно жарком подрайоне с ГТК 1,1–1,3. Это зона неустойчивого увлажнения — за год выпадает от 650 до 700 мм осадков. В течение вегетационного периода относительная влажность колеблется в пределах 54–56%⁵.

Видовые пионы — высокодекоративные растения. Несовершенство аппарата размножения и длительный срок формирования взрослого растения делают пион особенно уязвимым при неблагоприятных условиях, возникающих в результате хозяйственной деятельности человека. Кроме того, внешняя привлекательность всех видов пиона способствует их уничтожению в природе. Пионы интенсивно истребляются, ареалы их сокращаются, в природе они становятся всё более редкими. Как результат, все виды пиона, произрастающие на территории России, занесены в перечень «Редкие и исчезающие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране». На территории Ставропольского края произрастают *Paeonia tenuifolia* и *P. biebersteiniana*, занесенные в Красные книги Ставропольского края и РСФСР.

Экспедиционные поездки по изучению современного состояния редких видов пиона узколистого и пиона Биберштейна состоялись к подножию горы Стрижамент (координаты: E — 41°56'49.074", N — 44°55'48.288", N — 509 м н. у. м.) (рис. 1), западному склону хребта Недреманного (со стороны хутора Новокавказского) (E — 41°49'33.140", N — 44°54'53.195", N — 412 м н. у. м.) с 2008 по 2022 г. (рис. 2).

¹ Глобальная стратегия сохранения растений. Международный совет ботанических садов по охране растений (BGCI). 2004; 28–38.

² Клиникова Г.Ю. Методические рекомендации по изучению популяций редких видов растений и их местообитаний, занесенных в Красную книгу Волгоградской области. Волгоград. 2006; 17.

³ Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценогических популяций растений. Казань. 1981; 246.

⁴ Конспект флоры Ставрополя / Иванов А.Л. Министерство образования РФ. Ставрополь: Изд-во Ставропольского государственного университета. 2001; 199.

⁵ Савельева В.В. Природа города Ставрополя. Ставрополь: Сервисшкола. 2002; 83, 84.

Рис. 1. Цветение пиона у подножия горы Стрижамент. Фото автора
Fig. 1. Peony blossom at the foot of Mount Strizhament. Photo by the author



Рис. 2. Цветение пиона на западном склоне хребта Недреманного (около хутора Новокавказского). Фото автора
Fig. 2. Peony blooming on the western slope of the Nedremanny ridge (near the farm of Novokavkazsky). Photo by the author



Популяция пионов произрастает совместно с такими видами, как осока низкая (*Carex humilis* Leys) — sp², осока Микели (*C. michelii* Host.) — sp¹, овсяница бороздчатая (*Festuca eskia* Ramond ex DC.) — sp², осока валийская (*F. valesiaca* (Hask.) Gaudin) — sp², осока овечья (*F. ovina* L.) — sp², ковыль волосовидный (*Stipa capillata* L.) — sp², мятлик луговой (*Poa pratensis* L.) — sp², вейник седеющий (*Calamagrostis canescens* (Weber) Roth) — sp², тимофеевка степная (*Phleum phleoides* (L.) H. Karst.) — sp², кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leyss. Ho-lub.) — sp², горчицвет весенний (*Adonis vernalis* L.) — sp¹, чабрец Маршала (*Thymus serpyllum* L.) — sp², птицемлечник зонтичный (*Ornithogalum umbellatum* L.) — sol, льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.) — sol, вероника широколистная (*Veronica austriaca*, subsp. *teucrium* (L.) D.A. Webb.) — sol, вербейник лекарственный (*Lithospermum officinalis* L.) — sp¹, ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.) — sol, ирис солелюбивый (*Iris halophila* Pall.) — sol, ирис карликовый (*I. pumila* L.) — sol, барвинок травянистый (*Vinca herbacea* Waldst. & Kit.) — sp², василек крупноголовый желтый (*Centaurea macrocephala* Muss. Puschk. ex Willd.) — sol, герань кроваво-красная (*Geranium sanguineum* L.) — sp², земляника зеленая (*Fragaria viridis* (Duchesne) Weston) — sp², молочай степной (*Euphorbia stepposa* Zoz ex Prokh.) — sp², истод хохлатый (*Polygala podolica* DC.) — sp², люцерна румынская (*Medicago romanica* Prod.) — sp¹, эспарцет виколистный (*Onobrychis vicifolia* Scop.) — sp², вика посевная (*Vicia sativa* L.) — sp², горошек мышиный (*Vicia cracca* L.) — sp², и другими на плодородных мощных среднегумусных, выщелоченных и солонцеватых глинистых черноземах.

Мониторинг показал, что состав и структура сообщества изменены выпасом сельскохозяйственных животных, распашкой земель, выкапыванием и сбором букетов. Происходит начальная стадия пастбищной дегрессии и усиливается роль сопутствующих выпасу видов (ядовитые, колючие, слабо поедаемые и сорные *Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski, *Ambrosia artemisiifolia* (L.) и др. В структуре ценоза большую часть занимает разнотравье — 51%, в том числе сорная растительность — 9%, злаки — не менее 27%, в меньшем количестве бобовые компоненты — 13%.

У подножия горы Стрижамент на площади до 40 га произрастает полноценная популяция *P. tenuifolia* со средней высотой растений 28 см (табл. 1). Этот показатель зависит от климатических условий года. На этом участке происходит интенсивный выпас животных.

Численность популяции варьирует от 10 до 24 шт/м², при этом общая численность вида снижается. Возрастной спектр меняется в сторону уменьшения молодых растений, в частности ювенильных, больше растений находится в генеративной фазе. Всходов и молодых растений за время наблюдений уменьшилось наполовину (с 38 до 19%), синильных особей не обнаружено. Популяция по-прежнему полноценная, самовосстанавливающаяся (за счет ежегодного семеношения). Ей ничего не может угрожать при условии снижения пастбищной и антропогенной нагрузки. Проективное покрытие — 70–80%.

На западном склоне хребта Недреманного (площадь около 5 га), вблизи хутора Новокавказского, где произрастают редкие виды пионов, происходит ежегодное сенокосение. В результате за последние годы произошло уменьшение генеративных особей на 30%, отсутствию ювенильных растения, встречаемость снизилась вполнину. Хотя проективное покрытие очень плотное (до 100%), пион узколистный находится под угрозой уничтожения, так как имеющиеся генеративные особи будут стареть, не имея замены, если не прекратится сенокосение на данном участке. Слева от обследуемой территории на северном склоне обнаружена в 2021 году небольшая новая популяция пиона узколистного (100–200 м²) без следов выпаса и сенокосения с присутствием всех возрастных спектров в процентном соотношении 10:77:13

Таблица 1. Морфологические показатели и возрастной спектр пиона узколистного
Table 1. Morphological parameters and age spectrum of the narrow-leaved peony

Район	Год изучения	Встречаемость, шт/м ²	Высота растений, см	Возрастные состояния, %		
				ювенильные, j	имматурные, im	генеративные, q
Подножие горы Стрижамент	2008	18–23	30 ± 2,2	38	29	33
	2010	14–24	33 ± 2,6	31	34	35
	2013	10–16	33 ± 2,7	31	19	50
	2017	16–24	27 ± 3	25	24	51
	2019	15–21	28 ± 2	30	35	35
	2021	11–18	20 ± 2,3	27	36	37
	2022	18–23	25 ± 2,5	19	44	37
Западный склон хребта Недреманного (со стороны хутора Новокавказского)	2013	9–22	29 ± 2,8	38	29	33
	2015	7–21	20 ± 1,8	33	18	49
	2017	10–28	27 ± 2,3	22	30	48
	2021	5–14	40 ± 3,7	–	48	52

(генеративные, вегетативные, ювенильные). Наблюдения за ними будут продолжены.

Также продолжено изучение современного состояния пиона Биберштейна. Главное отличие от пиона узколистного состоит в сроках цветения. Зацветает он в среднем на 10–12 дней позже. Ширина линейных долек резных листьев — 7–9 мм (в два раза шире, чем у узколистного). Отличается и подземная часть: у пиона Биберштейна она представлена коротким корневищем с крупными шишковидными утолщенными корнями, а у узколистного — коротким корневищем с удлинёнными шишковидными корнями. Поэтому изучали их порознь. Синильных растений не было обнаружено (табл. 2). Встречаемость растений — от 3 до 19 шт. Популяция самовосстанавливающаяся (за счет ежегодного семеношения). Ей ничего не может угрожать при условии снижения пастбищной и антропогенной нагрузки (вытаптывание, сенокосение и срез на букеты). Проективное покрытие — до 80%. Есть тенденция уменьшения доли молодых растений из-за неконтролируемого выпаса (подножие горы Стрижамент) и ежегодного сенокосения (западный склон хребта Недреманного (со стороны хутора Новокавказского)). В 2021 году процентное соотношение молодых и генеративных побегов было в пользу последних — 6:44:50. Доля молодых растений и проростков с каждым годом имеет тенденцию к снижению — и у подножия горы Стрижамент, и на западном склоне хребта Недреманного (со стороны хутора Новокавказского).

Проводилось изучение пиона узколистного и пиона Биберштейна в культуре. Благодаря полиморфизму пиона в коллекции ботанического сада есть пион с розовой окраской лепестков, красностебельная и обычная формы пиона узколистного, пион Биберштейна, привезенные из мест естественного произрастания, пион узколистный из ботанического сада Симферополя.

В таблице 3 приведены морфологические и фенологические наблюдения пионов в культуре.

Фаза цветения у пиона узколистного в коллекции в среднем по годам наступала 29 апреля — 16 мая и продолжалась 7–9 дней, в то время как у пиона Биберштейна это всегда было на 10 дней позже. Виды по высоте в культуре не отличались, но у пиона Биберштейна ширина долек листа была в два раза больше. Количество листовок на побеге у обоих видов — от 2 до 3 шт., семян в листовке — 5–7, длина — до 8 мм. Семеношение у обоих видов было практически ежегодным, получали самосев. То есть в культуре виды устойчивы, проходят полный цикл развития, образуют жизнеспособные семена и дают самосев.

Пион уклоняющийся и пион Биберштейна в условиях культуры устойчивы к болезням и вредителям, размножаются вегетативно и семенами, хорошо сохраняют габитус, относятся к очень перспективным для озеленения. Вегетативный способ размножения

Таблица 2. Морфологические показатели и возрастной спектр пиона Биберштейна

Table 2. Morphological parameters and age spectrum of the biberstein peony

Район	Год изучения	Встречаемость, шт/м ²	Высота растений, см	Возрастные состояния, %		
				ювенильные, j	имматурные, im	генеративные, g
Подножие горы Стрижамент	2008	3–25	22 ± 2,9	12	10	78
	2010	3–20	28 ± 2	14	25	61
	2013	3–11	36 ± 2,9	27	45	28
	2017	7–18	41 ± 3,9	22	30	48
	2021	2–11	31 ± 3,3	–	35	65
Западный склон хребта Недреманного (со стороны хутора Новокавказского)	2022	7–16	24 ± 2,7	22	43	35
	2013	9–20	29 ± 2,1	38	29	33
	2015	4–15	20 ± 2,5	34	24	42
	2017	5–18	30 ± 3,4	18	32	42
	2021	2–7	34 ± 3,3	6	44	50

наиболее приемлем, так как при семенном размножении процесс очень длительный. Сеянцы растут и формируют почки возобновления очень медленно, в результате фаза цветения наступает на пятый-шестой год, в то время как при делении куста — на 2–3-й.

Выводы/Conclusions

Мониторинг за редкими видами *Paeonia tenuifolia* L. и *P. biberstieniana* Bieb. в течение 2008–2022 гг. у подножия горы Стрижамент и на западном склоне хребта Недреманного (со стороны хутора Новокавказского) показал, что состав и структура сообщества изменены выпасом сельскохозяйственных животных, выкапыванием и сбором букетов. Происходит начальная стадия пастбищной депрессии.

Возрастной спектр меняется в сторону уменьшения молодых растений, в частности ювенильных, больше — растений, находящихся в генеративной фазе, но синильных особей обнаружено не было. Популяция по-прежнему самовосстанавливающаяся за счет ежегодного семеношения.

На западном склоне (в районе хутора Новокавказского) произошло уменьшение генеративных особей (на 30%) из-за ежегодного сенокосения травостоя, встречаемость пиона тонколистного снизилась на 50%. Популяция находится под угрозой исчезновения, если не изменятся условия эксплуатации участка.

В условиях культуры изучаемые виды пиона проходят полный цикл развития, образуют жизнеспособные семена, дают самосев, устойчивы к болезням и вредителям, размножение вегетативно и семенное, дают самосев, сохраняют габитус, перспективны для озеленения.

Таблица 3. Морфологические особенности и фенология пиона в культуре (2019–2022 гг.)

Table 3. Morphological features and phenology of the peony in culture (2019–2022)

Вид	Откуда привезен	Начало цветения	Диаметр цветка, см	Ширина линейных долек листа, мм	Окраска цветка, стебля	Высота растений, см
Пион узколистный	Западный склон хребта Недреманного	29.04–10.05	5,8	4	красная, зеленая	31 ± 1,4
	Урочище Семистожки	07–11.05	5,2	3,5	красная, красная	36 ± 1,5
	Воровсколеские высоты	30.04–16.05	5,7	4,2	красная, зеленая	37 ± 1,1
	Подножие горы Стрижамент	1–14.05	6	4,5	розовая, зеленая	30 ± 1,9
Пион Биберштейна	Ботанический сад Симферополя	29.04–07.05	5,9	5,2	красная, зеленая	30 ± 1,2
	Подножие горы Стрижамент	15–21.05	5,7	8,1	красная, зеленая	39 ± 1,4
	Западный склон хребта Недреманного	13–19.05	6	7,5	красная, зеленая	38 ± 1,2

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

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Материалы подготовлены в рамках государственного задания НИР «Пополнить генетические коллекции растений, изучить и создать новые генотипы, сорта и гибриды плодовых, декоративных культур и шелковицы с комплексом хозяйственно ценных и декоративных признаков, сочетающих высокую адаптивность, технологичность и продуктивность, пригодных для разработки интенсивных, ресурс- и энергосберегающих технологий» (FNMU-2022-0014).

FUNDING

The materials were prepared as part of the state task of research «To replenish the genetic collections of plants, to discover and create new genotypes, flavors and hybrids of fruit, ornamental crops and mulberries according to a complex of economically valuable and decorative traits that combine high susceptibility, manufacturability and productivity, suitable for the development of intensive, resource- and energy-saving technologies» (FNMU-2022-0014).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Селиверстова Е.Н., Щегринцев Н.В. Интродукция видов пиона в Ставропольском ботаническом саду. *Сельскохозяйственный журнал*. 2021; (2): 44–51. <https://doi.org/10.25930/2687-1254/005.2.14.2021>
2. Дзыбов Д.С. Агростепи. Монография. Ставрополь: АГРУС. 2010; 256. ISBN 978-5-9596-0648-0 <https://www.elibrary.ru/qlbgrd>
3. Алиев Х.У. Анализ флоры Янгиюртовского заказника (Дагестан). *Современные проблемы науки и образования*. 2015; (6): 581. <https://www.elibrary.ru/vjpyfp>
4. Шумкова О.А., Криворотов С.Б., Гайдай А.А. К изучению степных сообществ Ставропольской возвышенности (Северо-Западный Кавказ). *Экологический вестник Северного Кавказа*. 2023; 19(2): 51–57. <https://www.elibrary.ru/gydhww>
5. Занина М.А. Особенности местообитания и местонахождения *Paeonia tenuifolia* L. в Саратовской области. *Степи Северной Евразии. Материалы IX Международного симпозиума*. Оренбург: Оренбургский государственный университет. 2021; 308–312. <https://doi.org/10.24412/cl-36359-2021-308-312>
6. Клейн М.А. Состояние популяции пиона тонколистного (*Paeonia tenuifolia* L.) в окрестностях хутора Миусово Даниловского района. *Актуальные вопросы теории и методики экологического образования. Материалы Межрегиональной научно-практической конференции*. Волгоград: Волгоградская государственная академия последиplomного образования. 2021; 72–74. <https://www.elibrary.ru/sbesoc>
7. Панин А.В. К вопросу о внутривидовой структуре пиона тонколистного (*Paeonia tenuifolia* L.) в Саратовской области. *Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета*. 2008; 7: 44, 45. <https://www.elibrary.ru/yfvgif>
8. Белоус В.Н., Лыхварь А.В. Эколого-фитоценотические особенности растительного покрова Бешпагирских высот (Ставропольская возвышенность). *Самарский научный вестник*. 2020; 9(4): 23–33. <https://doi.org/10.17816/snv202094103>
9. Белоус В.Н. Фиторазнообразие урочища Семистожки (Центральное Предкавказье). *Самарский научный вестник*. 2015; 4(2): 17–21. <https://www.elibrary.ru/vjcvd>
10. Zanina M.A., Smirnova E.B. Structure of coenopopulations and phytocoenotic confinement of *Paeonia tenuifolia* L. in floristic complexes of Oka-Don lowland. *Plant Science Today*. 2020; 7(4): 663–668. <https://doi.org/10.14719/pst.2020.7.4.978>

REFERENCE

1. Seliverstova E.N., Schegrinets N.V. Introduction of peony species in the Stavropol Botanical Garden. *Agricultural Journal*. 2021; (2): 44–51 (In Russian). <https://doi.org/10.25930/2687-1254/005.2.14.2021>
2. Dzybov D.S. Agrostepi. Monograph. Stavropol: AGRUS. 2010; 256 (In Russian). ISBN 978-5-9596-0648-0 <https://www.elibrary.ru/qlbgrd>
3. Aliev Kh.U. The analysis of flora of the Yangiyurt reserve (Daghestan). *Modern problems of science and education*. 2015; (6): 581 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/vjpyfp>
4. Shumkova O.A., Krivorotov S.B., Gaidai A.A. On the steppe communities of the Stavropol upland (North-Western Caucasus). *The North Caucasus Ecological Herald*. 2023; 19(2): 51–57 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/gydhww>
5. Zanina M.A. Features of the habitat and location of *Paeonia tenuifolia* L. in the Saratov region. *Steppes of Northern Eurasia. Proceedings of the IX International Symposium*. Orenburg: Orenburg State University. 2021; 308–312 (In Russian). <https://doi.org/10.24412/cl-36359-2021-308-312>
6. Klein M.A. The state of the population of the thin-leaved peony (*Paeonia tenuifolia* L.) in the vicinity of the farm Miusovo Danilovsky district. Topical issues of the theory and methodology of environmental education. Materials of the Interregional scientific and practical conference. Volgograd: Volgograd State Academy of Postgraduate Education. 2021; 72–74 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/sbesoc>
7. Panin A.V. On the issue of the intraspecific structure of the fine-leaved peony (*Paeonia tenuifolia* L.) in the Saratov region. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*. 2008; 7: 44, 45 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yfvgif>
8. Belous V.N., Lykhvar A.V. Ecological and phytocoenotic features of the vegetation cover of the Beshpagir Heights (Stavropol Upland). *Samara Journal of Science*. 2020; 9(4): 23–33 (In Russian). <https://doi.org/10.17816/snv202094103>
9. Belous V.N. The phytovariety of locality Semistozhky (Central Ciscaucasia). *Samara Journal of Science*. 2015; 4(2): 17–21 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/vjcvd>
10. Zanina M.A., Smirnova E.B. Structure of coenopopulations and phytocoenotic confinement of *Paeonia tenuifolia* L. in floristic complexes of Oka-Don lowland. *Plant Science Today*. 2020; 7(4): 663–668. <https://doi.org/10.14719/pst.2020.7.4.978>

ОБ АВТОРАХ

Екатерина Николаевна Селиверстова,

кандидат сельскохозяйственных наук
pion1993@list.ru
<http://orcid.org/0000-0002-8167-3180>

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр,
ул. Никонова, 49, Михайловск, Ставропольский край, 356241,
Россия

ABOUT THE AUTHORS

Ekaterina Nikolaevna Seliverstova,

Candidate of Agricultural Sciences
pion1993@list.ru
<http://orcid.org/0000-0002-8167-3180>

North-Caucasus Federal Agricultural Research Centre,
49 Nikonov Str., Mikhailovsk, Stavropol Territory, 356241, Russia

УДК 532.517.6

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-117-121

Л. С. Прохасько

Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

✉ prokhaskols@susu.ru

Поступила в редакцию:
01.08.2023

Одобрена после рецензирования:
27.10.2023

Принята к публикации:
09.11.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-117-121

Lubov S. Prokhasko

South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

✉ prokhaskols@susu.ru

Received by the editorial office:
01.08.2023

Accepted in revised:
27.10.2023

Accepted for publication:
09.11.2023

Расчет кавитационного устройства для очистки промышленных вод

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В настоящее время чрезвычайно остро стоит вопрос предотвращения загрязнения гидросферы сточными водами промышленных предприятий, применения новых эффективных технологий очистки промышленной воды и повторного ее использования на производстве. В связи с этим актуальными задачами являются поиск и внедрение новых способов водоочистки: инновационных технологий, дезинфекции и опреснения воды, методов повторного ее использования.

Методы. В статье предложена новая технология водоочистки: кавитационное воздействие на поток усилено ударным воздействием скачка давления, что позволяет подавить жизнедеятельность микроорганизмов в воде. На основе разработанного рабочего процесса, его математической модели и авторской методики выполнены расчеты трех гидродинамических кавитационных устройств со скачком давления с целью дезинтеграции сульфатвосстанавливающих бактерий промышленных вод.

Результаты. В соответствии с техническим заданием (номинальный расход жидкости Q , номинальное абсолютное давление перед установкой P_1 , допустимое падение давления на устройстве ΔP , номинальная температура жидкости t , физические свойства среды) на базе предложенного рабочего процесса гидродинамического кавитационного устройства, формирующего сверхзвуковое течение с переходом в дозвуковой через скачок давления, соответствующей математической модели и адекватной методики были рассчитаны режимные и геометрические параметры трех опытно-промышленных образцов гидродинамических кавитационных устройств, предназначенные для деструктуризации сульфатвосстанавливающих бактерий промышленных вод. Чтобы сформировать сверхзвуковое течение в установке при выполнении достаточно строгих условий по обеспечению допустимых перепадов давления, было спроектировано сопло с минимальным коэффициентом сопротивления по кривой Виташинского. Промышленная апробация кавитационных устройств показала хорошую сходимость теоретических и опытных данных: подавление бактерий было осуществлено на 80–100%.

Ключевые слова: кавитация, гидродинамическое устройство, скачок давления, рабочий процесс

Для цитирования: Прохасько Л.С. Расчет кавитационного устройства для очистки промышленных вод. *Аграрная наука.* 2023; 376(11): 117–121. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-117-121>

© Прохасько Л.С.

Calculation of a cavitation device for industrial water treatment

ABSTRACT

Relevance. Currently, the issue of preventing pollution of the hydrosphere by industrial wastewater, the use of new effective technologies for industrial water purification and its reuse in production is extremely acute. In this regard, the urgent tasks are the search and implementation of new methods of water treatment: innovative technologies, disinfection and desalination of water, methods of its reuse.

Methods. The article proposes a new technology for water treatment — the cavitation effect on the flow is enhanced by the shock effect of a pressure surge, which makes it possible to suppress the vital activity of microorganisms in the water. On the basis of the developed workflow, its mathematical model and the author's methodology, calculations were made for three hydrodynamic cavitation devices with a pressure jump in order to disintegrate sulfate-reducing bacteria in industrial waters.

Results. In accordance with the terms of reference (nominal fluid flow Q , nominal absolute pressure before installation P_1 , allowable pressure drop on the device ΔP , nominal fluid temperature t , physical properties of the medium) based on the proposed working process of a hydrodynamic cavitation device that forms a supersonic flow with a transition to subsonic through a pressure jump, an appropriate mathematical model and an adequate technique, the regime and geometric parameters of three pilot samples of hydrodynamic cavitation devices designed to destructure sulfate-reducing bacteria in industrial waters were calculated. In order to form a supersonic flow in the installation under sufficiently strict conditions for ensuring permissible pressure drops, a nozzle was profiled with a minimum drag coefficient along the Vitashinsky curve. Industrial testing of cavitation devices showed good convergence of theoretical and experimental data: the suppression of bacteria was carried out by 80–100%.

Key words: cavitation, hydrodynamic device, pressure surge, working process

For citation: Prokhasko L.S. Calculation of a cavitation device for industrial water treatment. *Agrarian science.* 2023; 376(11): 117–121 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-117-121>

© Prokhasko L.S.

Введение/Introduction

Около 20% всех мировых ресурсов воды приходится на Российскую Федерацию (РФ). Казалось бы, в нашей стране нет проблем с водными запасами. Однако в РФ (как, впрочем, и в других странах) остро стоит вопрос обеспечения надлежащего качества как питьевой, так и промышленной воды [1–3]. Техническое старение, изношенность оборудования систем водоснабжения и водоочистки, конечно, влияют на ухудшение качества воды, и их своевременный ремонт (или замена) призван решить проблему улучшения качества воды. Но в условиях всё возрастающей численности населения, развития сельскохозяйственного и промышленного производства этих усилий оказывается недостаточно: 40% поверхностных и 20% подземных источников водозабора не соответствуют нормативам из-за химических, физических и биологических загрязнителей, как производственной среды, так и загрязнителей, вследствие жизнедеятельности самого населения. Из общего объема водопотребления промышленными предприятиями используется только 20–25% воды питьевого качества, поэтому в настоящее время чрезвычайно остро стоит вопрос предотвращения загрязнения гидросферы сточными водами промышленных предприятий, применения новых эффективных технологий очистки промышленной воды и повторного ее использования на производстве. В связи с этим актуальными задачами являются поиск и внедрение новых способов водоочистки: инновационных технологий, дезинфекции и опреснения воды, методов повторного ее использования [4]. Учитывая масштабность задачи, эти методы и меры должны быть экономически выгодными и целесообразными.

Широко известны вредные последствия кавитационных явлений: ухудшение энергетических характеристик оборудования, кавитационная эрозия поверхностей, шум и вибрация. Вопросы же, связанные с полезным применением кавитации, до недавнего времени были изучены не столь полно. Только последние 20–30 лет кавитационные технологии обработки жидких сред получили широкое применение в различных сферах и отраслях промышленности: теплоэнергетике и машиностроении, химической и лакокрасочной промышленности, биотехнологии и пищевых технологиях [5–9]. Причем научные исследования осуществляются как в поиске новых решений и оптимизации самой кавитационной технологии, так и в совершенствовании устройств, реализующих эту технологию [10, 11].

В зависимости от способа получения различают ультразвуковую и гидродинамическую кавитацию. Ультразвуковая кавитация возникает при понижении давления в результате прохождения в жидкой среде высокоинтенсивной звуковой волны, источником которой является реактор. Гидродинамическая кавитация возникает при локальном разгоне потока до скорости, при которой давление падает до давления насыщенного пара. При этом из жидкости выделяются в виде мельчайших парогазовых пузырьков ранее растворенные в жидкости газовые включения. Поток переходит в двухфазный — смесь жидкости и парогазовых пузырьков. Если бы жидкость была идеальной однородной чистой жидкостью, то для возникновения кавитации потребовались бы гораздо большие растягивающие напряжения. Но в реальных жидкостях всегда есть зародыши кавитации — микроскопические газовые пузырьки, которые распределены по всему объему жидкости и располагаются в трещинах и порах твердых микрочастиц, находящихся в жидкости. Эти зародыши в условиях пониженного давления

начинают расти за счет диффузии газа из жидкости в пузырьки и испарения жидкости. При перемещении потока в область повышенных давлений происходит схлопывание пузырьков. При схлопывании пузырьков за короткий промежуток времени (порядка 1–10 нс) происходит значительное повышение давления и температуры — до 5000 ат и $1,5 \times 10^4$ К соответственно [12, 13]. Такие множественные точечные микроудары носят волновой характер, создают кавитационные колебания, которые интенсифицируют на микроуровне физико-химические процессы взаимодействия в жидкости, тем самым запускают режим диспергирования компонентов жидкой среды, обеззараживания и пр. Этот механизм и лежит в основе кавитационной технологии.

Известна технология гидроволнового воздействия, применяемая в системах водоподготовки и очистки промышленных сточных вод: волновой процесс в жидкости возникает за счет инициирования кавитационных явлений. Так, широко применяется система гидродинамической очистки воды (ГДВУ), в основе которой лежит кавитационная технология. В зависимости от состояния воды ГДВУ применяют и как систему для полной очистки воды, и для предварительной очистки. Простота конструкции и эффективность работы ГДВУ обеспечивают хорошее качество воды в системах водоподготовки.

Подтвержденные многочисленные опытные данные и теоретические исследования [13] свидетельствуют о низких значениях скорости звука в газожидкостных средах: скорость звука в них на порядок и на два порядка ниже, чем в газовой и жидкостной среде соответственно. Это легко объяснить: значение скорости звука определяется сжимаемостью среды. Сжимаемость газожидкостного потока, состоящего из капельной (малосжимаемой) жидкости относительно большой плотности и сжимаемых парогазовых пузырьков, оказывается выше, чем даже у газа или пара.

Напрашивается логический вывод: если сформировать в кавитационном процессе двухфазную среду, то можно процесс рассчитать таким образом, чтобы скорость такого потока была выше скорости звука, то есть создать сверхзвуковое течение двухфазной среды. Сверхзвуковое течение потока в реальных условиях трения ограничивающих поверхностей сопровождается повышением давления и перейдет в дозвуковое через скачок давления, что явится дополнительным мощным фактором воздействия на поток. Анализ работы гидродинамических кавитационных устройств данного типа приведен в [13–15].

Материалы и методы исследования / Materials and methods

На рисунке 1 схематично показан рабочий процесс гидродинамического кавитационного устройства, реализующий механизм перехода потока рабочей жидкости через скачок давления.

Математическая модель, описывающая данный рабочий процесс, приведена в [13–15]. Строгость и точность расчетов зависят от применяемого метода расчета. Разработанный метод расчета, в соответствии с которым выполнены расчеты опытно-промышленных образцов кавитационных устройств, показан в [13].

Исходными данными для расчета опытно-промышленных образцов гидродинамических кавитационных установок являются номинальный и фактический расход жидкости Q , номинальное и фактическое абсолютное давление перед установкой P_1 , допустимое падение давления на устройстве ΔP , номинальная и фактическая

Рис. 1. Рабочий процесс кавитационного устройства со скачком давления
Fig. 1. The working process of the cavitation device with a pressure surge



температура жидкости t , физические свойства среды. Количество опытных образцов, привязанных к конкретным объектам (в дальнейшем именуемых «I вариант», «II вариант» и «III вариант» соответственно), — три. Так как техническим заданием (ТЗ) были установлены допустимые падения давления ΔP по отношению к фактическим давлениям перед установками P_1 для всех трех вариантов, то дальнейшие расчеты выполнены для фактических параметров, заданных ТЗ. Числовые значения некоторых исходных параметров для трех вариантов приведены в таблице 1.

Задача расчета — обеспечение геометрии проточной части гидродинамических кавитационных установок, отвечающей повышению скорости (на срезе сопла в струйном пограничном слое) до такой величины, при которой происходит падение давления до давления насыщенного пара, формированию на начальном участке рабочей камеры за побудителями кавитации сверхзвукового течения, переходящего в конце рабочей камеры в дозвуковое в скачке давления, и удовлетворяющей техническому заданию. На рисунке 2 показана принципиальная схема гидродинамической кавитационной установки, кавитационное устройство 1 которого выполнено в виде одноструйного сопла. M_1-M_5 — места установки манометров для регистрации давления вдоль проточной части кавитационной установки.

Рис. 2. Принципиальная схема гидродинамической кавитационной установки
Fig. 2. Schematic diagram of a hydrodynamic cavitation unit

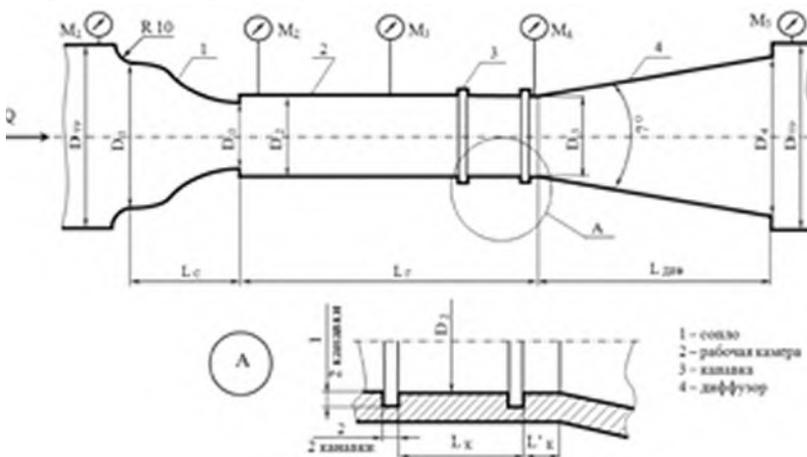


Таблица 1. Исходные данные для расчета кавитационной установки

Table 1. Initial data for the calculation of the cavitation installation

№ п/п	Параметр		Значения		
	Наименование	Обозначение, размерность	I вариант	II вариант	III вариант
1	Подача	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	0,00463	0,0625	0,0484
2	Абсолютное давление на входе в устройство	$P_1, \text{ МПа}$	14,1	13,1	13,6
3	Допустимое падение давления на установке	$\Delta P, \text{ МПа}$	2	1,5	3,5
4	Температура среды	$T, \text{ }^\circ\text{C}$	55	60	54

Таблица 2. Режимные и геометрические параметры расчета

Table 2. Mode and geometric parameters of the calculation

Наименование	Параметр	Обозначение, размерность	Значения		
			I вариант	II вариант	III вариант
Диаметр рабочей камеры	$D_3, \text{ мм}$		6,95	25,41	25,3
Диаметр сопла	$D_2, \text{ мм}$		6,33	23,56	21,17
Диаметр выходного сечения диффузора	$D_4, \text{ мм}$		17	62,2	62
Угол раскрытия диффузора	$Q_{\text{диф}}, \text{ }^\circ$		7		
Площадь соплового отверстия	$A_2, \text{ мм}^2$		31,45	435,73	351,81
Площадь нормального сечения рабочей камеры	$A_3, \text{ мм}^2$		37,92	506,85	502,47
Относительная площадь сопла	$W = A_2/A_3$		0,83	0,86	0,7
Длина рабочей камеры	$L_r, \text{ мм}$		450	1400	1000
Длина диффузора	$L_{\text{диф}}, \text{ мм}$		40	150	150
Длина сопла не менее:	$L_{\text{соп}}, \text{ мм}$		25,2	94,4	84,8

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Гидродинамический расчет кавитационных установок (рис. 2), реализующих протекание рабочего процесса через скачок давления (рис. 1), выполнен по авторской методике, приведенной в [3]. Некоторые режимные и геометрические параметры этой схемы, рассчитанные для трех вариантов, приведены в таблице 2. Так как для формирования сверхзвукового течения в установке давление за кавитационным устройством (соплом) (рис. 2) должно быть меньше либо равно давлению насыщенного пара $P_{\text{н.п}}$, то это означает большие перепады давления на самом кавитационном устройстве при значительном давлении перед установкой P_1 (для всех трех вариантов). Это, в свою очередь, определяет большие скорости истечения из сопла.

Достаточно строгие условия по обеспечению допустимых перепадов давления ΔP на самой гидродинамической кавитационной установке, а также большие скорости истечения из сопла, определяемые физикой сверхзвуковых течений, обуславливают применение «идеально» спроектированного сопла с минимальным коэффициентом сопротивления (например, по кривой Виташинского). На рисунке 3 приведен профиль сопла по кривой Виташинского, а в таблице 3 — геометрические параметры сопла для I, II и III вариантов соответственно.

Относительные перепады давления на установке, близкие к нулю (для I варианта — 0,14, для II варианта — 0,12, для III варианта — 0,26), означают,

Рис. 3. Профилирование сопла по кривой Виташинского
Fig. 3. Nozzle profiling along the Vitashinsky curve

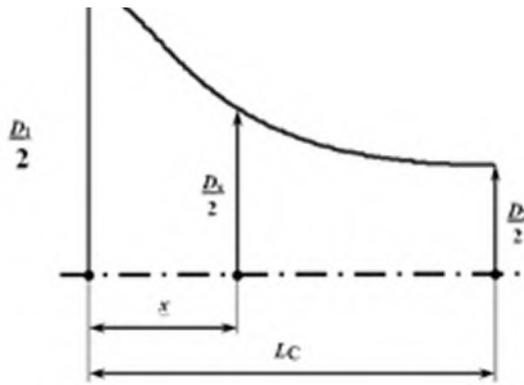


Таблица 3. Геометрические параметры сопла по кривой Виташинского

Table 3. Geometric parameters of the nozzle according to the Vitashinsky curve

I вариант		II вариант		III вариант	
$D_1 = 0,01575 \text{ м},$ $D_2 = 0,0063 \text{ м},$ $L_c = 0,0252 \text{ м}$		$D_1 = 0,059 \text{ м},$ $D_2 = 0,0236 \text{ м},$ $L_c = 0,0944 \text{ м}$		$D_1 = 0,01575 \text{ м},$ $D_2 = 0,0063 \text{ м},$ $L_c = 0,0252 \text{ м}$	
$x, \text{ м}$	$D_{x1}, \text{ м}$	$x, \text{ м}$	$D_{x1}, \text{ м}$	$x, \text{ м}$	$D_{x1}, \text{ м}$
0	0,01575	0	0,059	0	0,053
0,00126	0,0154497	0,00472	0,057875	0,00424	0,0519894
0,00252	0,0146514	0,00944	0,0548846	0,00848	0,0493031
0,00378	0,0135817	0,01416	0,0508774	0,01272	0,0457034
0,00504	0,0124511	0,01888	0,0466423	0,01696	0,041899
0,0063	0,0113888	0,0236	0,0426627	0,0212	0,0383242
0,00756	0,0104504	0,02832	0,0391476	0,02544	0,0351665
0,00882	0,0096482	0,03304	0,0361424	0,02968	0,0324669
0,01008	0,008974	0,03776	0,0336168	0,03392	0,0301982
0,01134	0,0084125	0,04248	0,0315136	0,03816	0,0283088
0,0126	0,0079476	0,0472	0,0297718	0,0424	0,0267442
0,01386	0,0075643	0,05192	0,028336	0,04664	0,0254544
0,01638	0,0069943	0,06136	0,0262008	0,05512	0,0235363
0,1764	0,0067886	0,06608	0,0254304	0,05936	0,0228443
0,0189	0,0066261	0,0708	0,0248217	0,0636	0,0222974
0,02016	0,0065012	0,07552	0,0243538	0,06784	0,0218771
0,02142	0,0064094	0,08024	0,02401	0,07208	0,0215683
0,02268	0,0063472	0,08496	0,0237766	0,07632	0,0213587
0,02394	0,0063115	0,08968	0,0236429	0,08056	0,0212386
0,0252	0,0063	0,0944	0,0236	0,0848	0,0212

что относительная площадь сопла $\Omega = A_2/A_3$ (A_2 и A_3 — площади сопла 1 и рабочей камеры 2 соответственно) (рис. 2) близка к единице (I вариант $\Omega = 0,83$, II вариант $\Omega = 0,86$, III вариант $\Omega = 0,7$). Это, а также вышеперечисленные факторы (большие скорости истечения из сопла, необходимость минимизации потерь давления на установке) обуславливают необходимость выполнения **следующих условий:**

- для всех вариантов применять только одноструйное сопло, спрофилированное по кривой Виташинского (рис. 3, табл. 3);
- строго выдерживать соосность сопла и рабочей камеры.

Для III варианта можно рекомендовать оригинальное сопло, спрофилированное также по кривой Виташинского и имеющее обтекаемую вставку для создания более

Рис. 4. Сопло с обтекаемой вставкой
Fig. 4. Streamlined nozzle

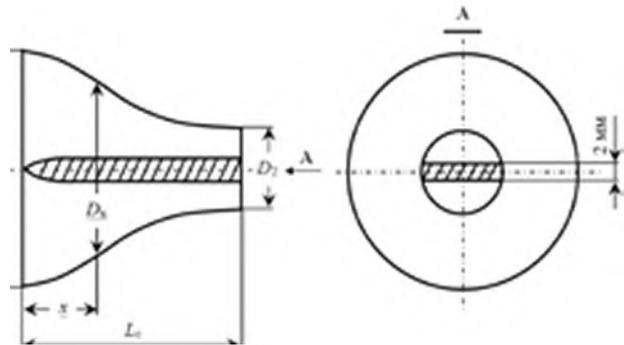


Таблица 4. Геометрические параметры сопла по кривой Виташинского с обтекаемой вставкой

Table 4. Geometric parameters of the nozzle according to the Vitashinsky curve with a streamlined insert

$D_1, \text{ м}$	$D_2, \text{ м}$	$L_c, \text{ м}$	$x_1, \text{ м}$	$D_{x1}, \text{ м}$	$x_1, \text{ м}$	$D_{x1}, \text{ м}$	$x_1, \text{ м}$	$D_{x1}, \text{ м}$
0,0575	0,023	0,092	0	0,0575	0,0322	0,0352236	0,0644	0,0247839
			0,0046	0,0564036	0,0368	0,0327622	0,069	0,0241906
			0,0092	0,0534892	0,0414	0,0307124	0,0736	0,0237346
			0,0138	0,0495839	0,046	0,0290149	0,0782	0,0233995
			0,0184	0,0454565	0,0506	0,0276156	0,0828	0,0231722
			0,023	0,0415781	0,0552	0,0264682	0,0874	0,0230418
			0,0276	0,0381523	0,0598	0,0255347	0,092	0,023

благоприятных условий вихреобразования на срезе сопла и, как следствие, дополнительному падению давления вплоть до давления насыщенного пара.

На рисунке 4 показано данное сопло, а в таблице 4 приведены его геометрические параметры. Диаметр соплового отверстия в этом случае ($D_2 = 23 \text{ мм}$) превышает диаметр соплового отверстия ($D_2 = 21,2 \text{ мм}$) (табл. 4), так как необходимо учитывать стеснение площади на срезе сопла вставкой, чтобы обеспечить численное значение относительной площади сопла $\Omega = 0,7$.

Выводы/Conclusion

Сравнивая два способа инициирования кавитационных явлений в устройствах различного типа (акустических и гидродинамических), можно сказать, что гидродинамическая кавитация обладает несравненными преимуществами: гидродинамические кавитационные устройства легко встраиваются в непрерывную технологическую линию, показывая высокую производительность и меньшие энергозатраты по сравнению с акустическими [6, 7].

Однако широкого практического применения эти устройства до сих пор не нашли, несмотря на простоту их конструкции (последовательно — конфузор, кавитатор, рабочая камера в виде цилиндрической трубы, в конце которой выполнены канавки для инициирования перехода сверхзвукового режима течения в дозвуковой, далее диффузор). Это можно объяснить тем, что расчет таких устройств достаточно сложен, требует детальной разработки рабочего процесса и соответствующей математической модели, учитывающей физику течения двухфазной среды.

Тот факт, что достижение сверхзвуковых течений в двухфазной среде не только возможно, но и легко осуществимо (приведенные выше теоретические и экспериментальные данные свидетельствуют о том, что скорость звука в двухфазных потоках может принимать достаточно низкие значения), предложено

кавитационное устройство со сверхзвуковым режимом течения рабочей жидкости, который переходит в дозвуковой через мощный скачок давления, что является дополнительным диспергирующим воздействием на поток. Промышленная апробация кавитационного устройства, выполненного для подавления сульфатовосстанавливающих бактерий и рассчитанного по данному

методу, показала хорошую сходимость теоретических и опытных данных — подавление бактерий было осуществлено на 80–100%.

Таким образом, разработанная методика может быть применена для расчета устройств подобного типа, имеет практическую значимость и актуальность.

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

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Новикова Ю.А., Копытенкова О.И. Контроль качества питьевой воды. *Контроль качества продукции*. 2022; (5): 32–36. <https://elibrary.ru/layovd>
- Ловкис З.В. Оценка показателей качества и безопасности питьевой и технической воды. *Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук*. 2023; 61(1): 78–86. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-1-78-86>
- Калачева О.А. Лабораторный контроль: проведение анализов питьевой воды и сточных вод. *Естественные и технические науки*. 2022; (2): 282, 283. <https://elibrary.ru/sdzqdi>
- Мухин А.Н., Кирюшин М.С. Почему чистая вода на промышленных объектах так важна для предприятий? *Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение*. 2018; (4): 8–12. <https://elibrary.ru/yvawfd>
- Красуля О.Н., Смирнова А.В., Богущ В.И. Кавитационная дезинтеграция жидких посолочных сред — новая стратегия стабилизации пигментных систем охлажденного мяса. *Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции*. Москва: ЭИПСиПаблишинг. 2020; 267–272. <https://elibrary.ru/pvnihi>
- Безотосный С.С., Притыка И.А., Тишков В.Ф. Сорбционно-окислительно-кавитационная технология очистки жидких радиоактивных отходов. *Безопасность, эффективность, ресурс. Сборник тезисов докладов XIV Международной научно-практической конференции по атомной энергетике*. Севастополь: Севастопольский государственный университет. 2018; 16–18. <https://elibrary.ru/ywizsx>
- Таймаров М.А., Салтанаева Е.А., Ахметова Р.В. Совершенствование технологии сжигания высокообводненного мазута с помощью кавитационной обработки. *Результаты комплексных исследований в области высоких технологий. Сборник статей Международной научно-практической конференции*. Уфа: Аэтерна. 2019; 30–32. <https://elibrary.ru/mkqbvj>
- Бельх М.М. Исследование кавитационного процесса в технологии очистки загрязненных сред. *Молодежь и научно-технический прогресс. Сборник докладов XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. Губкин: Ассистент плюс. 2018; 3: 196–199. <https://elibrary.ru/pprivx>
- Гусев Б.В., Оленич Д.И., Джугарян И.Г. Свойства бетона с использованием поликарбоксилатных добавок при кавитационной обработке. *Инновации и инвестиции*. 2019; (3): 239–242. <https://elibrary.ru/rmqquo>
- Cvetković M., Kompare B., Klemenčič A.K. Application of hydrodynamic cavitation in ballast water treatment. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015; 22(10): 7422–7438. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4360-7>
- Long X.-p. et al. Numerical analysis of bubble dynamics in the diffuser of a jet pump under variable ambient pressure. *Journal of Hydrodynamics*. 2017; 29(3): 510–519. [https://doi.org/10.1016/S1001-6058\(16\)60763-1](https://doi.org/10.1016/S1001-6058(16)60763-1)
- Gogate P.R., Kabadi A.M. A review of applications of cavitation in biochemical engineering/biotechnology. *Biochemical Engineering Journal*. 2009; 44(1): 60–72. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2008.10.006>
- Ashokkumar M., Rink R., Shestakov S. Hydrodynamic cavitation — an alternative to ultrasonic food processing. *Technical Acoustics*. 2011; 9.
- Prokhasko L.S., Rebezov M.B., Zailov R.V. Method for calculating the longitudinal dimensions of hydrodynamic cavitation devices with a pressure jump. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 613: 012113. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012113>
- Prokhasko L. et al. Mathematical model of a hydrodynamic cavitation device used for treatment of food materials. *ARP Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018; 13(24): 9766–9771.
- Prokhasko L. et al. Development of the Mathematical Model of a Hydrodynamic Cavitations Device. *International Journal of Recent Technology and Engineering*. 2019; 8(1): 1113–1120. <https://elibrary.ru/qrazyh>

ОБ АВТОРАХ

Любовь Савельевна Прохаско,
кандидат технических наук, доцент кафедры гидравлики
и гидронеумосистем
prokhaskols@susu.ru

Южно-Уральский государственный университет,
пр-т Ленина, 76, Челябинск, 454080, Россия

REFERENCES

- Novikova Yu.A., Kopytenkova O.I. Drinking water quality control. *Production quality control*. 2022; (5): 32–36 (In Russian). <https://elibrary.ru/layovd>
- Lovkis Z.V. Assessment of quality and safety indicators of drinking and process water. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*. 2023; 61(1): 78–86 (In Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-1-78-86>
- Kalacheva O.A. Laboratory control: analysis of drinking water and wastewater. *Natural and technical sciences*. 2022; (2): 282, 283 (In Russian). <https://elibrary.ru/sdzqdi>
- Mukhin A.N., Kiryushin M.S. Why clean water at industrial facilities so important for enterprises? *Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie*. 2018; (4): 8–12 (In Russian). <https://elibrary.ru/yvawfd>
- Krasulya O.N., Smirnova A.V., Bogush V.I. Cavitation disintegration of liquid salting media is a new strategy for stabilizing pigment systems of chilled meat. *Safety and quality of agricultural raw materials and food. Collection of articles of the All-Russian scientific and practical Conference*. Moscow: APCPublishing. 2020; 267–272 (In Russian). <https://elibrary.ru/pvnihi>
- Bezotosny S.S., Prityka I.A., Tishkov V.F. Sorption-oxidation-cavitation technology of liquid radioactive waste purification. *Safety, efficiency, resource. Collection of abstracts of the 14th International Scientific and Practical Conference on Atomic Energy*. Sevastopol: Sevastopol State University. 2018; 16–18 (In Russian). <https://elibrary.ru/ywizsx>
- Taimarov M.A., Saltanaeva E.A., Akhmetova R.V. Improving the technology of burning high-watered fuel oil using cavitation treatment. *Results of complex research in the field of high technologies. Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference*. Ufa: Aeterna. 2019; 30–32 (In Russian). <https://elibrary.ru/mkqbvj>
- Belykh M.M. Investigation of the cavitation process in the technology of purification of contaminated media. *Youth and scientific and technological progress. Collection of reports of the XI International Scientific and Practical Conference of students, postgraduates and young scientists*. Gubkin: Assistent plus. 2018; 3: 196–199 (In Russian). <https://elibrary.ru/pprivx>
- Gusev B.V., Olenich D.I., Dzhagaryan I.G. Concrete properties using polycarboxylate additives during cavitation treatment. *Innovation & Investment*. 2019; (3): 239–242 (In Russian). <https://elibrary.ru/rmqquo>
- Cvetković M., Kompare B., Klemenčič A.K. Application of hydrodynamic cavitation in ballast water treatment. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015; 22(10): 7422–7438. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4360-7>
- Long X.-p. et al. Numerical analysis of bubble dynamics in the diffuser of a jet pump under variable ambient pressure. *Journal of Hydrodynamics*. 2017; 29(3): 510–519. [https://doi.org/10.1016/S1001-6058\(16\)60763-1](https://doi.org/10.1016/S1001-6058(16)60763-1)
- Gogate P.R., Kabadi A.M. A review of applications of cavitation in biochemical engineering/biotechnology. *Biochemical Engineering Journal*. 2009; 44(1): 60–72. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2008.10.006>
- Ashokkumar M., Rink R., Shestakov S. Hydrodynamic cavitation — an alternative to ultrasonic food processing. *Technical Acoustics*. 2011; 9.
- Prokhasko L.S., Rebezov M.B., Zailov R.V. Method for calculating the longitudinal dimensions of hydrodynamic cavitation devices with a pressure jump. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 613: 012113. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012113>
- Prokhasko L. et al. Mathematical model of a hydrodynamic cavitation device used for treatment of food materials. *ARP Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018; 13(24): 9766–9771.
- Prokhasko L. et al. Development of the Mathematical Model of a Hydrodynamic Cavitations Device. *International Journal of Recent Technology and Engineering*. 2019; 8(1): 1113–1120. <https://elibrary.ru/qrazyh>

ABOUT THE AUTHORS

Lubov Savelievna Prokhasko,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of
the Department of Hydraulics and Hydropneumosems
prokhaskols@susu.ru

South Ural State University,
76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia

И.Ю. Резниченко
Е.А. Егушова ✉

Кузбасская государственная
сельскохозяйственная академия,
Кемерово, Россия

✉ Egushova@mail.ru

Поступила в редакцию:
24.06.2023

Одобрена после рецензирования:
27.10.2023

Принята к публикации:
09.11.2023

Irina Yu. Reznichenko
Elena A. Egushova ✉

Kuzbass State Agricultural Academy,
Kemerovo, Russia

✉ Egushova@mail.ru

Received by the editorial office:
24.06.2023

Accepted in revised:
27.10.2023

Accepted for publication:
09.11.2023

Определение потенциальных рисков при обеспечении безопасности и качества диетических хлебцев

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Реализация принципов ХАССП рассматривается как универсальная составляющая предотвращения возможных опасностей или снижения риска до приемлемого уровня. Структурирование системы управления безопасностью для предприятий малых форм собственности, выпускающих хлебобулочные изделия и применяющих безотходные технологии, представляет определенные трудности, в связи с чем предложенная модель может найти практическое значение.

Методы. Объектом исследования являлись диетические хлебцы на основе смеси муки пшеничной, ржаной обойной, ржаной обдирной, хлебной крошки и порошка топинамбура. При выполнении работы использованы инструменты управления качеством: метод экспертной балльной оценки для расчета вероятности и тяжести выявленных опасных факторов при производстве диетических хлебцев; метод «дерево принятия решений» для определения критических контрольных точек, влияющих на безопасность диетических хлебцев.

Результаты. Для управления рисками в производстве диетических хлебцев выявлены критические контрольные точки (ККТ), дано описание ККТ, представлены отличительные особенности плана ХАССП. Предложенная организация контроля качества и безопасности может быть применена в технологиях производства хлебцев с включением в рецептуру хлебной крошки либо других ингредиентов, схожих по свойствам с крошкой.

Ключевые слова: диетические хлебцы, хлебная крошка, качество, риски, критические контрольные точки, ХАССП

Для цитирования: Резниченко И.Ю., Егушова Е.А. Определение потенциальных рисков при обеспечении безопасности и качества диетических хлебцев. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 122–127. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-122-127>

© Резниченко И.Ю., Егушова Е.А.

Identification of potential risks in ensuring the sustainable quality of dietary breads

ABSTRACT

Relevance. The implementation of the HACCP principles is considered as a universal component of preventing possible hazards or reducing the risk to an acceptable level. Structuring the safety management system for small enterprises producing bakery products and using non-waste technologies presents certain difficulties, in connection with which the proposed model can find practical significance.

Methods. The object of the study was dietary loaves based on a mixture of wheat flour, wholemeal rye, peeled rye, bread crumbs and Jerusalem artichoke powder. When performing the work, quality tools were used: the method of expert scoring to assess the likelihood and severity of identified hazards in the production of dietary bread; decision tree method for determining critical control points that affect the safety of diet crisps.

Results. To manage risks in the production of dietary breads, critical control points are identified, a description of the CCP is given, and the distinctive features of the HACCP plan are presented. The proposed organization of quality and safety control can be applied in technologies for the production of bread with the inclusion of bread crumbs or other ingredients similar in properties to crumbs in the recipe.

Key words: diet bread, bread crumbs, quality, risks, critical control points, HACCP

For citation: Reznichenko I.Yu., Egushova E.A. Identifying potential risks when ensuring the safety and quality of diet breads. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 122–127 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-122-127>

© Reznichenko I.Yu., Egushova E.A.

Введение/Introduction

Хлебцы представляют собой хрустящие ломкие легкие пластины, выпеченные из ржаного либо ржано-пшеничного дрожжевого или бездрожжевого теста.

Потребительский рынок хлебцев в РФ характеризуется увеличением продаж. С 2019 г. продажи хлебцев в России выросли в 3,2 раза. По оценкам BusinesStat, ожидается, что к 2024 г. продажи хлебцев вырастут на 0,7–2,5%¹. Активный рост продаж хлебцев, особенно диетических, обусловлен изменением вкусовых предпочтений россиян и популяризацией здорового образа жизни. Низкая калорийность хлебцев наряду с высокой пищевой ценностью позволяет отнести их к продуктам здорового питания, так как они содержат большое количество пищевых волокон и витаминов группы В. Широкий ассортимент хлебцев, доступная ценовая категория, длительный срок хранения делают их популярными и востребованными мучными изделиями.

Производством хлебцев, хлеба и хлебобулочных изделий, как правило, занимаются крупные хлебопекарные предприятия, количество которых в России достигает 750, что составляет 72% доли рынка. Однако в настоящее время для хлебопекарной отрасли характерна концентрация производственных мощностей не только на крупных, но и на малых предприятиях. Малых предприятий в России более 12 500, что соответствует 28% их доле на рынке². Деятельность малых предприятий, мини-пекарен связана не только с организацией производства продукции в месте ее реализации, но и с формированием собственного ассортимента, отличного от ассортимента крупных торговых сетей.

При постоянном спросе на хлеб и хлебобулочные изделия одной из самых больших проблем отрасли является переработка непроданного хлеба. Задача эффективной утилизации хлебных отходов стоит и перед малыми предприятиями.

Обычно хлебные отходы перерабатывают в хлебную крошку и используют для приготовления панировочных сухарей. Однако современные технологические решения позволяют применять хлебные отходы в качестве ингредиентов в пищевой и комбикормовой промышленности путем их переработки. Один из эффективных методов обращения с отходами — получение экструдатов. Известны способы сокращения отходов хлеба путем переработки панировочных сухарей при экструзионной варке. Экструдаты панировочных сухарей с влажностью 13% по сравнению с экструдатами муки пшеничной имеют более высокие значения индекса расширения, содержание пищевых волокон, мягкую и хрустящую текстуру [1]. Экструдаты, полученные из 50% муки желтого гороха и 50% панировочных сухарей, характеризуются хорошими физическими и технофункциональными свойствами и могут быть перспективны для разработки кормов с высокой питательной ценностью [2].

Новым методом обращения с отходами хлебопекарной промышленности является получение нанокомпозитов на основе хлебной крошки, активированной перосульфатом. Перспективным направлением для удобрения сельскохозяйственных культур служит использование хлебной крошки для производства микромолекулярных органических соединений [3].

Применение экструдеров могут позволить себе крупные предприятия, предприятия малых форм собственности, как правило, применяют другие методы переработки хлебных отходов, так как нет гарантий, что затраченные средства окупятся, а произведенная продукция будет реализована с прибылью.

Другим способом переработки хлебных отходов является применение хлебной крошки в качестве рецептурного компонента в технологии пищевых продуктов [4–7].

Принимая во внимание растущий спрос потребителей на хлеб диетический, комбинированный (из различных видов муки), хлеб с добавками растительных ингредиентов, предложена рецептура диетических хлебцев на основе смеси муки пшеничной, ржаной обойной, ржаной обдирной, хлебной крошки и порошка топинамбура [7].

Цель исследования — выявление рисков и потенциальных возможностей обеспечения безопасности производства диетических хлебцев с учетом принципов ХАССП.

Задачи исследования: дать характеристику и обозначить отличительные особенности диетических хлебцев; представить блок-схему технологического процесса производства; определить контролируемые параметры на всех стадиях технологического процесса; провести анализ опасностей для процесса производства хлебцев; выделить особенности плана ХАССП при производстве диетических хлебцев.

Методы и материалы исследований/ Methods and materials

Объектом исследования являлись диетические хлебцы, изготовленные в соответствии с требованиями ГОСТ 25832-89 на основе смеси муки пшеничной, ржаной обойной, ржаной обдирной, хлебной крошки и порошка топинамбура в лабораторных условиях кафедры биотехнологий и производства продуктов питания Кузбасской государственной сельскохозяйственной академии [7].

При выполнении работы использованы инструменты качества: метод экспертной балльной оценки для анализа вероятности и тяжести выявленных опасных факторов при производстве диетических хлебцев³; метод «дерево принятия решений» для определения критических контрольных точек, влияющих на безопасность диетических хлебцев^{4, 5}.

В экспертной оценке принимали участие инженеры-технологи хлебопекарных предприятий «КемеровоХлеб», «КузбассХлеб», «Империя Мокс» (г. Кемерово, Россия) в количестве 7 человек, имеющие большой практический опыт работы.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Отличительной особенностью диетических хлебцев является использование в рецептуре хлебной крошки и порошка топинамбура, что придает хлебцам добавленную пищевую ценность. Содержание пищевых волокон в хлебцах составляет около 13 г / 100 г, витаминов В₁ — 0,58, В₆ — 0,32 мг / 100 г. Такое количество нутриентов, согласно ТР ТС 022/2011 (приложение 5), позволяет позиционировать продукт как источник витаминов В₁ и В₆, а также как продукт с высоким содержанием пищевых волокон.

¹ Анализ рынка хрустящих хлебцев в России. Прогноз на 2024 г. https://businesstat.ru/images/demo/crispbread_russia

² Анализ российского рынка хлеба и хлебобулочных изделий. <https://marketing.rbc.ru/articles/11527>

³ Методические рекомендации МР 5.1.0096-14 «Методические подходы к организации оценки процессов производства (изготовления) пищевой продукции на основе принципов ХАССП».

⁴ ГОСТ Р 51705.1-2001 Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования.

⁵ ГОСТ Р 56671-2015 Рекомендации по разработке и внедрению процедур, основанных на принципах ХАССП.

Таблица 1. Характеристика диетических хлебцев и их отличительные свойства

Table 1. Characteristics of dietary bread and their distinctive properties

Вид продукции	Диетические хлебцы
Состав продукта	Мука пшеничная I сорта, мука ржаная обдирная, мука ржаная обойная, хлебная крошка, маргарин, сахар-песок, соль пищевая, дрожжи прессованные хлебопекарные, порошок топинамбура
Характеристика продукта, показатели качества и безопасности, учитываемые при испытании	<ul style="list-style-type: none"> Органолептические показатели (по ГОСТ 25832-89): внешний вид — форма недеформированная, прямоугольная, поверхность шероховатая; цвет — от светло-коричневого до коричневого; вкус и запах — свойственные продукту, без постороннего привкуса и запаха; изделия хрупкие. Физико-химические показатели (по ГОСТ 25832-89): титруемая кислотность — не более 8 град., массовая доля влаги — не более 9%, хрупкость — не более 4 кг/см, содержание сахара — не более 3%. Рекомендуемые авторами дополнительные показатели: содержание пищевых волокон — от 12,5 до 13,0 г / 100 г; содержание витамина В₁ — от 0,5 до 0,6 мг / 100 г; витамина В₆ — от 0,3 до 0,35 мг / 100 г. Показатели безопасности (по ТР ТС 021/2011): бактерии группы кишечной палочки не допускаются в массе продукта 1,0 г, плесени — не более 50 КОЕ/г, количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов — не более 1 × 10⁴ КОЕ/г. Токсичные элементы: свинец — 0,35 мг/кг, мышьяк — 0,15 мг/кг, кадмий — 0,07 г/кг, ртуть — 0,015 мг/кг. Пестициды: гексахлорциклогексан (α-, β-, φ-изомеры) — 0,5 мг/кг; ртутьорганические пестициды — не допускается; 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота, ее соли, эфиры — не допускаются; ДДТ и его метаболиты — 0,02 мг/кг; гексахлорбензол — 0,01 мг/кг. Радионуклиды: цезий-137 — 40 Бк/кг; стронций-90 — 20 Бк/кг. Не допускаются посторонние включения, хруст от минеральной примеси и плесени.
Назначение продукта	Для всех категорий потребителей.
Индивидуальная упаковка продукта	Гассетфлоупак, флоупак, пластиковые лотки, бумажные лотки.
Транспортирование продукта	Продукт транспортируют специализированными транспортными средствами в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на транспорте конкретного вида.
Сроки и условия хранения	Продукт хранят при температуре 18 ± 2 °С, относительной влажности воздуха не выше 75%, 45 суток.
Маркировка продукта	В соответствии с ТР ТС 022/2011 ⁶ : наименование продукции; наименование и местонахождение изготовителя; наименование организации, принимающей претензии от потребителей; масса нетто продукта; состав продукта; пищевая и энергетическая ценность; продукт является источником витаминов В ₁ и В ₆ , продукт с высоким содержанием пищевых волокон (12,5–13,0 г / 100 г); дата изготовления; срок хранения; способ приготовления; документ, в соответствии с которым изготовлен и может быть идентифицирован продукт; единый знак обращения на рынке ЕАЭС.
Реализация продукта	Реализация в розничной торговой сети осуществляется при наличии информационных сведений о товаре, целостности упаковки, выкладке товара при температуре 18 ± 2 °С и относительной влажности воздуха не выше 75%.

Разработка новых рецептов и технологий в пищевой промышленности соответствует развитию современной нутрициологии [6, 7].

Для выделения рисков на всех этапах и стадиях технологического процесса с целью дальнейшего анализа опасностей необходимо построение производственной блок-схемы. На рисунке 1 приведена блок-схема производства диетических хлебцев.

Выявление рисков должно проводиться для назначения предупреждающих действий, которые позволяют устранить опасности или снизить их до допустимого уровня. Разработанные диетические хлебцы производятся из растительного и животного сырья, требующего различных режимов и условий хранения, а также способов их подготовки к процессу производства.

При нарушении технологических параметров подготовки сырья к производству возможны загрязнения теста посторонними примесями, химическими веществами, вредными микроорганизмами, что характерно и для

Рис. 1. Блок-схема технологического процесса производства диетических хлебцев

Fig. 1. Block diagram of the technological process of production of dietary bread

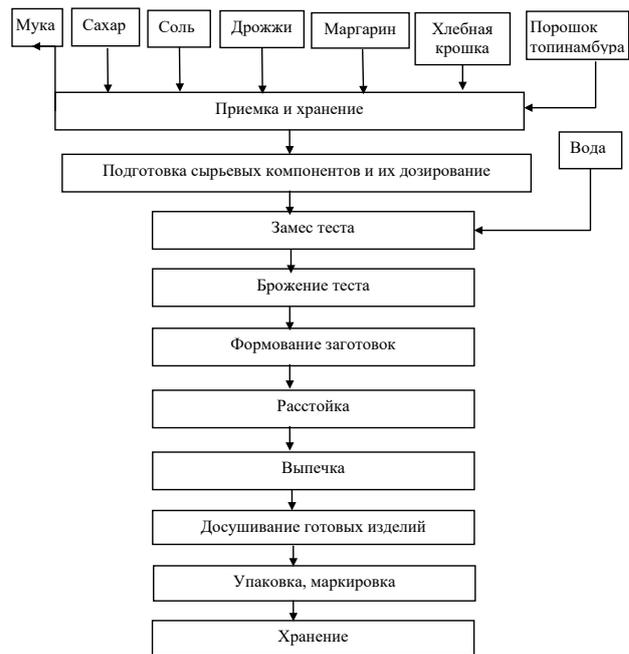


Таблица 2. Контролируемые параметры в технологии производства диетических хлебцев

Table 2. Controlled parameters in the technology of production of dietary breads

Стадия технологического процесса	Контролируемые параметры
Приемка и контроль качества сырья	Мука — органолептические показатели, физико-химические показатели — массовая доля влаги. Хлебная крошка — органолептические показатели, физико-химические показатели — массовая доля влаги, титруемая кислотность. Дрожжи — органолептические показатели, физико-химические показатели — массовая доля сухих веществ, подъемная сила, кислотность в пересчете на уксусную кислоту. Маргарин — органолептические показатели, физико-химические показатели — массовая доля жира, массовая доля влаги, температура плавления жира. Сахар белый — органолептические показатели. Соль пищевая — органолептические показатели. Порошок топинамбура — органолептические показатели
Подготовка и дозирование сырья	Отсутствие посторонних примесей Соответствие массы компонентов рецептуре
Замес теста	Однородность теста, влажность теста
Брожение теста	Температура и продолжительность брожения, кислотность
Формование заготовок	Толщина пласта
Расстойка	Температура и продолжительность расстойки
Выпечка	Температура и продолжительность выпечки
Досушивание готовых изделий	Температура, массовая доля влаги в готовых изделиях
Выходной контроль готовых изделий	Органолептические показатели — вкус и запах, цвет, консистенция, физико-химические показатели — влажность, кислотность, хрупкость
Упаковка	Целостность упаковки, соответствие массы нетто
Маркировка	Соответствие маркировки ТР ТС 022/2011, четкость нанесения, доступность для прочтения. Дополнительные сведения о продукте: хлебцы с высоким содержанием пищевых волокон (удовлетворение суточной нормы потребления на 35–40%), источник витаминов В ₁ , В ₆ (удовлетворение суточной потребности на 20–50%)
Транспортирование готовой продукции	Контроль транспортного средства (санитарное состояние, высота укладки штабеля транспортной тары)

других операций. Контролируемые параметры на всех стадиях технологического процесса производства диетических хлебцев приведены в таблице 2.

⁶ Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011. Пищевая продукция в части ее маркировки.

Таблица 3. Критерии вероятности и последствий для определения потенциальной опасности в процессе производства хлебцев

Table 3. Probability and consequence criteria for determining potential hazard in bread production

Вероятность возникновения риска	Тяжесть последствий от риска
4. Высокая (например, ежедневно)	4. Критическая (чрезвычайная ситуация, смерть)
3. Значительная (например, еженедельно)	3. Тяжелая (например, болезнь, потеря работоспособности)
2. Незначительная (например, раз в месяц)	2. Средней тяжести (например, незначительная травма)
1. Маловероятная (например, раз в год)	1. Легкая (без травм, болезни)

Таблица 4. Индекс риска и управление риском

Table 4. Risk index and risk management

Индекс риска, балл	Тип риска	Управление риском
менее 4	удовлетворительный	PRP
от 4 до 8	низкий	PRP
от 8 до 12	повышенный	ККТ
от 12 до 16	критический	ККТ

Анализ опасностей позволяет выявить потенциальные риски, появление которых возможно на любом из этапов процесса — от получения сырья и материалов до поставки продукции потребителям. Согласно концепции ХАССП выделяют биологические (Б), физические (Ф), химические (Х) риски. Идентификация рисков направлена на определение потенциальных угроз для здоровья человека, которые могут возникнуть в производстве хлебцев. На основе анализа угроз выполняется дальнейшая оценка рисков. Значения вероятности возникновения рисков и тяжесть их последствий, необходимые для определения типа риска и его устранения или контроля, приведены в таблицах 3, 4.

Значительные опасности в технологии хлебцев определены на этапах приемки и контроль качества сырья, брожение. Незначительные риски — на этапах расстойки и выпечки, маловероятные — упаковка, маркировка и хранение.

Риски с индексом менее 8 управляются планом обязательных предварительных мероприятий (PRP), то есть разработкой базовых условий, которые необходимо

обеспечить в организации по цепочке создания хлебцев. В случае индекса риска выше 8 управление риском будет осуществляться с помощью критической контрольной точки (ККТ).

Критическая контрольная точка рассматривается как защитный подход к обеспечению безопасности и в производстве пищевых продуктов, и при их хранении [8].

Анализ опасностей, влияющих на безопасность хлебцев, приведен в таблице 5, в которой тяжесть последствий от риска обозначена буквой *T*, вероятность возникновения риска — *B*. В таблице 5 приведены риски, связанные с несоблюдением технологических режимов, загрязнениями технологического оборудования, недостаточной гигиеной, так как неадекватная система обработки оборудования и несоблюдение санитарных норм являются первопричинами появления рисков [9–11].

В результате анализа рисков выявлены две ККТ — на этапах приемки сырья и брожения.

На этапе приемки сырья микробиологическим рискам подвержена хлебная крошка. При приемке хлебной крошки и подготовке ее к производству необходимо исключить риски, связанные с появлением плесени, споры плесени могут развиваться из-за излишней влажности хлебной крошки либо попасть из воздуха. На этапе брожения риски связаны с повышением кислотности теста. Также обозначены программы обязательных предварительных мероприятий PRP, необходимые для поддержания гигиенических условий на всех стадиях технологической цепи.

Выделенные ККТ и PRP приемлемы для изготовления и продвижения продукции, выработанной с применением отходов хлебопекарного производства, которые требуют повышенного внимания к их подготовке и использованию для обеспечения гарантии качества и безопасности готового продукта в рамках системы менеджмента безопасности, что подтверждается многими исследованиями [12–17].

После завершения оценки рисков выбраны меры контроля с помощью «дерева принятия решений» (рис. 2).

Таблица 5. Анализ опасностей для процесса производства хлебцев

Table 5. Hazard analysis for the bread production process

Этап	Риски	Вероятные причины возникновения	Оценка риска, балл			Методы контроля	ККТ/PRP
			T	B	балл		
Приемка и хранение сырья, упаковочных материалов	Ф: посторонние предметы (остатки упаковки, волосы)	Упаковка, гигиена	3	1	3	Визуальный осмотр	PRP 1
	Х: остаточные химические вещества, токсичные элементы, пестициды	Упаковка, борьба с вредителями	3	1	3	Оценка поставщика, сертификаты. Контроль транспортных средств, личной гигиены	PRP 2
Подготовка сырья к производству	Б: зараженность вредителями хлебных запасов, микроорганизмы (КМАФАМ, БГКП, дрожжи, плесень)	Гигиена	4	3	12	Входной контроль сырья	ККТ1
	Ф: посторонние предметы Х: остатки моющих средств	Обслуживание технологического оборудования, личная гигиена	3	1	3	Проверка оборудования, соблюдение личной гигиены: фартук, маска, перчатки, головной убор	PRP 3
Замес теста	Ф: посторонние предметы от оборудования	Техническое обслуживание дозатора	1	1	1	Проверка дозатора, контроль рецептуры	PRP 4
	Х: передозировка рецептурных компонентов Б: плесень						
Брожение	Ф: повышенная кислотность	Несоблюдение температуры и продолжительности брожения	2	2	4	Контроль кислотности	ККТ2
		Настройка технологического оборудования	3	3	9		
Формование заготовок	Ф: неправильная форма хлебцев	Несоблюдение температуры и продолжительности	1	1	1	Толщина пласта	PRP 5
Расстойка	Ф: повышенная кислотность	Несоблюдение температуры и продолжительности	2	2	4	Контроль кислотности	PRP 6
Выпечка	Ф: хрупкость Х: содержание влаги	Несоблюдение продолжительности и температуры выпечки	3	1	3	Контроль каждой партии по содержанию влаги, поддержание температуры и времени выпечки в соответствии с инструкцией	PRP 7
		Несоблюдение продолжительности и температуры досушивания					
Досушивание	Ф: хрупкость Х: содержание влаги, Б: плесень	Несоблюдение продолжительности и температуры досушивания	2	2	4	Контроль каждой партии по содержанию влаги, поддержание температуры и времени досушивания в соответствии с инструкцией	PRP 8
		Несоблюдение правил гигиены и уборки, загрязнение упаковочных материалов					
Упаковка, маркировка	Ф: посторонние примеси Х: остатки моющих средств Б: плесень	Несоблюдение условий хранения	1	4	4	Контроль гигиены, санитарного состояния помещений, применяемого маркировочного оборудования и маркировочной краски	PRP 9
		Несоблюдение правил гигиены и уборки, загрязнение упаковочных материалов	4	2	8		
Хранение	Ф: нарушение целостности упаковки Б: плесень	Несоблюдение условий хранения	1	4	4	Визуальный осмотр, контроль за режимами параметрами хранения	PRP 10

Таблица 6. Фрагмент рабочего плана ХАССП

Table 6. Fragment of the HACCP work plan

Наименование операции	Опасный фактор	Номер критической контрольной точки	Контролируемый параметр и его предельные значения	Процедура мониторинга	Корректирующее действие	Регистрационно-учетный документ
Приемка и хранение хлебной крошки	Б: зараженность вредителями хлебных запасов	ККТ 1	зараженность вредителями хлебных запасов не допускается	в каждой партии	утилизация	журнал входного контроля качества сырья
	Б: микроорганизмы	ККТ 1	КМАФАМ, КОЕ/г — не более 1×10^4 БГКП не допускаются в массе продукта — 1,0 г; плесени, КОЕ/г — не более 50	в каждой партии	утилизация	журнал входного контроля качества сырья
Брожение теста	Ф: повышенная кислотность	ККТ 2	кислотность теста	в каждой партии	контроль параметров технологического процесса производства хлебобулочных изделий (температуры и продолжительности брожения)	журнал контроля технологического процесса производства хлебобулочных изделий

Рис. 2. «Дерево принятия решений»

Fig. 2. Decision tree analysis



В связи с применением в рецептуре хлебной крошки, что является отличительной особенностью хлебцев, на рисунке 2 приведен фрагмент «дерева принятия

решений» по выбору управленческих решений в случаях выявления рисков, представляющих наибольшую угрозу для безопасности конечного продукта и требующих установления контроля над ними.

На основе проведенного анализа рисков предложен рабочий план ХАССП. Описание ККТ, риски и критические пределы, частота мониторинга показателей, корректирующие действия, записи и верификация приведены в таблице 6, причем подтверждение согласованности с установленными контролируемыми параметрами и их предельными значениями (верификация) осуществлялось в процессе мониторинга. Подтвержденные результаты вносились в регистрационно-учетную документацию.

Выводы/Conclusions

Таким образом, для управления рисками в производстве диетических хлебцев выявлены две критические контрольные точки на этапах приемки и хранения хлебной крошки и брожения теста. Выделены особенности плана ХАССП, отражающие применение хлебной крошки.

Предложенная организация контроля качества и безопасности имеет практическую значимость и может быть применена в технологиях производства хлебцев с включением в рецептуру хлебной крошки либо других ингредиентов, схожих по свойствам с крошкой.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Samray M.N., Masatcioglu T.M., Koksel H. Bread crumbs extrudates: A new approach for reducing bread waste. *Journal of Cereal Science*. 2019; 85: 130–136. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.12.005>
- Luo S., Koksel F. Physical and technofunctional properties of yellow pea flour and bread crumb mixtures processed with low moisture extrusion cooking. *Journal of Food Science*. 2020; 85(9): 2688–2698. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15385>
- Cai D. et al. Gel-based nanocomposite using persulfate-activated bread crumbs for fulvic acid release and Pb(II) removal. *Chemical Engineering Journal*. 2022; 446(2): 137002. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.137002>
- Bahmanyar F., Hosseini S.M., Mirmoghtadaie L., Shojaee-Aliabadi S. Effects of replacing soy protein and bread crumb with quinoa and buckwheat flour in functional beef burger formulation. *Meat Science*. 2021; 172: 108305. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108305>
- Korkmaz A., Oz F. Effect of the use of dry breadcrumb in meatball production on the formation of heterocyclic aromatic amines. *British Food Journal*. 2020; 122(7): 2105–2119. <https://doi.org/10.1108/BJFJ-04-2019-0256>

REFERENCES

- Samray M.N., Masatcioglu T.M., Koksel H. Bread crumbs extrudates: A new approach for reducing bread waste. *Journal of Cereal Science*. 2019; 85: 130–136. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.12.005>
- Luo S., Koksel F. Physical and technofunctional properties of yellow pea flour and bread crumb mixtures processed with low moisture extrusion cooking. *Journal of Food Science*. 2020; 85(9): 2688–2698. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15385>
- Cai D. et al. Gel-based nanocomposite using persulfate-activated bread crumbs for fulvic acid release and Pb(II) removal. *Chemical Engineering Journal*. 2022; 446(2): 137002. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.137002>
- Bahmanyar F., Hosseini S.M., Mirmoghtadaie L., Shojaee-Aliabadi S. Effects of replacing soy protein and bread crumb with quinoa and buckwheat flour in functional beef burger formulation. *Meat Science*. 2021; 172: 108305. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108305>
- Korkmaz A., Oz F. Effect of the use of dry breadcrumb in meatball production on the formation of heterocyclic aromatic amines. *British Food Journal*. 2020; 122(7): 2105–2119. <https://doi.org/10.1108/BJFJ-04-2019-0256>

6. Korompokis K., Deleu L.J., De Brier N., Delcour J.A. Investigation of starch functionality and digestibility in white wheat bread produced from a recipe containing added maltogenic amylase or amyloamylase. *Food Chemistry*. 2021; 362: 130203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130203>
7. Бакин И.А., Егушова Е.А., Резниченко И.Ю. Рациональное использование пищевых отходов в технологии диетических хлебцев. *Пищевая промышленность*. 2023; (1): 45–49. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.1.1.010>
8. Барышников Н.И., Резниченко И.Ю., Вайскрובה Е.С. Разработка системы управления безопасностью на основе принципов ХАССП при производстве хлеба из пшеничной муки. *Техника и технология пищевых производств*. 2017; (4): 115–122. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2017-4-115-122>
9. Asaduzzaman Md. The Implementation of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) Plan for Chicken Nugget Plant. *Asian Food Science Journal*. 2021; 20(5): 11–24. <https://doi.org/10.9734/afsj/2021/v20i530295>
10. Stessl B., Ruppitsch W., Wagner M. *Listeria monocytogenes* post-outbreak management. When could a food production be considered under control again? *International Journal of Food Microbiology*. 2022; 379: 109844. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109844>
11. Mesias M., Delgado-Andrade C., Morales F.J. Process contaminants in battered and breaded foods prepared at public food service establishments. *Food Control*. 2020; 114: 107217. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107217>
12. Pandhi S., Kumar A., Mishra S. Food Quality and Food Safety: Management Systems and Analytical Tools for Public Health. Islam S., Thangadurai D., Sangeetha J., Cruz-Martins N. (eds.). *Global Food Safety. Microbial Interventions and Molecular Advancements*. New York: *Apple Academic Press*. 2023; 303–321. <https://doi.org/10.1201/9781003283140-16>
13. El-Rouby M.Z., Bahlol H.E., El-Desouky A.I., Sharoba A.M., Darweesh A.H. Application of Food Safety Management System (ISO 22000) In Processing of Wheat Flour Product. *Annals of Agricultural Science. Moshtohor*. 2020; 58(4): 949–962.
14. Menini A. *et al.* The Critical Role of Consumers in the Prevention of Foodborne Diseases: An Ethnographic Study of Italian Families. *Foods*. 2022; 11(7): 1006. <https://doi.org/10.3390/foods11071006>
15. Özçakmak S. A model of hazard and risk analysis for bread production and the awareness of food safety. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*. 2019; 11(8): 719–724. <https://doi.org/10.3920/QAS2019.1592>
16. Puspitawati I.N. *et al.* Implementation of Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) on Bread Bakery Production Process in Bunga Mawar Puti Bakery. *MATEC Web of Conferences*. 2022; 372: 02002. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202237202002>
17. Jubayer Md.F., Hossain Md.S., Al-Emran Md., Uddin Md.N. Implementation of HACCP Management System in a Cake Manufacturing Company in Dhaka, Bangladesh: A Case Study. *Journal of Food Quality*. 2022; 2022: 5321333. <https://doi.org/10.1155/2022/5321333>
6. Korompokis K., Deleu L.J., De Brier N., Delcour J.A. Investigation of starch functionality and digestibility in white wheat bread produced from a recipe containing added maltogenic amylase or amyloamylase. *Food Chemistry*. 2021; 362: 130203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130203>
7. Bakin I.A., Egushova E.A., Reznichenko I.Yu. Rational use of food waste in dietary bread technology. *Food Industry*. 2023; (1): 45–49 (In Russian). <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.1.1.010>
8. Baryshnikova N.I., Reznichenko I.Yu., Vayskrobova E.S. Development of the safety management system based on Hazard Analysis and Critical Control Points approach at wheat bread production. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2017; (4): 115–122 (In Russian). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2017-4-115-122>
9. Asaduzzaman Md. The Implementation of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) Plan for Chicken Nugget Plant. *Asian Food Science Journal*. 2021; 20(5): 11–24. <https://doi.org/10.9734/afsj/2021/v20i530295>
10. Stessl B., Ruppitsch W., Wagner M. *Listeria monocytogenes* post-outbreak management. When could a food production be considered under control again? *International Journal of Food Microbiology*. 2022; 379: 109844. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109844>
11. Mesias M., Delgado-Andrade C., Morales F.J. Process contaminants in battered and breaded foods prepared at public food service establishments. *Food Control*. 2020; 114: 107217. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107217>
12. Pandhi S., Kumar A., Mishra S. Food Quality and Food Safety: Management Systems and Analytical Tools for Public Health. Islam S., Thangadurai D., Sangeetha J., Cruz-Martins N. (eds.). *Global Food Safety. Microbial Interventions and Molecular Advancements*. New York: *Apple Academic Press*. 2023; 303–321. <https://doi.org/10.1201/9781003283140-16>
13. El-Rouby M.Z., Bahlol H.E., El-Desouky A.I., Sharoba A.M., Darweesh A.H. Application of Food Safety Management System (ISO 22000) In Processing of Wheat Flour Product. *Annals of Agricultural Science. Moshtohor*. 2020; 58(4): 949–962.
14. Menini A. *et al.* The Critical Role of Consumers in the Prevention of Foodborne Diseases: An Ethnographic Study of Italian Families. *Foods*. 2022; 11(7): 1006. <https://doi.org/10.3390/foods11071006>
15. Özçakmak S. A model of hazard and risk analysis for bread production and the awareness of food safety. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*. 2019; 11(8): 719–724. <https://doi.org/10.3920/QAS2019.1592>
16. Puspitawati I.N. *et al.* Implementation of Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) on Bread Bakery Production Process in Bunga Mawar Puti Bakery. *MATEC Web of Conferences*. 2022; 372: 02002. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202237202002>
17. Jubayer Md.F., Hossain Md.S., Al-Emran Md., Uddin Md.N. Implementation of HACCP Management System in a Cake Manufacturing Company in Dhaka, Bangladesh: A Case Study. *Journal of Food Quality*. 2022; 2022: 5321333. <https://doi.org/10.1155/2022/5321333>

ОБАВТОРАХ

Ирина Юрьевна Резниченко,
доктор технических наук, профессор кафедры биотехнологий
и производства продуктов питания
irina.reznichenko@gmail.com

Елена Анатольевна Егушова,
кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой
биотехнологий и производства продуктов питания
egushova@mail.ru

Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия,
ул. Марковцева, 5, Кемерово, 650056, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Irina Yuryevna Reznichenko,
Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department
of Biotechnology and Food Production
irina.reznichenko@gmail.com

Elena Anatolievna Egushova,
Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
Head of the Department of Biotechnology and Food Production
egushova@mail.ru

Kuzbass State Agricultural Academy,
5 Markovtsev Str., Kemerovo, 650056, Russia

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXIX МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

МВС: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2024



19-21 ИЮНЯ

МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОН № 75



СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ



РОССИЙСКИЙ
ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



АССОЦИАЦИЯ
«РОСРЫБХОЗ»



СОЮЗ
КОМБИКОРМЩИКОВ



СОЮЗРОССАХАР



НАЦИОНАЛЬНАЯ
ВЕТЕРИНАРНАЯ
АССОЦИАЦИЯ



АССОЦИАЦИЯ ПТИЦЕВОДОВ
СТРАН ЕВРАЗИЙСКОГО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА



СПЗ СОЮЗ ПРЕДПРИЯТИЙ
ЗООБИЗНЕСА



АССОЦИАЦИЯ
«ВЕТБИОПРОМ»



АССОЦИАЦИЯ
«ВЕТБЕЗОПАСНОСТЬ»



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СОЮЗ
СВИНОВОДОВ



РОСПТИЦЕСОЮЗ



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР

МОСКОВСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ: ООО «ЭМ-ВИ-СИ»



ТЕЛ.: (495) 755-50-35, 755-50-38

E-MAIL: INFO@EXPOKHLEB.COM

WWW.MVCEXPO.RU



16+



XXXII МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЕТЕРИНАРНЫЙ КОНГРЕСС MVC 2024



10-12 АПРЕЛЯ 2024

Конгресс-холл
Крокус Экспо.
Москва

ОБУЧЕНИЕ ОТДЫХ ОБЩЕНИЕ



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

18+

Реклама

partners



Agros 2024 expo

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ АПК

Молочное и мясное животноводство | Племенное дело
Птицеводство | Свиноводство | Корма | Ветеринария
Полевое кормопроизводство | Кормозаготовка
Комбикормовая промышленность | Хранение зерна

24-26 ЯНВАРЯ | МОСКВА | КРОКУС ЭКСПО

ВЕДУЩИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И МИРОВЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ И ПОСТАВЩИКИ:

- СОВРЕМЕННАЯ ГЕНЕТИКА
- КОРМА, КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ, ПРЕМИКСЫ
- ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И ИНСТРУМЕНТЫ
- ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ

НАСЫЩЕННАЯ ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА – СВЫШЕ 350 ЛУЧШИХ СПИКЕРОВ:

- БОЛЕЕ 60 КОНФЕРЕНЦИЙ, СЕМИНАРОВ, КРУГЛЫХ СТОЛОВ
- ВСЕГДА АКТУАЛЬНЫЙ, ПОЛЕЗНЫЙ КОНТЕНТ БЕЗ РЕКЛАМЫ
- ВСЕРОССИЙСКИЕ СЪЕЗДЫ И СОВЕЩАНИЯ
- ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ФОРУМ ФЕРМЕРОВ – ЗИМНЯЯ ТОЧКА ПРИТЯЖЕНИЯ ФЕРМЕРСКОГО СООБЩЕСТВА



«Такие мероприятия очень важны. Я стараюсь принимать участие, когда темы заявляются серьезные. Не какие-то местечковые, а касающиеся нашей страны».

Дмитрий Матвеев, Президент ГК «Кабаш»

СОВМЕСТНО С

Картофель и Овощи 2024 агротехэкспо

600+ КОМПАНИЙ
17000+ ПОСЕТИТЕЛЕЙ
60+ МЕРОПРИЯТИЙ
350+ СПИКЕРОВ



Генеральный
партнер выставки



КОРМИМ ТЕХ, КТО КОРМИТ НАС

Партнёр раздела “Ветеринарные препараты,
инструменты и оборудование”



ГРУППА
КОМПАНИЙ
ВИК

Партнёр раздела
“Кормовые решения”



ТЕХНОЛОГИИ КОРМЛЕНИЯ

РЕКЛАМА