

научно-теоретический и производственный журнал

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN
SCIENCE

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

6
2023



БЕСПЛАТНО
скачать журнал
и подписаться



Селекция

Состояние семеноводства в РФ:
проблемы и перспективы
развития

12

Зоотехния

Технологические свойства
молока коров в зависимости
от сезона года

34

Садоводство

Новые перспективные сорта
черешни дагестанской
селекции

81



СИЛА НОРМЫ ВЫСЕВА

Продукт для защиты семян мирового уровня
для высоких и стабильных урожаев зерновых

 **Вайбранс® Интеграл**

syngenta.

Агроподдержка
Сингенты

Получите совет эксперта



syngenta.ru





ПРОДАЖА ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛИЧНЫХ, ЭКСПОРТ

УЗНАТЬ БОЛЬШЕ
НА WWW.EFKO.RU

ШРОТ: СОЕВЫЙ, РАПСОВЫЙ, ПОДСОЛНЕЧНЫЙ

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

СОЕВАЯ ОБОЛОЧКА

КОРМОВАЯ ДОБАВКА:
ЖИР МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ULTRA FEED F

КОРМОВОЙ КОНЦЕНТРАТ:
ЗАЩИЩЕННЫЙ ЖИР EXTRA FEED F

Отдел продаж в г. Алексеевке

309850, Белгородская обл., г. Алексеевка,
ул. Фрунзе, д. 4
Тел.: +7 (47234) 4-59-62
E-mail: opmsd@efko.ru

Отдел продаж в г. Воронеже

394018, г. Воронеж, пл. Ленина, 6А
E-mail: orpmsd@efko.ru

Отдел по развитию продаж в г. Воронеже

394018, г. Воронеж, ул. Платонова, д. 4, офис 304
E-mail: orpmsd@efko.ru



ЗАКУПКА



ПЕРЕРАБОТКА



ПРОДАЖА



ЭКСПОРТ

6 · 2023

Agrarnaya nauka

Том 371, номер 6, 2023

Volume 371, number 6, 2023

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

© журнал «Аграрная наука»
© авторы

DOI журнала 10.32634/0869-8155

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

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

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

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

Шеф-редактор: Костромичева И.В.

Научный редактор: Долгая М.Н.

Дизайн и верстка: Антонов С.Н.

Корректор: Кузнецова Г.М.

Библиограф: Нерозник Д.С.

Журналист: Седова Ю.Г.

Юридический адрес: 107053, РФ, г. Москва,

ул. Садовая-Спасская, д. 20

Почтовый адрес: 109147, РФ, г. Москва,

ул. Марксистская, д. 3, стр. 7

Телефон редакции: +7 (495) 777-67-67

(доб. 1453)

agrovetpress@inbox.ru

www.vetpress.ru

<https://agranayanauka.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 13.06.2023

Дата выхода в свет 20.06.2023

Отпечатано в типографии ООО «ВИВА-СТАР»:

107023, г. Москва, ул. Электrozаводская,

д. 20, стр. 3

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

www.vivastar.ru

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN SCIENCE

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

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

Издатель:

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

Главный редактор:

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

Редколлегия:

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

16+

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

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

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

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

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

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

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

АГРОНОМИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Хан Мухаммад Усман, доктор 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, доктор философии, доцент, Исследовательский институт возделывания засушливых земель (ALCRI), Город научных исследований и технологических приложений (SRTA City), г. Каир, Египет.

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

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

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

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

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

Гусаков В.Г., доктор экономических наук, профессор, академик, 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.

6 · 2023

Agrarnaya nauka

Том 371, номер 6, 2023
Volume 371, number 6, 2023

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

© journal «Agrarian science»
© authors

DOI журнала 10.32634/0869-8155

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

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

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

Founder: Limited liability company
“VIC Animal Health”

Senior editor: Kostromicheva I.V.

Executive editor: Dolgaya M.N.

Design and layout: Antonov S.N.

Proofreader: Kuznetsova G.M.

Bibliographer: Neroznik D.S.

Journalist: Sedova Yu.G.

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

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

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

E-mail: agrovetpress@inbox.ru

Websites: www.vetpress.ru
<https://agrarnayanauka.ru>

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

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

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

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

The circulation of 5000 copies.

Signed in print 13.06.2023
Release date 20.06.2023

АГРАРНАЯ НАУКА AGRARIAN SCIENCE

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

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

Publisher:

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

Editor-in-chief:

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

Editorial board:

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Both Russian and foreign authors are invited to publication.

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

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

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

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

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

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

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

AGRONOMY

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Три вопроса эксперту. Влияние погоды на урожай	9
В 2022 году объем поставок сельхозпродукции из РФ в страны Азиатско-Тихоокеанского региона превысил 8 млрд долларов	10
Современное состояние селекции и семеноводства в РФ — проблемы и перспективы развития	12
Почвенные ресурсы России: тенденции, факторы, риски	14
Станислав Алейник: «Ключевая роль в акселеративном развитии органического сельхозпроизводства отведена подготовке кадров»	15
Увеличение качества и сроков годности продукции птицеперерабатывающих предприятий	16
Интервью. Владимир Зарудный: «Привлечение молодых кадров считаю важнейшей задачей управленцев от науки»	18

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Абилов А.И., Козменков П.Л., Боголюбова Н.В., Устименко А.В. Биохимические характеристики телят голштинской породы разных возрастных групп в зимний период	22
Применение аэрозольного оборудования для дезинфекции объектов ветеринарного надзора сельхозпредприятий	29
Точность расчета первой вакцинации ИББ в экономическом разрезе	30
Ускоренный и удобный способ мониторинга наиболее распространенных возбудителей мастита у коров	32
Горелик А.С., Ребезов М.Б., Горелик О.В. Оценка технологических свойств молока коров в зависимости от сезона года	34
Крупин Е.О., Гайнуллина М.К., Шакиров Ш.К., Хоггуи М. Жирнокислотный состав молока коров при включении в их рацион активированного цеолита и пробиотиков	39
Аминова А.Л., Юмагузин И.Ф., Шарифьянов Б.Г., Колесник А.Б. Эффективность применения экстракта коры ливистны в качестве кормовой добавки для телят	45
Девяткин В.А. Использование хвои как источника фитобиотиков в питании животных и аквакультуры	50
Шейда Е.В., Рязанов В.А., Дускаев Г.К., Рахматуллин Ш.Г., Кван О.В. Влияние различных добавок на микробиоту рубца жвачных и течение обменных процессов в рубце <i>in vitro</i> исследованиях	58
Кудинов С.А., Хохлов М.И., Коцаев И.А. Кальциевые соли жирных кислот в кормлении цыплят-бройлеров: влияние на продуктивность и сохранность	65

АГРОНОМИЯ

Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н. Сравнительная оценка питательной ценности силосов из малораспространенных кормовых культур	71
Гречушкина-Сухорукова Л.А. Перспективный ассортимент и интродукция декоративных злаков в степной зоне	76
Гусейнова Б.М., Абдулгамидов М.Д. Комплексная оценка новых перспективных сортов черешни дагестанской селекции	81
Зейналов А.С., Орел Д.С. Адаптационные возможности и изменения в биоэкологии <i>Cydia pomonella</i> L. в Центральном районе Нечерноземной зоны России на фоне глобального потепления	89
Ключ к получению высоких урожаев при недостатке влаги	96

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Митрофанов С.В., Орлова Н.В., Благов Д.А., Панферов Н.С., Тетерин В.С. Применение тукосмесей как фактор повышения устойчивости растениеводства	98
Волхонин М.С., Абалихин А.М., Барабанов Д.В., Крупин А.В., Муханов Н.В. Определение оптимальных режимов работы центробежного измельчителя фуражного зерна	111
Фаткуллин Р.И., Калинина И.В., Науменко Н.В., Попова Н.В., Науменко Е.Е., Иванисова Е., Васильева Е.К. Управляемая коацервация антиоксидантов как способ получения функциональных пищевых ингредиентов повышенной биодоступности	116
Рустомова А.Ж., Ребезов М.Б. Зернобобовая смесь как перспективный сырьевой источник в технологии хлебопечения	121
Ловцова Л.Г., Забелина М.В., Майоров А.В., Ловцов И.В., Тяпаев Т.Б., Мавзовин В.С. Оптимизация погружного культивирования мицелия <i>Pleurotus ostreatus</i> в динамике роста по показателям перекисного окисления липидов	128

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Головина С.Г., Ручкин А.В. Роль кооперативов в устойчивом развитии сельских территорий	131
--	-----

ЮБИЛЕЙ

Академику РАН В.М. Баутину — 75 лет	139
---	-----

CONTENTS

NEWS

8

INDUSTRY EVENTS, TRENDS, NOVELTIES

Three questions for an expert. The weather's influence on the harvest	9	
In 2022, the volume of supplies of agricultural products from the Russian Federation to the countries of the Asia-Pacific region exceeded \$8 billion	10	
The current state of breeding and seed production in the Russian Federation — problems and development prospects	12	
Soil resources of Russia: trends, factors, risks.....	14	
The key role in the accelerating development of organic agricultural production belongs to personnel training	15	
Increasing the quality and shelf life of products of poultry processing enterprises	16	
Interview. Vladimir Zarudny: "I consider attracting young personnel to be the most important task of managers from science"	18	

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

Abilov A.I., Kozmenkov P.L., Bogolubova N.V., Ustimenko A.V. Biochemical characteristics of calves of the Holstein breed of different age groups in winter.....	22	
Application of aerosol equipment for disinfection of objects of veterinary supervision of agricultural enterprises.....	29	
The accuracy of the calculation of the first IBD vaccination in the economic context	30	
A faster and more convenient way to monitor the most common mastitis pathogens in cows.....	32	
Gorelik A.S., Rebezov M.B., Gorelik O.V. Evaluation of the technological properties of cows' milk depending on the season of the year.....	34	
Krupin E.O., Gainullina M.K., Shakirov Sh., Hoggui M. Fatty acid composition of cow milk when activated zeolite and probiotics are included in their diet	39	
Aminova A.L., Yumaguzin I.F., Sharifyanov B.G., Kolesnik A.B. Efficiency of using larch bark extract as a feed additive for calves	45	
Devyatkin V.A. The use of needles as a phytobiotics in animal nutrition and aquaculture	50	
Sheida E.V., Ryazanov V.A., Duskaev G.K., Rakhmatullin Sh.G., Kvan O.V. The effect of various additives on the microbiota of ruminant rumen and the course of metabolic processes in the rumen <i>in vitro</i> studies.....	58	
Kudinov S.A., Hohlov M.I., Koshchayev I.A. Calcium salts of fatty acids in the feeding of broiler chickens: impact on productivity and safety.....	65	

AGRONOMY

Kapsamun A.D., Pavlyuchik E.N., Ivanova N.N. Comparative assessment of the nutritional value of feed from rare silage crops.....	71	
Grechushkina-Sukhorukova L.A. Promising range and introduction of ornamental grasses in the steppe zone	76	
Guseynova B.M., Abdulgamidov M.D. Comprehensive assessment of new promising varieties of sweet cherry of Dagestan breeding	81	
Zeynalov A.S., Orel D.S. Adaptation possibilities and changes in the bioecology of <i>Cydia pomonella</i> L. in the Central region of the Non-black soil zone of Russia on the background of global warming	89	
The Key to High Yields with Low Moisture	96	

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Mitrofanov S.V., Orlova N.V., Blagov D.A., Panferov N.S., Teterin V.S. The use of mixed fertilizers as a factor in increasing the sustainability of crop production	98
Volkhonov M.S., Abalikhin A.M., Barabanov D.V., Krupin A.V., Mukhanov N.V. Determination of optimal modes of operation of centrifugal fodder grain grinder.....	111
Fatkullin R.I., Kalinina I.V., Naumenko N.V., Popova N.V., Naumenko E.E., Ivanišová E., Vasileva E.K. Controlled coacervation of antioxidants as a way to produce functional food ingredients with increased bioavailability	116
Rustemova A.Z., Rebezov M.B. Leguminous mixture as a promising raw material source in bakery technology.....	121
Lovtsova L.G., Zabelina M.V., Mayorov A.V., Lovtsov I.V., Tyapaev T.B., Mazovin V.S. Optimization of submersible cultivation of mycelium <i>Pleurotus ostreatus</i> in the dynamics of growth in terms of lipid peroxidation	128

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

Golovina S.G., Ruchkin A.V. The role of cooperatives in the sustainable development of rural areas.....	131
---	-----

JUBILEE

Academician of the Russian Academy of Sciences V.M. Bautin celebrates 75 years	139
--	-----



ФАС СОВМЕСТНО С МИНСЕЛЬХОЗОМ РОССИИ ПОРУЧЕНО ОСУЩЕСТВЛЯТЬ МОНИТОРИНГ ЦЕН НА ТРАКТОРА И КОМБАЙНЫ ДЛЯ СЕЛЬХОЗТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

По итогам заседания Правительственной комиссии по вопросам агропромышленного комплекса и устойчивого развития сельских территорий, проведенного вице-премьером РФ Викторией Абрамченко, федеральным Минпромторгом и Минсельхозом поручено осуществлять контроль исполнения плана поставок тракторов российского и белорусского производства, начиная с июня текущего года. А также — для своевременного обеспечения аграриев запасными частями в период проведения сезонных полевых работ — проработать вопрос расширения перечня товаров в рамках механизма параллельного импорта. ФАС и Минсельхозу России поручено осуществлять мониторинг цен на сельскохозяйственные трактора и комбайны для сельхозтоваропроизводителей.

Виктория Абрамченко отметила необходимость и далее развивать инструменты льготного агролизинга. По ее данным, через все инструменты «Росагролизинга» поставлено более 12,7 тыс. единиц техники на сумму более 71,5 млрд руб. Это в количественном выражении на четверть больше, чем годом ранее. В текущем году планируется добиться аналогичных показателей и поставить порядка 13 тыс. единиц техники и оборудования для передачи в лизинг, сообщила вице-премьер. Из федерального бюджета предусмотрено больше 6 млрд руб. для сохранения темпов обновления парка техники и оборудования, отметила она.

Вице-премьер сообщила, что ежегодно в Луганскую и Донецкую народные республики, Запорожскую и Херсонскую области планируется поставка не менее 260 единиц техники и оборудования.

(Источник: Официальный сайт Правительства России)



Подпишитесь
на наш
Telegram канал!

В ТЕКУЩЕМ ГОДУ ОМСКИЙ АНЦ ПЛАНИРУЕТ В 2 РАЗА УВЕЛИЧИТЬ ОБЪЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ

Омский аграрный научный центр (Омский АНЦ) планирует в 2023 году вырастить около 1 тыс. т семенного картофеля, что в 2 раза больше показателя 2022 года, сообщил директор центра Максим Чекусов ТАСС. Это позволит снизить зависимость сибирских аграриев от сортов зарубежной селекции, доля которых в Омской области составляет 96%, пояснил он. В 2022 году, по данным Россельхознадзора, доля сортов отечественной репродукции картофеля составила в Омской области всего 4%, отметил Максим Чекусов.

В 2022 году Омский АНЦ получил порядка 500 т семенного картофеля, выделив под эти цели 40 га посевных площадей, уточнил заведомо картофеля Омского АНЦ Александр Черемисин. Поскольку из-за сильной засухи урожай оказался меньше запланированного, то было принято решение увеличить в 1,5 раза площади посевов под эту сельхозкультуру. Хорошей урожайности должны способствовать прогнозируемые более благоприятные погодные условия и мелиорация. Также Максим Чекусов сообщил, что учеными Омского АНЦ выведено два коммерческих сорта, которые по всем параметрам, включая технологию уборки и хранения, не уступают зарубежным сортам и будут активно продвигаться на рынке.

УЧЕНЫЕ ИЗ РОССИИ И КИТАЯ СОЗДАЛИ РОБОТИЗИРОВАННУЮ НАЗЕМНУЮ ПЛАТФОРМУ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Роботизированная наземная платформа botANNIC, выявляющая дефекты и повреждения фруктовых деревьев в саду с точностью более 80%, создана международным коллективом российских и китайских ученых. Научный проект был запущен учеными ТГТУ в рамках комитета «Умное агро» научно-образовательного центра мирового уровня «Инженерия будущего», в состав которого входит вуз. Затем к научному коллективу присоединились ученые из НИТУ МИСИС, НИУ ВШЭ, Китайского горно-технологического университета. Новая система успешно показала себя в ходе испытаний на территории промышленного яблоневых сада ФНЦ имени И.В. Мичурина. С помощью стереокамеры, использующей нейросети для воспроизведения человеческого зрения, botANNIC сканирует листовые и плодоносные части деревьев, обнаруживает яблоки в кроне дерева, выявляя их степень спелости и повреждения. Предложенное учеными решение полезно для хозяйств, выращивающих фрукты в садах интенсивного типа. Оно также найдет применение в системах мониторинга и поддержки принятия решений для своевременного планирования агротехнических и защитных мер по сохранению высокого урожая.

(Источник: Официальный сайт ТГТУ)



МИРОВЫЕ ЦЕНЫ НА ПШЕНИЦУ СНИЗИЛИСЬ НА 3,5%

Мировые цены на продовольственные товары в мае текущего года были снижены на фоне значительного падения котировок на большинство зерновых, растительных масел и молочных продуктов, отмечается в сообщении Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО).

Индекс продовольственных цен ФАО, отражающий ежемесячные изменения международных цен на основные виды продовольствия, составил в мае 124,3 пункта, что на 2,6% ниже, чем в апреле, и на 22,1% ниже исторического максимума, достигнутого в марте 2022 года. Индекс цен на зерновые ФАО снизился на 4,8% по сравнению с предыдущим месяцем. В сообщении указывается, что мировые цены на пшеницу снизились на 3,5%, что обусловлено в том числе «продлением черноморской зерновой инициативы».

Индекс цен на растительное масло ФАО в мае снизился на 8,7%, что в среднем на 48,2% ниже уровня 2022 года. Цены на молочные продукты, по сравнению с апрелем, снизились на 3,2%. Вместе с тем индекс цен на сахар демонстрирует рост четвертый месяц подряд, увеличившись на 5,5% по сравнению с апрелем и достигнув уровня почти на 31% выше, чем годом ранее. В мае также выросли цены на мясо — на 1%.

(Источник: ТАСС)

ВЛИЯНИЕ ПОГОДЫ НА УРОЖАЙ



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



1 В процессе своего роста культуры подвержены влиянию погодных условий. Каким образом неблагоприятная погода может отразиться на урожае?

Погода имеет решающее значение для развития как озимых, так и яровых культур — начиная с посева и заканчивая сбором урожая. Зимний период, когда озимые культуры находятся в фазе покоя, может быть особенно опасным, так как экстремальные погодные условия негативно сказываются на состоянии растений и их способности выжить до весенней оттепели.

Одна из основных угроз для озимых культур — заморозки в зимний период. Засуха также является серьезной проблемой, особенно весной, когда культуры нуждаются в достаточном количестве влаги для нормального развития.

Однако существуют меры, которые могут быть приняты для снижения рисков и защиты культур от погодных аномалий. Например, посев устойчивых к засухе и заморозкам сортов озимых культур может помочь справиться с негативными последствиями погодных условий. Также важным аспектом является правильное управление агротехническими мероприятиями, такими как сроки сева, подкормка, чтобы создать наилучшие условия для роста и развития культур.

2 На какие периоды вегетации зерновых следует обратить особое внимание аграриям?

Критических периодов на протяжении всей вегетации зерновых (яровых) на самом деле достаточно. Вот некоторые из них:

1. всходы (формирование густоты стояния растения);
2. кущение (закладка количества потенциальных побегов с колосом);
3. колошение (формирование колоса).

Период от всходов до конца кущения ограничен 30 днями биологии культуры. При оптимальных условиях и температуре плюс 10–12 °C семена прорастают через 5–10 дней, а при холодной затяжной весне — 15–25. Таким образом, кущение и формирование потенциала урожайности у культуры могут занимать: 25 дней — при оптимальных условиях, 5 дней — при стрессах.

После 30 дней температура воздуха превысит 18 °C, и растение прекратит процесс формирования новых побегов.

Чем дольше семена будут всходить, тем меньше дней останется на кущение:

- 1 день = 0,1 коэф. кущения,
0,1 x 30 дней = 3 стебля

Причины, по которым могут быть задержки всходов на длительный период:

1. недостаток влаги в почве;
2. высокая норма высева;
3. выбор жесткого препарата для защиты семян в совокупности с глубокой заделкой семян.

3 Расскажите, пожалуйста, о мерах защиты яровых культур от погодных аномалий.

При классической обработке почвы необходимо использовать легкие бороны для закрытия влаги до посева и после. Передовые хозяйства после каждого дождя используют бороны на паровых полях для накопления влаги в почве под следующую культуру — например, яровые зерновые.

Современные технологии также могут быть использованы для прогнозирования погодных условий и определения оптимальных моментов для проведения агротехнических мероприятий. Аграрии могут использовать данные о погоде, полученные от метеорологических станций, а также приборы и датчики для контроля и сбора данных на полях. Это позволяет принимать обоснованные решения и своевременно реагировать на изменения погодных условий.

Важным аспектом в сельском хозяйстве является и диверсификация посевных площадей. Разнообразие культур (как озимых, так и яровых) на полях позволяет снизить риски потери урожая из-за неблагоприятных погодных условий. Если одна культура пострадала от заморозков или засухи, другие могут компенсировать потери.

Кроме того, обучение и консультации производителей по агротехнике и управлению рисками могут сыграть важную роль в снижении влияния погоды на урожай культур.

Использование современных технологий, правильное управление агротехническими мероприятиями, диверсификация посевных площадей и обучение производителей-аграриев помогут снизить риски и справиться с негативными последствиями погодных аномалий.

Читайте в следующем номере:
«Разновидности регуляторов роста: на что обратить внимание при выборе препарата»

	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
Прорастание-всходы						
Кущение						
Выход в трубку						
Колошение						
Цветение						
Созревание						

ГК «Шанс»
Тел.: 8 (800) 700-90-36
shans-group.com

В 2022 ГОДУ ОБЪЕМ ПОСТАВОК СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ ИЗ РФ В СТРАНЫ АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА ПРЕВЫСИЛ 8 МЛРД ДОЛЛАРОВ

В ходе панельной сессии «Дальний Восток – надежный поставщик продукции АПК в страны АТР», прошедшей 27 мая текущего года в рамках деловой программы Российско-китайского экономического форума «АмурЭкспоФорум-2023», состоялось обсуждение современного состояния и перспективных направлений экспорта дальневосточной агропромышленной продукции в страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Особый интерес участников вызвало выступление заместителя министра сельского хозяйства РФ Сергея Левина.

В настоящее время Россия входит в двадцатку крупнейших экспортеров сельскохозяйственной продукции и продовольствия в мире, сообщил заместитель министра сельского хозяйства РФ Сергей Левин. Наша страна за последние двадцать лет в мировом рейтинге стран-экспортеров поднялась на 18 место, за это время российский экспорт продукции АПК вырос практически в 3,5 раза, что стало возможным благодаря реализации экспортно ориентированной модели развития агропромышленного комплекса РФ, отметил он. По данным спикера, в прошлом году российский аграрный экспорт превысил 41,5 млрд долл., что больше, чем в предыдущем году, примерно на 12%. Традиционно наибольшую долю в экспортируемой продукции составляют зерновые (в основном, пшеница), а также масложировая, рыбная продукция, морепродукты, продукция пищевой, перерабатывающей промышленности. География российского аграрного экспорта охватывает порядка 160 стран, ведущими импортерами сельхозпродукции являются Китай, Турция, Казахстан и Республика Корея.

«Говоря о потенциале развития аграрного производства и экспорта сельскохозяйственной продукции на Дальнем Востоке, мы в первую очередь имеем в виду

быстро растущий Азиатско-Тихоокеанский регион, в котором сосредоточено большое количество стран с многочисленным и растущим населением», — сказал Сергей Левин. Урбанизация и рост доходов населения в этих странах меняют структуру потребления продуктов в регионе, повышают спрос на качественную сельхозпродукцию и продовольствие (мясо, молочную продукцию, кондитерские изделия и т.д.), в результате, АТР на текущий момент является крупнейшим потребителем сельхозпродукции и продовольствия в мире, пояснил спикер. «Наши поставки продукции АПК в Азиатско-Тихоокеанский регион тоже стабильно растут», — добавил он. Так, в прошлом году они превысили 8 млрд долл., что на 10% выше уровня 2021 года. «В этом году рост экспорта также сохраняется и даже ускоряется», — сказал замминистра. Он уточнил, что объем экспорта РФ, по сравнению с аналогичным прошлогодним периодом, увеличился более чем на 30%, а нашими крупнейшими покупателями в АТР являются Китай, Южная Корея, Япония и Вьетнам. По словам спикера, Вьетнам и Китай будут в ближайшие годы активно увеличивать импорт продовольствия, что, опять же, связано с урбанизацией и опережающим ростом доходов населения. Например,



КНР нарастил импорт продовольствия почти в два раза за последние пять лет. «Китайская Народная Республика является ключевым партнером в области торговли сельскохозяйственной продукцией, — в прошлом году наши поставки продовольствия туда превысили 5 миллиардов долларов. Все последние годы, кроме, наверное, пандемийного 2021, российский экспорт в КНР показывает двузначные темпы роста: в прошлом году он вырос почти втрое по отношению к уровню 2017 года. А доля Китая в российском экспорте увеличилась почти до 12,5 процентов. И мы видим при этом большой потенциал в развитии торговых отношений и в наращивании поставок российского продовольствия и сельхозпродукции как в Китай, так и в другие ключевые страны Азиатско-Тихоокеанского региона», — резюмировал Сергей Левин. Он отметил, что для раскрытия торгового потенциала с АТР необходимо не только наращивать поставки традиционных продуктов, но и расширять ассортимент поставляемой продукции. А также — обеспечить транспортную доступность для отечественных аграриев. «Сегодня Дальний Восток является воротами для экспорта сельхозпродукции и продовольствия в страны Азиатско-Тихоокеанского региона, но для полноценной реализации нашего экспортного потенциала следует качественно улучшить ситуацию с логистической инфраструктурой на территории округа», — сказал замминистра. Нужно строить новые морские терминалы, модернизировать железнодорожную инфраструктуру с учетом высокой загруженности и необходимости организации регулярных перевозок, добавил он.

«Развитие инфраструктуры, безусловно, простимулирует производство сельхозпродукции в Дальневосточном федеральном округе. При этом надо помнить, что Дальний Восток обладает естественными природно-климатическими и географическими особенностями, которые во многом определяют его продуктовую специализацию. Это не только вылов рыбы, но и, например, выращивание сои. По этим базовым продуктам для региона нам также необходимо переходить от сырьевой модели экспорта к развитию переработки», — отметил Сергей Левин. По его данным, округ имеет недостаточно диверсифицированную структуру экспорта: на долю рыбы и морепродуктов приходится 3/4 от общего объема экспорта в стоимостном выражении. «Перед рыбной промышленностью стоит задача диверсифицировать географию поставок и более активно развивать переработку», — сказал замминистра. — Не менее важной является задача в целом продуктовой диверсификации экспорта. Задача повышения переработки стоит и перед масложировой отраслью. Нужно переходить от продажи российской высококачественной продовольственной, не генно-модифицированной сои по недостаточным высоким ценам в Китай к экспорту дорогих продуктов ее переработки, и исключительно на пищевые цели». В частности, повышение рентабельности переработки и полная загрузка перерабатывающих мощностей позволяют сформировать экспортный потенциал по соевому

маслу в объеме до 150 тыс. т в год, при этом необходимо обеспечить и сбыт соевого шрота, отметил спикер. Он сообщил, что для развития агропромышленного комплекса Дальнего Востока и потенциала его экспорта Минсельхоз России предлагает широкую систему мер господдержки, которая охватывает потребности бизнеса от этапа первоначального инвестирования в производство до выхода на перспективные рынки сбыта, сертификации, продвижения своей сельскохозяйственной продукции. «К таким мерам относится компенсация затрат на создание и модернизацию производственных мощностей переработки до 25 процентов от фактической стоимости объекта. Введению в оборот новых земель способствует программа компенсации затрат на строительство мелиоративных сооружений. И еще одной важной для Дальнего Востока мерой является стимулирование производства масличных культур. Для обеспечения соответствия продукции требованиям азиатских потребителей необходима модернизация и перевооружение производства. Поэтому в этом году разработана новая мера поддержки в виде предоставления в льготный лизинг высокотехнологичного оборудования. Не могу не упомянуть и нашу основную меру поддержки — льготное кредитование. В соответствии с ней сельхозпроизводители Дальнего Востока могут получать краткосрочные и длинные инвестиционные кредиты, по ставке не более 5 процентов в рублях», — рассказал Сергей Левин.

Важным элементом системы продвижения продукции АПК на внешние рынки является сеть представителей Министерства сельского хозяйства РФ за рубежом — сельхозатташе, сообщил спикер. Институт представителей Минсельхоза стал эффективным механизмом помощи российским экспортерам, важным каналом профессиональной коммуникации как с государственными органами зарубежных стран, так и с компаниями-импортерами российской сельхозпродукции и продовольствия, отметил он. В настоящее время атташе по сельскому хозяйству направлены в 11 стран Азиатско-Тихоокеанского региона, заключил замминистра.

Ю.Г. Седова

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА В РФ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ



Актуальные вопросы обеспечения сельхозтоваропроизводителей посевным материалом сельскохозяйственных культур (прежде всего отечественной селекции), выращенных на территории РФ, обсудили участники заседания секции «Селекция и семеноводство» Экспертного совета при Комитете Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию, прошедшего 23.05.2023 в режиме видеоконференции в верхней палате российского парламента. Заседание провел заместитель председателя Комитета Совфеда Белан Хамчиев.

В ходе заседания директор департамента селекции и семеноводства Минсельхоза России Иван Музалев сообщил, что министерство продолжает реализацию Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства, направленной на обеспечение стабильного роста производства сельхозпродукции за счет приведения новых российских сортов племенной продукции, технологии производства высококачественных кормов и кормовых добавок, ветеринарных препаратов. В числе основных задач ФНТП — создание и внедрение отечественных технологий производства семян высших категорий племенной продукции по направлениям, имеющим высокую степень импортозависимости, уточнил он. Что касается в целом стратегии развития научно-технической деятельности, то в 2023 году Министерству сельского хозяйства РФ будет передано 11 научно-исследовательских институтов, ранее подведомственных Минобрнауке России, которые являются базовыми научными центрами, отвечающими за практические результаты селекции и семеноводства основных видов сельхозпродукции, отметил спикер. Он сообщил, что Минсельхоз России находится в тесном взаимодействии с бизнес-сообществом. «Мы обсуждаем направления, являющиеся приоритетными на сегодняшний день, и вырабатываем общую стратегию развития тех направлений исследований (в том числе в рамках доводимых госзаданий для научно-исследовательских институтов), которые будут востребованы для бизнеса», — рассказал директор департамента.

В соответствии с поручением председателя Совета Федерации Валентины Матвиенко о рассмотрении результатов реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы (ФНТП) и подготовке предложений по ее совершенствованию профильный комитет проводит соответствующую работу, отметил сенатор Белан Хамчиев.

Спикер уточнил, что данная тематика рассматривалась на совещании комитета с участием широкого круга представителей федеральных органов исполнительной власти, отраслевых научных организаций и предприятий, союзов и ассоциаций в октябре прошлого года. Он сообщил, что в настоящее время идет подготовка совещания «О результатах реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы в Тюменской области» (которое пройдет под руководством первого зампреда Совета Федерации Андрея Яцкина). Необходимо рассмотреть

ход реализации этих рекомендаций и подготовить предложения по повышению эффективности данной работы, направленной на выполнение задач ФНТП и Доктрины продовольственной безопасности, резюмировал парламентарий. «При этом важно выработать новые подходы к обеспечению ускоренного развития селекции и семеноводства в условиях нарастающего санкционного давления на нашу страну», — сказал он.

Законодатель заострил внимание на том, что в рамках ФНТП реализуются шесть подпрограмм по сельскохозяйственным культурам, однако фактически исполняются из них пока только две — по картофелю и сахарной свекле. Ряд подпрограмм находятся в различных стадиях подготовки и согласования, плановый срок начала их реализации — 2023–2024 гг. Следует провести анализ причин возникновения ситуации, когда действующие подпрограммы не оказывают существенного влияния на обеспечение роста показателя доли отечественных семян в высевах и снижении импорта семян, отметил Белан Хамчиев. В связи с продлением сроков действия ФНТП до 2030 года необходимо провести пересмотр этой программы с учетом новых условий функционирования экономики нашей страны, в том числе сделать корректировку ее индикаторов в целях скорейшего достижения самообеспеченности семенами сельскохозяйственных культур, а также завоевания внешних рынков, заключил сенатор.

ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр» по заданию Министерства сельского хозяйства РФ уже второй год четко отслеживает все семенные посевы в России, и анализ ситуации показывает, что (при всех сложностях) по многим показателям в этой сфере наметился прогресс, отметил директор Россельхозцентра д. с.-х. н. Александр Малько. По его словам, селекция и семеноводство — достаточно консервативные отрасли, так что даже лучшие сорта появляются на полях не сразу, после того как они получены. Следовательно, для внедрения новых селекционных достижений необходимо преодолеть консерватизм, инерцию не только сельхозтоваропроизводителей, но и оригинаторов, пояснил Александр Малько. «Последние должны понять, что без качественного маркетингового продвижения их сорта на полях не появятся», — сказал он. Спикер отметил, что одним из таких способов являются демонстрационные посевы, на которых новинки отечественной селекции смогут показать лучшие свойства, заложенные в них учеными.

Ю.Г. Седова

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

МВС: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2023



21-23 ИЮНЯ

МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОНЫ № 55, 57



СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



МИНСЕЛЬХОЗ РОССИИ



РОССИЙСКИЙ
ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



АССОЦИАЦИЯ
«РОСРЫБХОЗ»



СОЮЗ
КОМБИКОРМЩИКОВ



СОЮЗРОССАХАР



НАЦИОНАЛЬНАЯ
ВЕТЕРИНАРНАЯ
АССОЦИАЦИЯ



АССОЦИАЦИЯ ПТИЦЕВОДОВ
СТРАН ЕВРАЗИЙСКОГО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА



СПЗ СОЮЗ ПРЕДПРИЯТИЙ
ЗООБИЗНЕСА



АССОЦИАЦИЯ
«ВЕТБИОПРОМ»



АССОЦИАЦИЯ
«ВЕТБЕЗОПАСНОСТЬ»



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СОЮЗ
СВИНОВОДОВ



РОСПТИЦЕСОЮЗ



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР
МОСКОВСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ
ЦЕНТР МАРКЕТИНГА «ЭКСПОХЛЕБ»



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



16+

Реклама

ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ: ТЕНДЕНЦИИ, ФАКТОРЫ, РИСКИ

Актуальные вопросы ресурсосберегающего природопользования, рекультивации и раскрытия поглощающего потенциала почв обсудили участники круглого стола «Чистая земля: почвы — основа экологических систем России», прошедшего 24.04.2023 в ТАСС. Организатором мероприятия, приуроченного к Международному дню Земли, выступила Всероссийская экологическая онлайн-платформа «Чистое будущее».

В ходе дискуссии было отмечено, что современный комплексный подход к устойчивому развитию и экологии предполагает как минимизацию воздействия на окружающую среду со стороны человека, так и деятельное участие государства, бизнеса, науки и общества в восстановлении природных ресурсов. Президент Владимир Путин неоднократно называл вопросы рационального природопользования и обеспечения экологической безопасности в числе ключевых общенациональных интересов, сообщила первый заместитель главного редактора ТАСС Лана Самарина — модератор круглого стола. Россия, будучи крупнейшей страной мира с площадью свыше 17 млн км², обладает богатым разнообразием почв и огромной площадью земель сельскохозяйственного назначения, от состояния которых напрямую зависит качество жизни и здоровья миллионов наших сограждан, резюмировала она.

Почва — это объект, который используется активно человеком для удовлетворения своих нужд (основное использование — сельскохозяйственное производство), пояснил главный научный сотрудник Федерального исследовательского центра «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», академик РАН Игорь Савин. Нерациональное использование ведет к тому, что почва начинает терять свои — важные для человека и биосферы — функции, то есть деградирует, отметил он. «Восстановить ее плодородие намного сложнее и дольше, чем попытаться защитить то, что имеем на данный момент», — добавил ученый.

Масштабные работы по ликвидации исторически накопленного ущерба почвами проводятся «Роснефтью», сообщила замдиректора департамента анализа, методологии и развития промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды компании Виктория Сапожникова. Речь идет о восстановлении и экологической реабилитации территорий, загрязненных еще в советский период, пояснила она. По словам спикера, свыше 2500 га земель так называемого «исторического наследия» было рекультивировано за 2013–2022 годы. В числе инициатив по ликвидации загрязненных земель «исторического наследия» — реализованный «Роснефтью» и Национальным парком «Русская Арктика» комплексный проект «Чистая Арктика». Как рассказал ведущий научный эксперт нацпарка Дмитрий Крюков, в рамках данного проекта специалисты в течение трех лет исследовали острова архипелага Земля Франца-Иосифа для определения масштаба и характера загрязнения почв и грунтов на местах хранения горюче-смазочных материалов. В результате были выявлены пространственная и временная динамика загрязнения, определены механизмы миграции загрязнения, сообщил эксперт. Помимо этого, в ходе реализации проекта были



обнаружены микроорганизмы, наиболее эффективно разрушающие нефтепродукты при низких (2–6°C) температурах. По мнению ученых, выявленные в арктических грунтах высокоактивные культуры могут быть использованы для создания биопрепаратов для очистки нефтезагрязненных грунтов, заключил спикер.

Необходимы научно обоснованные, утвержденные государством нормативы допустимого остаточного содержания нефтепродуктов в почвах, отметил профессор кафедры химии почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, д.б.н. Сергей Трофимов.

Директор дирекции развития агро- и биотехнологий компании «Иннопрактика» Владимир Авдеев сообщил о проекте «Иннагро», — реализуемой компанией с 2020 года программе испытаний биологических препаратов для сельского хозяйства, позволяющих управлять плодородием почв и восстанавливать биоценоз.

Заведующий кафедрой экологии Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К.А. Тимирязева, д.б.н. Иван Васенев отметил, что РФ занимает лидирующую позицию в мире по площади земель сельхозназначения. «Наше богатство территорий — это наш, как говорится, и крест, — сказал он. — Потому что, имея такое большое разнообразие почв, мы не можем применять унифицированные технологии, чем грешили в советское время, провоцируя массовое развитие деградационных процессов». Человечество никогда не достигнет абсолютно чистой земли, но может — ради будущих поколений — сохранить ее пригодной для качественной жизни, подытожил ученый.

Ю.Г. Седова

СТАНИСЛАВ АЛЕЙНИК: «КЛЮЧЕВАЯ РОЛЬ В АКСЕЛЕРАТИВНОМ РАЗВИТИИ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДСТВА ОТВЕДЕНА ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ»

В ходе панельной дискуссии «Органическое производство: возможности, перспективы и международное сотрудничество», прошедшей в рамках деловой программы X Невского международного экологического конгресса 25.05.2023, состоялось обсуждение текущего состояния и основных тенденций развития производства органической продукции.

Создание нормативно-правовой базы, принятие Федерального закона от 03.08.2018 № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и вступление его в силу активизировали развитие в России рынка органических продуктов, отметил первый вице-спикер Совета Федерации Андрей Яцкин. Сегодня порядка 50 регионов РФ развивают органическое производство, выдано около 300 сертификатов соответствия, сообщил он. Наша страна располагает большими возможностями для ведения органического сельхозпроизводства, — богатые земельные ресурсы, разнообразие флоры и фауны позволяют активно развивать данное направление, отметил парламентарий. Россия открыта к сотрудничеству с заинтересованными странами и готова проводить партнерскую работу по гармонизации действующих стандартов с международными требованиями, заключил он.

Рынок органики растет, особенно в США и Евросоюзе, Россия здесь имеет естественные конкурентные преимущества, которые необходимо реализовывать в интересах как вывоза, так и ввоза органической продукции, отметил директор отделения Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) для связи с Российской Федерацией Олег Кобяков.

Ректор Белгородского ГАУ Станислав Алейник заострил внимание на Стратегии развития органического

сельского хозяйства в Российской Федерации до 2030 года, разработанной Минсельхозом России при участии ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина и Роскачества. Он отметил, что Стратегия определяет приоритеты, цели и задачи, сценарий развития отрасли, в зависимости от применяемых механизмов и объемов господдержки и конъюнктуры рынка, в ней дана оценка современного состояния и тенденций развития производства органической продукции в стране. «На начало разработки стратегии — это был 2021 год — в структуре производства органической продукции в России преобладала продукция органического растениеводства, при этом прослеживалась четкая сырьевая составляющая (то есть там были корма, зерновые, зернобобовые культуры), а продукция органического животноводства, в основном, была представлена местными продуктами и занимала небольшой объем, — сообщил ректор. — В целях развития отрасли в Стратегии особое внимание было уделено сокращению административных барьеров и избыточных требований к производителям органической продукции, предложены меры поддержки ее экспорта». Отдельное внимание в документе уделяется развитию технологий, стартапов, инноваций через создание территориальных кластеров по отраслевому принципу для обеспечения производства и сбыта произведенной продукции, формирование инвесткарты органических проектов и системной поддержки привлечения инвесторов, резюмировал он.

Ключевая роль в акселеративном развитии органического сельхозпроизводства отведена подготовке кадров разного уровня — от среднего профессионального до дополнительного профобразования, основы органического сельского хозяйства уже включены в основные профессиональные образовательные программы российских аграрных вузов (в 34 из них функционируют структуры по направлению органического сельского хозяйства), отметил ректор. «В настоящее время еще в 16 вузах планируется создать 26 подобных структур, — сообщил он. — Помимо этого, в 29 образовательных организациях высшего образования имеются 32 структуры ДПО, которые по направлению органического сельского хозяйства проводят переподготовку повышения кадров отечественного агробизнеса». По мнению Станислава Алейника, это важный аспект, индикатор отзывчивости российского бизнес-сообщества. «Бизнес поверил в данное направление и ведет переподготовку специалистов под эту отрасль», — заключил ректор.

Ю.Г. Седова



УВЕЛИЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И СРОКОВ ГОДНОСТИ ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Сегодня для предприятий птицеперерабатывающей промышленности особенно актуальна проблема сохранности охлажденной продукции. Ввиду высокой конкуренции на рынке и предъявляемых требований магазинов каждый руководитель стремится выпускать продукцию высокого качества и с большим сроком годности, что позволяет ему заходить на новые рынки сбыта и расширять территорию продаж. Однако это важно не только для производителей и розничных продавцов, но и для населения — проблема пищевых токсикоинфекций остается актуальной и в настоящее время.

При производстве любых пищевых продуктов основополагающим фактором является соблюдение профилактических мер, направленных на повышение качества выпускаемого товара и уменьшение распространения бактерий, вызывающих пищевые отравления.

На сегодняшний день на предприятиях птицеперерабатывающей промышленности эффективной мерой решения проблемы является санация тушек птицы или ее частей стабилизированными продуктами синтеза уксусной кислоты и перекиси водорода, содержащих надуксусную кислоту (НУК) в качестве основного действующего вещества. Одним из таких продуктов является дезинфицирующее средство ФУДКЛИН ПЕРОКСИ. Препарат выпускается в России, прошел множество тестов и испытаний и эффективно используется на многих птицеперерабатывающих предприятиях в России и странах СНГ.

Средство имеет стабильный высококонцентрированный состав с содержанием надуксусной кислоты (до 17%) и перекиси водорода (до 20%). Рабочие растворы средства безопасны для продукции и потребителя. Они не наносят вреда окружающей среде, так как составляющие компоненты, не оставляя токсичных отходов, легко разлагаются на воду, кислород и уксусную кислоту, которая, в свою очередь, со временем распадается на углекислый газ и воду. Надуксусная кислота — это источник свободных радикалов, разрушающих микроорганизмы. Она является сильным окислителем и воздействует на клетку, разрушая ее не только снаружи, но и изнутри. Разрывая белковую систему, НУК быстро уничтожает микроорганизм, будь то бактерия, спора или вирус. Бицидное действие НУК не зависит от температуры и достигается уже при 0 °С.

ФУДКЛИН ПЕРОКСИ относится к числу дезинфицирующих препаратов, способных одновременно воздействовать на аэробную и анаэробную микрофлору, и является высокоэффективным антимикробным средством в отношении грамотрицательных и грамположительных бактерий, в том числе бактерий группы кишечных палочек, стафилококков, стрептококков, сальмонелл и плесневых грибов. Еще одной особенностью средства является тот факт, что при его длительном применении не происходит формирования резистентности микроорганизмов к НУК.

Тем не менее каким бы ни было эффективно средство и несмотря на многочисленные положительные отзывы о нем, зачастую его применение не приносит нужного результата. На производстве случается так, что работа по обработке тушек средством добросовестно проведена,

в нужной концентрации, строго по инструкции, однако результаты испытания показывают, что проблема не решена: тушка не сохраняет свое качество в необходимый срок. Как итог, новые рынки и территории продаж для предприятия закрыты.

В данной ситуации эффективным выходом является внедрение комплексного подхода к проблеме. То есть, чтобы получить продукцию с высоким сроком годности, предприятию необходимо совместить правильную технологию применения вспомогательных дезинфицирующих средств для санации продукции с поддержанием санитарных и гигиенических норм всего производства на высоком уровне.

В современном мире не найти двух похожих друг на друга предприятий, именно поэтому нет и универсальной технологической схемы производства продукции, включающей в себя обработку продукции дезинфицирующим средством, которую можно было бы использовать на любом птицеперерабатывающем предприятии. Нередко встречаются случаи, когда обработанную тушку курицы кладут в пластиковую тару, не задумываясь при этом, стерильна ли сама тара. В данном случае одной уверенности сотрудников в ее чистоте недостаточно. Бывают случаи, когда ящик для готовой продукции обмывают только водой, используя машину автоматической мойки тары туннельного типа. Это неверный подход, исключающий правильные санитарные условия. Есть другая ситуация: на машине может быть установлен дозатор моющих средств с подачей нужного средства. Но возникают вопросы: правильное ли используется средство? какая у него концентрация и поддерживается ли она в течение всей смены? Незнание ответов на эти вопросы — серьезный риск распространения бактерий по всему производству, что в свою очередь кардинально влияет на сроки годности продукции.

Грязная вода или рабочий раствор моющего средства без дезинфицирующих компонентов, низкая концентрация способствуют накоплению бактерий, вирусов и различных патогенных микроорганизмов. Они не покидают грязную тару и, что еще хуже, «поселяются» на новых, когда-то чистых ящиках. В итоге такой подход к мойке тары не решает поставленной задачи увеличения сроков годности хранения продукта, а, наоборот, ухудшает ситуацию. Этому аспекту следует уделить особое внимание.

Наконец, необходимо сказать и о личной гигиене, ведь это неотъемлемая составляющая здоровья каждого человека, а гигиена сотрудника пищевого предприятия — неотъемлемая часть здоровья всего населения. Стоит



задуматься: каков будет результат, если сотрудник производства грязными руками возьмет уже готовую к упаковке продукцию? как это повлияет на ее качество и срок годности? Ответы на данные вопросы напрямую связаны с экономией, к которой стремится любое предприятие.

Минимальная экономия на гигиене и качестве санитарной обработки предприятия может вылиться в убытки из-за несоответствия нормам и снижения качества продукции. И наоборот, вложив дополнительные средства в санитарную программу, в результате можно получить прибыль, значительно превышающую эти расходы, а также новые перспективы и рынки сбыта. Так, многие предприятия не используют специальные дезинфицирующие средства для рук, считая, что антибактериальное мыло полностью перекрывает вопрос личной гигиены сотрудников. Это мнение ошибочно. Антибактериальное мыло — всего лишь моющее средство, содержащее в своем составе еще и антисептический агент, который не убивает микроорганизмы, а уменьшает их количество или замедляет их рост на коже. Обычно в таком мыле применяют добавки, которые воздействуют на клеточную стенку бактерий. В результате все бактерии замедляют свое размножение, а некоторые погибают. При этом снижается естественный микробный фон кожи, что делает ее уязвимой для вирусов и грибов.

Что касается вирусов: мыло полностью не может их убить, чаще всего оно лишь несколько ослабляет их связь с кожей человека, что облегчает их отделение и смывание водой. А с тем, что осталось на коже, необходимо бороться только с помощью дезинфицирующих средств. Одним из таких препаратов, является дезинфицирующее средство «Доктор ВИК» в виде жидкости или геля для обработки рук и кожных покровов. Средство имеет в составе комплекс высокоэффективных действующих веществ, таких как изопропиловый спирт, хлоргексидин биглюконат, алкилдиметилбензиламмоний хлорид, и другие вспомогательные элементы.

Нельзя не отметить также большое значение междуменной мойки и дезинфекции поверхностей оборудования и стен на предприятии. Остатки загрязнений, бактерии, микробы — всё это опять же высокие риски для производства. Современные принципы работы на пищевых предприятиях диктуют свои условия.

Выполнение всех нормативов — это абсолютно правильный подход. ХАССП (НАССР) — общепринятая и всем хорошо знакомая концепция. К сожалению, ее принципы соблюдаются далеко не всегда, но биобезопасность продукции — это самый верный вектор развития пищевого производства. Как сегодня, так и в будущем.

Таким образом, вопрос увеличения качества и сроков годности продукции необходимо решать комплексно. Одно лишь использование моющих, дезинфицирующих и других средств не приведет к намеченной цели. Если не получается решить поставленную задачу самостоятельно, стоит обратиться к помощи высококвалифицированных специалистов, ведь достигнуть нужного результата проще, делая постепенные и ровные шаги по заданному направлению совместно с экспертами.

Специалистами ГК ВИК реализовано большое количество успешных проектов по увеличению сроков годности продукции. Есть ощутимые результа-

ты, которые привели клиентов компании на новый уровень в производстве и продажах.

Сервисная служба компании осуществляет для своих клиентов целый комплекс услуг по поддержанию высокого уровня санитарной безопасности на всех уровнях производственного процесса предприятия. Возвращаясь к вопросу комплексного подхода в этом направлении, можно выделить следующие этапы:

- составление индивидуального плана мойки для каждого предприятия;
- обучение сотрудников моющей бригады;
- наблюдение за процессом мойки и оценка работы моющей бригады;
- прямой контроль за соблюдением санитарных норм на производстве;
- предоставление различного моющего оборудования;
- сервисное обслуживание предоставленного оборудования (диагностика, ремонт, замена);
- контроль концентраций рабочих растворов моющих и дезинфицирующих средств;
- разработка и подготовка наглядных вспомогательных средств агитации и инструкций для персонала (памятки, материалы, таблички и др.);
- мониторинг и предоставление отчетов и рекомендаций по итогам проделанной работы.

Кроме вышеперечисленного, при необходимости эксперт проводит лабораторные исследования проб, взятых на производстве в независимой аккредитованной лаборатории. Исследования проводятся как с целью мониторинга санитарного состояния всего предприятия, так и для оценки степени обсемененности продукции и определения качества воды, используемой в процессе производства.

В совокупности с правильно подобранными моющими и дезинфицирующими средствами все эти этапы дают действительно эффективный результат на предприятиях птицеперерабатывающей промышленности. Такая методика, учитывающая важные нюансы, минимизирует риски распространения патогенных микроорганизмов и в конечном счете позволяет существенно увеличить качество и сроки годности продукции.

В заключение необходимо подчеркнуть, что взаимовыгодное и результативное сотрудничество — это всегда коллективная и двусторонняя работа, сотрудничество партнеров, идущих к одной цели. Только это способно принести действительно значимый результат.

А.А. Ефимов, руководитель направления
«Санитария пищевых производств» ГК ВИК

ВЛАДИМИР ЗАРУДНЫЙ: «ПРИВЛЕЧЕНИЕ МОЛОДЫХ КАДРОВ СЧИТАЮ ВАЖНЕЙШЕЙ ЗАДАЧЕЙ УПРАВЛЕНЦЕВ ОТ НАУКИ»



— **Владимир Алексеевич, вы прошли, наверное, весь путь менеджера — от промышленного производства и управления отраслью до ее научного обеспечения. Помогает такое разнообразие ролей?**

— Да, я действительно пришел к руководству новым для себя направлением — научной деятельностью организации с прекрасной историей — Калининградским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства, который в следующем году отмечает свое 75-летие. ФНЦ «ВИК имени Вильямса», филиалом которого является КНИИСХ, был основан по поручению императора Николая II и отмечает свой 100-летний юбилей. Это научная школа с вековыми традициями.

Мой опыт приобретался на стыке экономических эпох на растущих рынках FMCG, в эпоху, когда смена технологических платформ происходила динамично и стремительно: компания «Продукты Питания», лидер в категории замороженных полуфабрикатов из мяса птицы на российском рынке, производственное

Директор Калининградского научно-исследовательского института сельского хозяйства — филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» Владимир Зарудный известен своим вкладом в развитие сельского хозяйства Калининградской области. Владимир Алексеевич дал интервью журналу «Аграрная наука», в котором рассказал о научных направлениях возглавляемого им института, опыте в должности министра сельского хозяйства Калининградской области, развитии аграрной науки в условиях санкций и своем отношении к ГМО.

направление которой я возглавлял на протяжении семи лет, многое сделала: первые наггетсы в промышленных масштабах начала поставлять не только в розничные сети, но и в сегмент HORECA, кулинарные изделия по технологии IQF (индивидуально быстрозамороженные продукты), прогрессивные коэкструдированные кулинарные изделия в принципиально новых упаковках, продукты для питания на борту самолетов. Наша команда одной из первых внедрила метровые линии по заморозке от компании «Фригоскандия», мультиголовочные весовые комплексы от компании «Ишида», жарочные печи «Кукстар», что моментально отразилось на рыночной доле и создало предпосылки для развития направления продуктов высокой добавленной стоимости на национальном уровне. Торговая марка «Золотой петушок» приобрела доверие десятков тысяч потребителей (подтверждением являются многочисленные номинации на ведущих отраслевых выставках в России и за рубежом).

— **Ваше сотрудничество с компанией «Продукты Питания» оказалось весьма плодотворным. Пригодился ли вам этот опыт в должности министра сельского хозяйства Калининградской области?**

— Признаюсь, после назначения министром я был несколько озадачен глубиной различий в подходах государственного управления и бизнесе. Предприниматели логичны и субъектны: есть человек, его дело, его решения. Деятельность ориентирована на результат. Если решения приносят дополнительный доход, приводят к экономии ресурсов и повышению общей эффективности, то они получают мощную поддержку, становятся реальностью и мгновенно распространяются по системе. Так бизнес имеет неограниченный творческий и управленческий потенциал развития. Тем не менее программно-целевой метод в регулировании отрасли себя оправдал: мы разработали более 13 целевых программ развития отрасли, нарастили

производство сельскохозяйственной продукции более чем в три раза за пять лет, вывели Калининградскую область в лидеры развития АПК и, что гораздо важнее, стали регионом — донором продовольствия. Это было бы нереализуемо без тесного сотрудничества с Калининградской областной Думой, с аграрным сообществом. Без этой поддержки кадровая турбулентность государственной службы просто не дала бы времени на долгосрочные программы развития. Я рад наблюдать, что принятые нами программы сегодня работают и развиваются.

— Поговорим о науке. Какие направления возглавляемого вами института считаете наиболее важными?

— Становым хребтом наших исследований являются кормопроизводство и обеспечивающее его семеноводство. При существующей в настоящий момент проблеме неполного использования протеина кормов, когда более чем пять миллионов тонн протеина в мировом масштабе транзитом проходит через животных и недоусваивается в полезную продукцию. Это объясняется несбалансированностью аминокислотного состава кормов, когда недостаток критической недостающей аминокислоты приводит к невозможности строения белка организма животного, так называемый эффект бочки Либиха. Наши исследования направлены на экономически оправданные решения в области традиционных и новых кормовых ресурсов, которые бы повысили общую конверсию корма за счет внедрения в широкую практику новейших сортов кормовых культур, их апробацию и сортоиспытание, размножение и первичное семеноводство. Часто объектами наших исследований становятся дикие виды растений, имеющие потенциально ценные хозяйственные признаки. В качестве примера приведу такое с детства известное нам растение, как крапива. Она — просто кладовая витаминов, ферментных комплексов и фитобиотиков наряду с высоким содержанием метионина и лизина в зеленой массе. Наши исследования по доместификации и использованию крапивы как кормовой культуры вызвали огромный интерес в отраслевом научном сообществе. Статьи на эту тему были напечатаны в международных журналах первого квартала. Другой новинкой кормопроизводства является сурепица нового сорта Надежда селекции ВНИИ кормов. Сурепичный жмых и сурепичное масло, содержащее свыше 60% олеиновой кислоты, обеспечивают снижение конверсии корма в производстве бройлеров до 1,5, что было убедительно показано как на опытах в Сергиевом Посаде Московской области, так и в виварии ФНЦ «ВИК имени Вильямса». Производственные испытания комбикормов с новыми энергопротеиновыми компонентами подтвердили свою высокую эффективность и в практике промышленного хозяйства Калининградской области. Зачем же, спросите вы, нужна сурепица, если Минсельхоз России взял курс на выращивание сои? Дело в том, что сурепица может произрастать гораздо севернее сои и подсолнечника, имеет короткий вегетационный цикл, не подвержена в такой степени поражению микозами, как рапс, и не содержит эруковой кислоты. Это северное растение для Нечерноземья, которое, наряду с узколиственным и белым люпином и новейшими сортами сои, способно значительно снизить себестоимость производства кормов.

— Какие вызовы стоят сейчас перед аграрной наукой?

— Прогресс в сфере сельского хозяйства — уникальное явление. Цифровизация, точное земледелие, геозондирование из космоса насыщают аграрное производство новыми технологиями и профессиями. Сексированное семя практически в каждом регионе поднимает на качественно новый уровень племенное животноводство, в корне меняет оборот стада. Гибриды сменяют сорта, промышленная переработка в продукты приходит на смену первичной переработке сельхозпродукции, создаются аграрные индустриальные парки. Наука обязана давать ответы на новые вопросы, возникающие у аграриев. Корнаж и безвыгульные системы содержания скота ставят перед кормопроизводством новые вопросы сохранения силоса, применения передовых отечественных консервантов силоса. Биотехнология и выведение новых штаммов полезных бактерий способны давать отдачу от производства ризоторфина и культур клубеньковых бактерий до решения такой важной задачи, как обеспечение молочной промышленности молочнокислыми культурами. Изменение климата дает новые надежды для растениеводов — новые сорта и гибриды овощных и продовольственных культур приходят на смену старым. Очень важна труднейшая проблема накопления резистентности к действию средств защиты растений. Научно обоснованные севообороты, применение сидеральных паров и биологических средств защиты растений, использование энтомофагов в интенсивных садах способны экономить хозяйствам значительные объемы средств. Команда ученых Калининградского НИИ сельского хозяйства ежегодно проводит демонстрационные посевы новых сортов и культур на своих полях, обучает фермеров новым агротехническим приемам, популяризирует бинарные посевы. Изменение климата в Калининградской области позволило вернуться к перспективным работам по подзимнему севу: мы высеем яровые культуры зерновых после озимого сева — в ноябре — декабре, пока не промерзла почва, тем самым увеличивая сроки посевной кампании, повышая урожайность яровых культур, перенося жатву в сухой период. Отдельным направлением работы для нас является повышение плодородия почв за счет биологической мелиорации — изучение различных по назначению сидеральных смесей, таких как люпинофацеливые, горчично-люпиновые, которые позволяют оздоровить почву, привлечь расы полезных насекомых, хищных ос для контроля распространения вредителей. Попутно вносится вклад в консервацию углерода. Наши исследования показывают, что на каждый гектар люпинового сидерального пара приходится связывание четырех тонн молекулярного углерода в гумусовые комплексы фульвокислот, то есть углерод консервируется в глубоких анаэробных слоях почвы.

— Это всё возможности, которые вы видите в аграрной науке. А какие есть именно сложности? Если таковые просматриваются?

— Наибольшей сложностью считаю удержание разумного баланса между опытными учеными и молодежью. Не секрет, что, как только наука становится возрастной, приходит определенный консерватизм. Молодежь же, не обладая опытом и не ведая всех сложностей научного поиска, открыта для нового. Привлечение молодых научных кадров считаю важнейшей задачей управленцев от науки. И конечно же, просто

здорово, что в майских указах Президента прописана достойная компенсация у научных сотрудников — две средние зарплаты по региону. Только вот ресурсов у научных организаций для выполнения данного указа часто не имеется, региональные органы исполнительной власти, заинтересованные в росте человеческого капитала вверенной им территории, могли бы взять на себя часть этой важной для государственной политики меры поддержки.

— По данным ВЦИОМ, больше 80% россиян настроены против ГМО. Выскажите, пожалуйста, свою точку зрения.

— ГМО продукты весьма разнообразны, и я бы не стал их все равнять под одну гребенку. Если использование технологии CRISPR-CAS позволяет получить устойчивое к комплексу болезней растение, это приведет к снижению применения агрессивных химических обработок пестицидами, что, вне всяких сомнений, перевесит потенциальный гипотетический вред от ГМО. Нарастание резистентности патогенов к основным классам фунгицидов и инсектицидов не оставляет нам выбора — в горизонте двух десятилетий интенсивной химизации большинство действующих веществ перестанут эффективно работать. Мы можем столкнуться с угрозой голода на фоне мирового роста населения в силу средневекового страха перед новым. Мое предложение, хотя я и не верю в негативные последствия генной инженерии, состоит в ограничении использования продуктов ГМО непосредственно в пищу человека, но в широком использовании на кормовые и технические цели. Учитывая тот факт, что большая часть пшеницы используется на корм животным, это могло бы стать разумным компромиссом. К слову, пшеница на корм — не лучшее решение. Широкое использование тритикале, гибрида ржи и пшеницы, показывает гораздо лучшие результаты, и исследования нашего института это убедительно доказали — как при использовании в свиноводстве, так и в птицеводстве. В настоящий момент мы изучаем новый тип этой культуры — шарозерный тритикале, и предварительные результаты по урожайности на кислых почвах, содержанию белка в зерне (особенно лизина) весьма впечатляют.

— Как вы оцениваете работу аграрной отрасли в условиях санкционного давления?

— Российская аграрная отрасль находится в хорошей форме: проведена масштабная модернизация основных производственных фондов, построены критические объекты инфраструктуры, компании перешли на новые технологии производства, земледелие использует ресурсосберегающие технологии. Но главный ароморфоз — к управлению сельскохозяйственными предприятиями пришла молодежь, способная быть мобильной и проактивной, умеющая договариваться, понимающая искусство торговли и приветствующая перемены. С другой стороны — многолетний провал в системе подготовки кадров среднего звена привел к катастрофической нехватке механизаторов, чей средний возраст по отрасли неуклонно повышается. Ситуация усугубляется нарастанием конкуренции со стороны строительной и дорожной отраслей, способных в моменте предложить механизаторам большую зарплату и сорвать их с рабочего места. Это ведет к необходимости роста фонда оплаты труда, что довольно сложно сделать, учитывая санкционное давление. В качестве компенсационной меры со стороны органов исполнительной власти могут

предложить для отдельных критичных профессий АПК, таких как комбайнер или механизатор, субсидирование подоходного налога за работников сельскохозяйственным предприятиям. Данная мера поддержки весьма проста в администрировании и, уверен, способна стимулировать рост числа эффективно занятых квалифицированных работников. Другой серьезной проблемой, которая постепенно к нам подкрадывается, является кризис перепроизводства первичной сельхозпродукции. В качестве примера приведу Калининградскую область. По итогам 2022 года профицит зерновых в регионе превысил 300 тысяч тонн, основная часть которых пришлось на продовольственную пшеницу, чья себестоимость весьма высока и делает нерентабельной переработку в кормопроизводстве. Как итог, в преддверии нового урожая пшеница скопилась на элеваторах, что вызывает беспокойство по организации отраслевой логистики. Экспортная пошлина на зерновые усугубила проблему и в очередной раз показала, что регулирование агропродовольственных рынков — сложнейшая экономическая задача. Считаю, что в условиях бойкота российских энергоносителей их экспортное место должна занять продукция АПК, и экспорт сельхозпродукции необходимо освободить от административных и монетарных барьеров. В молоке и премиальных сегментах потребительского продовольствия наблюдается затоваривание по другой причине — снижение доходов населения. Зачастую население просто не может себе позволить оплачивать то, что положено каждому человеку по медицинским нормам. В итоге АПК наращивает объемы производства, стремясь к обеспечению по этим нормам, но они экономически несостоятельны. Поэтому любые меры поддержки АПК, которые стабилизируют рост цен на продовольствие, дадут мощный мультипликативный эффект российской экономике. Можно вспомнить, например, программу льготного топлива и, применив ее, стимулировать как продажи дизельного топлива, снизившиеся из-за санкций, так и поддержать крестьянство.

— Что бы вы посоветовали молодым ученым, выбравшим аграрную науку сферой своей деятельности?

— Хороший вопрос. Во-первых, быть ученым-предпринимателем. Пробуйте, учитесь на ошибках, ясно усматривайте рынок для своих исследований. Науке сегодня не хватает профессионального маркетинга. Аграрная наука носит прикладной характер — это очень интересно и может быть весьма выгодным. Во-вторых, пользуйтесь современными технологиями коммуникаций, используйте искусственный интеллект в поиске ответов на свои запросы. Известные сегодня платформы, такие как чат GPT, способны найти информацию не только в русско- и англоязычных ресурсах, но и на практически всех основных языках. Это открывает новые горизонты для сбора информации. Ну и главное: не останавливайтесь на достигнутом. Мир велик и прекрасен, в нем столько непознанного, и открытие нового — великая радость для каждого ученого.

— Поздравляем вас, Владимир Алексеевич, со 100-летием Института кормов. Желаем всему коллективу Федерального научного центра «ВИК имени Вильямса» плодотворной работы и творческого долголетия! Благодарим за беседу.

Беседу вел Юрий Почтамцев

ВИЗУАЛЬНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ БИРКИ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЖИВОТНЫХ

ВИЗУАЛЬНЫЕ БИРКИ:



Морозо-
устойчивость



Латунный
наконечник



Термопластичный
полиуретан



Коэффициент
удержания 99,99%

ДЛЯ КРС



Бирка двойная
100x75/75x60 мм
с металлическим
наконечником,
для КРС



Бирка Feedlot
Размеры:
XL: 60x76 мм
L: 40x61 мм
S: 34x48 мм



Бирка двойная
75x60/60x60 мм
с металлическим
наконечником, для КРС
и свиноматок

ДЛЯ СВИНЕЙ



Бирка двойная 55x54 мм,
форма трапеция, с металлическим
наконечником, для свиней



Бирка двойная 40x45 мм,
форма трапеция, с металлическим
наконечником для поросят и свиней



Бирка двойная 30x30 мм,
форма трапеция
для свиней



Бирка двойная Ø 28 мм,
круглая, с металлическим
наконечником для свиней



Бирка двойная Ø 28 мм,
круглая, 56x42 мм квадрат,
с металлическим
наконечником для свиней

ДЛЯ МРС



Бирка двойная,
Ovitag, 10x70 мм,
для МРС



ЭЛЕКТРОННЫЕ БИРКИ:



Бирка двойная электронная, HDX и FDX,
многоцветная открытая, с металлическим
наконечником, Ø28 мм, Ø30 мм



Биобезопасность
RoHS



Водо-
непроницаемость



Пожизненная
гарантия



Перекодировка
до 3-х раз



УДК 612.015.577.1:636.2.06-53

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-22-28

А.И. Абилов¹, ✉
П.Л. Козменков²,
Н.В. Боголюбова¹,
А.В. Устименко¹

¹ Федеральный исследовательский
центр животноводства — ВИЖ
им. академика Л.К. Эрнста, Подольск,
Московская обл., Россия

² ООО «Алта-НН», Нижний Новгород,
Россия

✉ ahmed.abilov@mail.ru

Поступила в редакцию:
03.04.2023

Одобрена после рецензирования:
04.05.2023

Принята к публикации:
20.05.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-22-28

Ahmedaga I. Abilov¹, ✉
Peter L. Kozmenkov²,
Nadezhda V. Bogolyubova¹,
Anna V. Ustimenko¹

¹ Federal Research Center of Animal
Husbandry — VIZ Academician L.K. Ernst,
Podolsk, Moscow Region, Russia

² LLC "Alta-NN", Nizhny Novgorod, Russia

✉ ahmed.abilov@mail.ru

Received by the editorial office:
03.04.2023

Accepted in revised:
04.05.2023

Accepted for publication:
20.05.2023

Биохимические характеристики телят голштинской породы разных возрастных групп в зимний период

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Периоды раннего постнатального онтогенеза характеризуются высокой пластичностью, интенсивным обменом веществ и потребностью в питательных и биологически активных веществах. Ослабленный болезнями молодняк отстает в росте и развитии, возрастают затраты труда и кормов на его выращивание. Поддержание и профилактика здоровья телят в ходе роста и развития — важная проблема современного животноводства.

Методы. Работа выполнена в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста в 2021–2022 гг. и на базе ООО «Агрофирма «Заря» Богородского района Нижегородской области. Опыты проводились на телочках разных возрастных групп (2 месяца — I группа; 6 месяцев — II группа; 12 месяцев — III группа). Всего в опыте использовались 36 телят (самок) по 12 голов в каждой группе.

Результаты. Установлено достоверное отличие между I и II группами по: уровню общего белка, соотношению «альбумин — глобулин» (А/Г), холестерину, железу, АСТ на уровне $p < 0,05$; глобулину $p < 0,01$; билирубину и креатинину $p < 0,001$. Между I и III группами достоверность установлена по фосфору $p < 0,05$; между II и III группами — высокодостоверное отличие на уровне $p < 0,001$ по фосфору, АЛТ и щелочной фосфатазе, а также соотношению «кальций — фосфор» (Ca/P).

Ключевые слова: телята (♀), возраст, белково-углеводно-липидный обмен, минеральный обмен, ферментативная активность

Для цитирования: Абилов А.И., Козменков П.Л., Боголюбова Н.В., Устименко А.В. Биохимические характеристики телят голштинской породы разных возрастных групп в зимний период. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 22–28, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-22-28>

© Абилов А.И., Козменков П.Л., Боголюбова Н.В., Устименко А.В.

Biochemical characteristics of calves of the Holstein breed of different age groups in the conditions in winter

ABSTRACT

Relevance. The periods of early postnatal ontogenesis are characterized by high plasticity, intensive metabolism and the need for nutrients and biologically active substances. Young animals weakened by diseases lag behind in growth and development, labor and feed costs for its cultivation increase. Maintaining and preventing the health of calves during growth and development is an important problem in modern animal husbandry.

Methods. The work was carried out at the Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst in 2021–2022 and on the basis of «Agrofirma «Zarya» LLC, Bogorodsky district, Nizhny Novgorod region. The experiments were carried out on heifers of different age groups (2 months — group I; 6 months — group II; 12 months — group III). In total, 36 female (calves), 12 heads in each group, were used in the experiment.

Results. A significant difference was found between groups I and II in: total protein level, «albumin — globulin» ratio (A/G), cholesterol, iron, AST at the level of $p < 0.05$; globulin $p < 0.01$; bilirubin and creatinine $p < 0.001$. Between groups I and III, the reliability was established by phosphorus $p < 0.05$; between groups II and III — a highly reliable difference at the level of $p < 0.001$ in phosphorus, ALT and alkaline phosphatase, as well as the ratio «calcium — phosphorus» (Ca/P).

Key words: calves, age, protein-carbohydrate-lipid metabolism, mineral metabolism, enzymatic activity

For citation: Abilov A.I., Kozmenkov P.L., Bogolyubova N.V., Ustimenko A.V. Biochemical characteristics of calves of the Holstein breed of different age groups in winter. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 22–28 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-22-28>

© Abilov A.I., Kozmenkov P.L., Bogolyubova N.V., Ustimenko A.V.

Введение / Introduction

Актуальной проблемой молочного скотоводства является изучение закономерностей формирования физико-биохимического статуса организма телят в период раннего постнатального онтогенеза (молочного питания и интенсивного роста). Этот период характеризуется высокой пластичностью, интенсивным обменом веществ и потребностью в питательных и биологически активных веществах. Ослабленный болезнями молодняк отстает в росте и развитии, увеличиваются затраты труда и экономические потери при его выращивании. Поддержание и профилактика здоровья телят в ходе роста и развития — важная проблема современного животноводства.

В мире сейчас огромное значение придается состоянию обмена веществ и его влиянию на дальнейшую плодотворность коров при повышении молочной продуктивности [1, 2]. Изучение биохимических процессов в организме и правильная интерпретация полученных показателей способствуют своевременной профилактике различных отклонений, вызванных неправильным кормлением или другими стресс-факторами [3]. Биологически активные вещества позволяют повысить защитные силы организма, корректировать обменные процессы и биологические показатели [4].

Характерны для современного промышленного животноводства нарушения обмена веществ, связанные с различными неблагоприятными экологическими факторами, такими как техногенные загрязнения окружающей среды и природно-климатические условия высокогорья, которые изменяют биохимический статус животных [5]. Нарушение общего метаболизма и обмена веществ у высокопродуктивных коров в глубокой стельности и послеродовом периоде сказывается на здоровье новорожденных телят, а также на состоянии иммунитета в последующие периоды развития [6].

Современное животноводство базируется прежде всего на высоком генетически обусловленном потенциале продуктивности, который является своего рода патологией, закрепленной в организме животного, в связи с чем в научной среде появился новый термин — «продуктивное здоровье животных», которое характеризуется высоким уровнем функционирования органов и систем в сочетании с интенсивным течением всех обменных процессов в них, позволяющих длительно и в полном соответствии с разработанными технологиями получать максимум биологически полноценных продуктов животноводства, воспроизводить в соответствующих биологическому виду сроках крепкое жизнеспособное потомство [7, 8].

Когда интенсивность изменений превышает физиологические нормы, реакция организма становится патологической, развивается дисбаланс механизмов сохранения гомеостаза, в результате чего возникает общий адаптационный синдром — стресс, приводящий к гематологическим, морфологическим и клиническим изменениям. Также в организме происходит интенсивное образование свободных радикалов, что приводит к развитию окислительного стресса и, как следствие, патологических процессов с нарушениями общего метаболизма и всех обменных процессов в целом [9, 10]. Кроме того, создаются условия для развития условно-патогенной микрофлоры.

Скорость и уровень обменных процессов характеризуют продуктивные качества животного и определяются по биохимическим показателям и гематологическому составу крови, а интерьерные признаки могут характеризовать продуктивные качества молодняка,

тщательному изучению которых уделяется особое внимание [11]. Известно, что кровь с лимфой и тканевой жидкостью составляет внутреннюю среду организма, в связи с этим на практике повсеместно используют различные гематологические исследования, учитывая разнообразные функции крови [12]. В настоящее время изучают биохимические показатели крови молодняка крупного рогатого скота в зависимости от возраста, генотипа [13–15], пола и сезона года [16], условий содержания [17], климатических факторов [18].

Некоторые авторы [8] считают, что главной причиной нарушения всех видов обмена веществ и, соответственно, здоровья животных в основном является хронический дефицит микроэлементов в организме животных: меди, цинка, марганца, кобальта, йода, селена.

Ежеквартальное исследование сыворотки крови от коров и ремонтных телок на белок, Са, Р, уровень щелочного резерва, каротина и сахара, поддержание их на физиологическом уровне создают условия для недопущения заболеваемости в период стельности и после отела, а также для продления продуктивного использования маточного поголовья [19].

Таким образом, важность мониторинга биохимических показателей крови в организме животных на всех этапах его развития и в дальнейшем на продуктивность и сроков эксплуатации с учетом этиологических факторов (связанных с состоянием матери), вызывающих физиологические отклонения в организме, несомненна.

Цель исследований — изучить биохимический статус телят голштинской породы разных возрастов в условиях Нижегородской области в зимний период (декабрь).

Материалы и методы исследований / Materials and method

Работа выполнена в ФГБУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста в 2021–2022 гг. и на базе ООО «Агрофирма “Заря”» Богородского района Нижегородской области.

Опыты проводили на телочках разных возрастных групп (2 месяца — I группа (молочная) ($n = 12$), 6 месяцев — II группа ($n = 12$), 12 месяцев — III группа (молодняк на доращивании) ($n = 12$)).

Телята каждой группы (Q) находились в одинаковых условиях содержания, различия были только в рационах в зависимости от возраста.

Выпойка производилась нетоварным пастеризованным молоком с 2-го до 75-го дня после рождения, 14 дней продолжается переходный период на комбикорм собственного производства — гранулированный промышленный стартер (50%) плюс комбикорм собственного производства (50%), далее 100%-ный переход на комбикорм собственного производства, количество которого планомерно увеличивается. Приучение к гранулированному комбикорму началось с 2-го дня в количестве 50 г/гол и доходило до 600 г в 30-дневном возрасте, после 30 дней — до 1800 г/голову к 75 дню.

Приучение к сене начинали после 60-го дня жизни на группе 0–3 (молочный период).

Далее период «доращивания» при содержании по 20–30 голов в групповой секции, кормление — комбикорм собственного производства плюс рубленое сено (резка 2–3 см) до 4 месяцев. После 4 месяцев — приучение к полнорме рациону: полнорме смешанный рацион (20%) плюс рубленое сено (50%) и плюс комбикорм (30%). С 5 месяцев — полнорме смешанный рацион (100%). До 12 месяцев рацион идентичный, увеличивается только процент потребления кормов животными.

Содержание в группах до 12 месяцев — групповое, перемещение телят между группами осуществляется раз в месяц (в зависимости от веса). Телята в 12-месячном возрасте достигали живой массы 349–356 кг.

Образцы крови для исследований отбирали из яремной вены в объеме 10 мл в вакуумные пробирки. После отделения сыворотки крови материал хранили в морозильной камере при -18°C (до использования в исследованиях).

Были проведены комплексные исследования, включающие в себя определение показателей белкового, углеводного, липидного, минерального обмена и активности ферментов сыворотки крови животных.

Белково-углеводно-липидный мониторинг включал в себя исследования по изучению общего белка, альбумина, глобулина, соотношения А/Г, содержание общего холестерина, общего билирубина, а также уровень креатинина, мочевины и глюкозы в соответствующих единицах измерения, которые нашли свое отражение в материалах собственных исследований.

При мониторинге минерального состояния телочек изучали концентрации Ca , P , соотношение Ca/P , а также Fe .

Образцы крови исследовали на анализаторе ERBA XL-640 (ERBA, Lachema s. r. o., Чешская Республика) с использованием системных реагентов, атомно-адсорбционным спектрометре (с электротермической атомизацией) ZEE nit 650 P (Analytik Jena AG).

Данные были статистически обработаны с использованием пакета прикладных компьютерных программ Microsoft Office (Microsoft Excel) с учетом средних ($\bar{M}$) и стандартных ошибок (m), а также вариабельность амплитуды показателей (min-max) и соотношение между показателями min-max в единицах. Достоверность считали по t -критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение/ Results and discussion

Учитывая, что измерение концентрации в сыворотке крови показателей белково-углеводно-липидного обмена может характеризовать состояние печени и общего метаболизма, было проведено исследование по изучению этих показателей в разных возрастных группах в зимнее время года (декабрь). Данные представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что у телят I группы (2 месяца) по сравнению со II группой (6 месяцев) концентрации показателей обмена отличаются по общему белку, альбумину, глобулину, холестерину, креатинину на 6–7%. Самая большая разница зарегистрирована по содержанию креатинина (на 51,2%) при $p < 0,001$ и глюкозы (на 14%).

У телят I группы уровень общего белка, альбумина, холестерина и мочевины отличался по сравнению с III группой (12 месяцев) на 5–10%. Так, достоверный уровень отличия зарегистрировали по концентрации глобулина на 14%, соотношению А/Г — на 17%, креатинина — на 20%, глюкозы — на 15%, а по концентрации билирубина разница между группами составила 65,3%. Достоверные отличия отмечены для концентрации глобулина ($p < 0,1$), соотношению А/Г ($p < 0,05$), билирубина ($p < 0,001$) и креатинина ($p < 0,05$).

Анализ показателей между телатами II и III групп показал достоверное отличие между собой по большинству изученных показателей: общему белку — 14,5% ($p < 0,05$), глобулину — 21,6% ($p < 0,01$), соотношению А/Г — на 14,5% ($p < 0,05$), холестерину — на 7% ($p < 0,05$), креатинину — на 13% ($p < 0,05$), билирубином — на 29% (при достоверности $p < 0,001$).

Анализ вышеуказанных параметров по вариабельности показан в таблице 2.

В группе I более 75% особей имели уровень общего белка до 80 г/л ($n = 9$), альбумина — до 30 г/л 68% ($n=8$), глобулин у 75% телят находился в пределах до 50 г/л. По соотношению А/Г отмечено, что около 17% телят имеют более низкий уровень, у остальных — 83%, диапазон между индивидуальными показателями — 0,60–0,78 единиц. Только у одной телочки общий билирубин имел очень высокий уровень и составил 10,3 мкмоль/л, у остальных 11 телят данный показатель находился в близком диапазоне отличий — 1,24–3,0 мкмоль/л (табл. 2).

Концентрация креатинина I группы у девяти телочек находилась в диапазоне 50–80 мкмоль/л, у трех голов — 90 мкмоль/л и выше (90,0 мкмоль/л, 96 мкмоль/л, 105,5 мкмоль/л соответственно). Мочевина — в диапазоне от 3,3 ммоль/л до 5,7 ммоль/л, кроме одной телочки, где данный показатель зарегистрирован на уровне 2,52 ммоль/л. Содержание глюкозы в крови телят I группы только у трех телочек оказалось на низком уровне (0,44 ммоль/л, 1,14 ммоль/л и 1,35 ммоль/л).

Таблица 1. Белково-углеводно-липидный обмен у телят (Q) в разных возрастных группах (декабрь 2021 г., $n = 36$, порода голштинская)
Table 1. Protein-carbohydrate-lipid metabolism in calves (Q) in different age groups (December 2021, $n = 36$, Holstein breed)

№	Показатели	Ед. изм.	Референсные значения (норма для молочных коров) *	Группа			Разница в % и достоверность между группами					
				I ($n = 12$)	II ($n = 120$)	III ($n = 12$)	I–II		I–III		II–III	
							%	$p <$	%	$p <$	%	$p <$
1	Возраст	Месяц	–	2	6	12	–	–	–	–	–	–
2	Живая масса	кг	–	77–82	199–201	348–357	–	–	–	–	–	–
3	Общий белок	г/л	70–92	$74,78 \pm 2,37$	$69,70 \pm 1,11$	$79,83 \pm 1,85$	6,8	н. д.	6,8	н. д.	14,5	0,05
4	Альбумин	г/л	25–36	$28,6 \pm 0,64$	$26,51 \pm 0,45$	$27,3 \pm 0,58$	7,31	н. д.	4,6	н. д.	3,0	н. д.
5	Глобулин	г/л	54–70	$46,18 \pm 2,53$	$43,19 \pm 1,21$	$52,53 \pm 2,28$	6,47	н. д.	13,7	0,1	21,6	0,01
6	А/Г	ед.	0,4–0,9	$0,64 \pm 0,04$	$0,62 \pm 0,03$	$0,53 \pm 0,02$	3,1	н. д.	17,2	0,05	14,5	0,05
7	Общий холестерин	ммоль/л	2,35–8,30	$2,26 \pm 0,23$	$2,12 \pm 0,08$	$2,36 \pm 0,07$	6,2	н. д.	4,4	н. д.	6,8	0,05
8	Общий билирубин	мкмоль/л	1,16–8,18	$2,13 \pm 0,16$	$1,04 \pm 0,05$	$0,74 \pm 0,04$	51,2	0,001	65,3	0,001	28,8	0,001
9	Креатинин	мкмоль/л	63–162	$74,75 \pm 4,58$	$79,70 \pm 2,74$	$89,80 \pm 3,28$	6,6	н. д.	20,1	0,05	12,7	0,05
10	Мочевина	ммоль/л	2,35–7,06	$4,07 \pm 0,27$	$3,99 \pm 0,10$	$3,68 \pm 0,18$	2,0	н. д.	9,6	н. д.	7,8	н. д.
11	Глюкоза	ммоль/л	1,65–4,19	$3,48 \pm 0,53$	$3,00 \pm 0,35$	$2,96 \pm 0,31$	13,8	н. д.	14,9	н. д.	1,3	н. д.

Примечание: н. д. — недостоверно; * Гусев И.В. Контроль биохимического статуса свиней и коров: руководство / И.В. Гусев, Н.В. Боголюбова, Р.А. Рыков, Г.Н. Левина. Дубровицы: ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. 2019; 40.

Таблица 2. Вариабельность (min-max) биохимических показателей сыворотки крови у телят (Q) по белково-углеводно-липидному обмену в разных возрастных группах (декабрь 2021 г., $n = 36$, порода голштинская)
Table 2. Variability (min-max) of biochemical parameters of blood serum in calves (Q) for protein-carbohydrate-lipid metabolism in different age groups in the conditions (December 2021, $n = 36$, Holstein breed)

№	Показатели	Ед. изм.	Соотношение между min-max, ед.	Референсные значения (норма для молочных коров)*	Амплитуда вариабельности в группах			Соотношение между min-max в группах, ед.		
					I (min-max)	II (min-max)	III (min-max)	I (min-max)	II (min-max)	III (min-max)
1	Возраст	месяц	–	–	2	6	12	–	–	–
2	Общий белок	г/л	0,76	70–92	65,3–90,0	63,9–78,7	73,3–96,7	0,73	0,81	0,76
3	Альбумин	г/л	0,69	25–36	24,6–31,4	24,1–28,9	21,3–28,6	0,78	0,83	0,79
4	Глобулин	г/л	0,77	54–70	37,90–63,90	35,0–51,5	45,40–75,40	0,59	0,68	0,60
5	A/G	ед.	0,44	0,4–0,9	0,41–0,78	0,51–0,83	0,28–0,61	0,53	0,61	0,46
6	Общий холестерин	ммоль/л	0,28	2,35–8,30	1,18–3,62	1,79–2,75	1,96–2,76	0,33	0,65	0,71
7	Общий билирубин	мкмоль/л	0,14	1,16–8,18	1,24–3,0	0,89–1,40	0,51–0,93	0,41	0,64	0,55
8	Креатинин	мкмоль/л	0,39	63–162	49,70–105,46	66,67–95,77	77,58–106,68	0,47	0,70	0,73
9	Мочевина	ммоль/л	0,33	2,35–7,06	2,52–5,67	3,43–4,48	2,59–4,65	0,44	0,77	0,56
10	Глюкоза	ммоль/л	0,40	1,65–4,19	0,44–6,25	2,12–4,15	0,83–4,60	0,07	0,51	0,18

*Гусев И.В. Контроль биохимического статуса свиней и коров: руководство / И.В. Гусев, Н.В. Боголюбова, Р.А. Рыков, Г.Н. Левина. Дубровицы: ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. 2019; 40.

соответственно), у остальных диапазон вариабельности составил 2,6–6,2 ммоль/л (табл. 2).

Полученные аналитические материалы дают основание считать, что более чем 75% телят в молочном периоде (I группа) имеют схожие показатели в близких диапазонах, то есть белково-углеводно-липидный обмен у них нарушен незначительно и соответствует физиологическому уровню.

Показатели телят II группы (молодняк на дорастивании) по общему белку имели диапазон от 64 г/л до 78 г/л без серьезных отличий между особями. Также незначительно варьировали концентрации альбумина (24–29 г/л) и глобулина (42–51 г/л), кроме тех, которые имели 35–40 г/л. Соотношение A/G — 0,51–0,71 единиц, только у одной телочки данный показатель был выше и находился на уровне 0,83 единицы. Показатели содержания общего билирубина и общего холестерина у животных этой группы были близки по значению 0,9–1,3 мкмоль/л и по билирубину 1,8–2,7 мкмоль/л соответственно. Аналогично схожие концентрации между животными зафиксированы по содержанию мочевины (3,4–4,4 ммоль/л) и по креатинину (67–90 мкмоль/л), кроме двух телят, где креатинин был сравнительно выше, чем у остальных, и составил 95 мкмоль/л и 96 мкмоль/л соответственно (табл. 2).

Среди исследованных животных III группы в возрасте 12 месяцев только у одной телочки концентрация общего белка сыворотки крови была около 97 г/л, у остальных 11 голов амплитуда вариабельности между min-max составила 74–85 г/л. По содержанию альбумина между животными существенной разницы не обнаружили. По глобулину только у одной телочки отмечен

сравнительно высокий уровень его концентрации — 75,40 г/л. Соотношение A/G было нарушено только у одной особи и находилось на низком уровне — 0,28 ед., у остальных вариабельность была примерно вдвое выше (0,51–0,61 ед.).

По общему холестерину существенных отличий между телятами не зафиксировали, данный показатель находился между 2,0 ммоль/л и 2,8 ммоль/л, общий билирубин — 0,5–0,8 мкмоль/л, то есть находился на самом низком уровне по сравнению с другими возрастными группами (I и II). Мочевина и креатинин находились в диапазоне соответствующих референсных значений.

Содержание глюкозы, характеризующей углеводный обмен, только у одной особи III группы находилось на низком уровне и составило 0,29 ммоль/л, у остальных данный показатель варьировал между 2,1 ммоль/л и 4,1 ммоль/л.

На следующем этапе проводили аналогичный мониторинг у телят в разных возрастных группах по минеральному обмену (табл. 3).

Из таблицы 3 видно, что на всех этапах исследования концентрация Ca в сыворотке крови находилась почти в сходных позициях и имела колебания между 2,8 ммоль/л и 3,08 ммоль/л (с разницей между группами 5–7%). Данные недостоверны.

Содержание P находилось между 2,7 ммоль/л и 3,3 ммоль/л с разницей между I и II группами на 3%, между I и III — на 14,15% ($p < 0,05$), между II и III — на 16,5% ($p < 0,001$).

Соотношение Ca/P варьировало между 0,9 и 1,02 ед. Разница между I и II группами составила 10,1%. Сравнительно высокая разница зарегистрирована между II и III группами — на уровне 15% (при $p < 0,05$).

Таблица 3. Минеральный обмен у телят (Q) в разных возрастных группах (декабрь 2021 г., продуктивность стада — 8100 кг молока за лактацию, порода голштинская)
Table 3. Mineral metabolism in calves (Q) in different age groups (December 2021, herd productivity — 8100 kg of milk per lactation, Holstein breed)

№	Показатели	Ед. изм.	Референсные значения (норма для молочных коров)*	группа			Разница					
				I	II	III	I–II		I–III		II–III	
							%	$p <$	%	$P <$	%	$p <$
1	Возраст	месяц		2	6	12						
2	Ca	ммоль/л	2,03–3,14	3,08 ± 0,06	2,91 ± 0,02	2,78 ± 0,03	5,5	н. д.	7,3	н. д.	4,5	н. д.
3	P	ммоль/л	1,13–2,90	3,18 ± 0,16	3,27 ± 0,03	2,73 ± 0,05	2,8	н. д.	14,15	0,05	16,5	0,001
4	Ca/P	ед.	0,81–2,41	0,99 ± 0,05	0,89 ± 0,05	1,02 ± 0,02	10,1	н. д.	3,0	н. д.	14,6	0,05
5	Fe	мкмоль/л	12,96–34,14	17,41 ± 3,79	25,57 ± 0,91	23,76 ± 2,07	46,7	0,05	36,5	н. д.	7,8	н. д.

Примечание: н. д. — недостоверно.

*Гусев И.В. Контроль биохимического статуса свиней и коров: руководство / И.В. Гусев, Н.В. Боголюбова, Р.А. Рыков, Г.Н. Левина. Дубровицы: ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. 2019; 40.

Таблица 4. Вариабельность (min-max) показателей минерального обмена у телят (Q) в разных возрастных группах (декабрь 2021 г., продуктивность стада — 8100 кг молока за лактацию, порода голштинская)

Table 4. Variability (min-max) of indicators of mineral metabolism in calves (Q) in different age groups in the conditions (December 2021, herd productivity of 8100 kg of milk per lactation, Holstein breed)

№	Показатели	Ед. изм.	Референсные значения		Амплитуда вариабельности min-max в группах			Соотношение между min-max, ед.		
			соотношение min-max, ед.	норма для молочных коров)* min-max	I n = 12	II n = 12	III n = 12	I	II	III
1	Ca	ммоль/л	0,65	2,03–3,14	2,63–3,41	2,81–3,00	2,52–2,91	0,77	0,94	0,87
2	P	ммоль/л	0,39	1,13–2,90	1,87–3,88	3,07–3,47	2,31–3,03	0,48	0,88	0,76
3	Ca/P	ед.	0,34	0,81–2,41	0,76–1,41	0,82–0,95	0,89–1,14	0,54	0,84	0,78
4	Fe	мкмоль/л	0,38	12,96–34,14	2,04–39,64	20,82–30,72	7,90–32,62	0,38	0,68	0,24

*Гусев И.В. Контроль биохимического статуса свиней и коров: руководство / И.В. Гусев, Н.В. Боголюбова, Р.А. Рыков, Г.Н. Левина. Дубровицы: ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. 2019; 40.

Таблица 5. Активность ферментов сыворотки крови телят (Q) в разных возрастных группах (декабрь 2021 г., n = 12 в каждой группе, порода голштинская)

Table 5. Activity of calf blood serum enzymes (Q) in different age groups (December 2021, n = 12 in each group, Holstein breed)

№	Показатели	Ед. изм.	Референсные значения (норма)	Группа			Разница в % и достоверность между группами					
				I	II	III	I–II		I–III		II–III	
							%	p <	%	p <	%	p <
1	АЛТ	МЕ/л	10–36	12,27 ± 1,23	26,24 ± 1,11	29,69 ± 1,71	214,0	0,001	242,0	0,001	13,15	н. д.
2	АСТ	МЕ/л	41–107	68,82 ± 6,21	87,97 ± 3,92	77,77 ± 4,25	27,8	0,05	13,0	н. д.	11,6	0,1
3	Щелочная фосфатаза	МЕ/л	31–163	288,33 ± 28,21	302,67 ± 19,4	172,75 ± 10,9	5,0	н. д.	40,1	0,01	42,9	0,001

Примечание: н. д. — недостоверно.

Содержание железа в сыворотке крови варьировало между группами в диапазоне между 17,4 и 25,6 мкмоль/л. Разница между I и II группами составила около 50% при $p < 0,05$, а между I и III — на 36,5% (на недостоверном уровне). Концентрация Fe в сыворотке крови у телят II и III групп была очень сходна (25,6 мкмоль/л и 24,0 мкмоль/л соответственно).

На следующем этапе изучали амплитуды вариабельности показателей в каждой группе по отдельности (табл. 4).

Анализ показателей вариабельности минерального обмена установил, что по содержанию Ca между телятами в I группе в молочный период не было существенной разницы и концентрация варьировала от 2,8 ммоль/л до 3,4 ммоль/л. Концентрация P в этой группе у всех телят находилась выше, чем 3,0 ммоль/л (3,0–3,85), кроме двух телочек, где его уровень в сыворотке крови составил 1,87 ммоль/л и 2,6 ммоль/л.

Соотношение Ca/P находилось в диапазоне 0,8–1,1 ед., кроме одной телочки, где данный показатель был на уровне 1,4 ед. В двухмесячном возрасте 33,3% ($n = 4$) телочек имели концентрации Fe в диапазоне 2,0–7,0 мкмоль/л. У остальных 67% ($n = 8$) телочек в молочном периоде концентрации Fe находились: у трех — на уровне 11–15 мкмоль/л, у двух — выше 38 мкмоль/л, а у трех — на уровне 23–27 мкмоль/л.

В возрасте 6 месяцев существенного отличия по диапазонам показателей уровня Ca зарегистрировано

не было. Регистрировали узкий диапазон вариабельности между 2,8 ммоль/л и 3,0 ммоль/л. P находился на уровне 3,1–3,5 ммоль/л, соотношение Ca/P — между 0,82 и 0,95 ед. Содержание Fe варьировало между 21 мкмоль/л и 31 мкмоль/л.

В возрасте 12 месяцев концентрация Ca имела вариабельность между животными на уровне 2,7–2,9 ммоль/л, P — 2,3–2,8 ммоль/л, а соотношение Ca/P имело амплитуду между 0,9 и 1,14 ед. Fe только у двух телок имело концентрацию на уровне 7,9 мкмоль/л, у остальных этот показатель варьировал между 16 мкмоль/л и 32 мкмоль/л.

Также был проведен мониторинг активности ферментов сыворотки крови у телят разных возрастов (табл. 5).

Из таблицы 5 видно, что самый низкий уровень АЛТ зарегистрирован у телят I группы в молочном периоде и составил 12,3 МЕ/л. Во II и III группах этот показатель был в более чем два раза выше по сравнению с I группой и составил 26,2 МЕ/л и 29,7 МЕ/л соответственно (при статистически достоверном уровне $p < 0,001$).

Содержание АСТ в молочном периоде телочек I группы по сравнению со II составил 68,8 МЕ/л, что меньше на 28%, то есть 19,15 МЕ/л (при достоверности $p < 0,05$). Между II и III группами разница составляла 13%, или на 11,6 МЕ/л при низком уровне достоверности $p < 0,1$.

Уровень щелочной фосфатазы в I группе составил 288 МЕ/л — это меньше, чем во II группе, на 5%, то есть на 14,3 МЕ/л. Однако разница не была достоверна. Разница

между II и III группами составила 43% (то есть меньше, чем в шестимесячном возрасте, на 129,9 МЕ/л при высокостатистически достоверном уровне $p < 0,001$).

Также был изучен уровень вариабельности этих показателей в каждой группе (табл. 6).

Анализ показателей ферментативной активности телят в разных возрастах показал, что из 12 телят в I группе только у одного зарегистрирована

Таблица 6. Вариабельность показателей активности ферментов сыворотки крови телят (Q) в разных возрастных группах (декабрь 2021 г., порода голштинская)

Table 6. Variability of activity of calf blood serum enzymes (Q) in different age groups in the conditions (December 2021, Holstein breed)

№	Показатели	Ед. изм.	Референсные значения		Амплитуда вариабельности min-max в группах			Соотношение между min-max, ед.		
			норма	соотношение min-max, ед.	I	II	III	I	II	III
1	АЛТ	МЕ/л	10–36	0,28	6,3–17,8	18,3–30,1	17,2–36,5	0,35	0,61	0,47
2	АСТ	МЕ/л	41–107	0,39	32,6–101,2	66,2–109,7	57,4–108,3	0,32	0,60	0,53
3	Щелочная фосфатаза	МЕ/л	31–163	0,19	122–441	220–460	121–272	0,28	0,48	0,44

концентрация АЛТ ниже 6 МЕ/л, у других 11 телят по градации была концентрация: у 33% — на уровне 6–10 МЕ/л, у 58,3% — на уровне 12–18 МЕ/л. В III группе данный показатель только у одной особи составил меньше 20 МЕ/л (17,2 МЕ/л), у остальных находился в сходных позициях и варьировал в диапазоне 22–36 МЕ/л. Во II и III группах показатели АЛТ у всех телок находились в диапазоне 20–30 МЕ/л.

По содержанию АСТ у телят в раннем-возрасте (2 месяца) только у одного теленка зафиксирован сравнительно низкий уровень — 33 МЕ/л, остальные имели концентрацию 44–100 МЕ/л. Во II группе концентрация АСТ находилась на уровне 100 МЕ/л и выше у четырех животных (это составило 25% от общего количества), у остальных же диапазон варибельности составил 66–90 МЕ/л. В III группе показатель свыше 100 МЕ/л зафиксирован только у одной телки (108,3 МЕ/л), у остальных 11 телят (92%) — уровень между 60 МЕ/л и 96 МЕ/л.

Варибельность концентрации щелочной фосфатазы в I группе в молочном периоде отличалась большим разбросом значений только у 2 телочек из 12 — они

имели концентрацию на уровне 122 МЕ/л и 154 МЕ/л, у остальных 10 телочек — выше 250 МЕ/л. Из них у двух телят зарегистрирован аномально высокий уровень, который составил 432 МЕ/л и 441 МЕ/л. Во II группе (в возрасте 6 месяцев) такой высокий показатель зафиксирован только у двух телят (460 МЕ/л и 398 МЕ/л соответственно). Остальные показатели находились в диапазоне 240–300 МЕ/л, а в III группе уровень щелочной фосфатазы только у одной телки был высоким (272 МЕ/л). Остальные находились в пределах референсных значений.

Выводы/ Conclusion

Таким образом, установлено, что варибельность значений биохимических показателей сыворотки крови телят в динамике имеет узкий диапазон у здоровых животных, а сами показатели соответствуют их физиологическому уровню. Отмечено, что с возрастом активизируются общий метаболизм и обменные процессы в целом для обеспечения роста и развития организма.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work.

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

The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Материалы подготовлены в рамках государственного задания НИИР по теме FGGN-2021-0005.

FUNDING:

The materials were prepared as part of the state research assignment on the topic FGGN-2021-0005.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хоменко Р.М., Семенов Б.С., Кузнецова Т.Ш. Влияние кормовых добавок, используемых для коррекции метаболических процессов в рубце, на биохимические показатели крови у коров после отела. *Генетика и разведение животных*. 2021; (2): 10–15. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2021-2-10-15>
2. Абилов А.И., Племяшов К.В., Комбарова Н.А., Пыжова Е.А., Решетникова М.Н. Некоторые аспекты воспроизводства крупного рогатого скота. Монография. Санкт-Петербург: *Перспектива Науки*. 2019; 304. <https://elibrary.ru/mosbhn>
3. Дерхо М.А. Активность ферментов эритроцитов как индикатор адаптивности телят к условиям существования. *Scientific Discoveries: Proceedings of articles II International Scientific Conference*. Киров: Международный центр научно-исследовательских проектов. 2017; 15–23. <https://elibrary.ru/ygludz>
4. Решетникова Н.М., Виноградов В.Н., Комбарова Н.А. Направление научных исследований по повышению плодородности КРС при высокой молочной продуктивности. *Актуальные проблемы биологии воспроизводства животных. Материалы Международной научно-практической конференции*. Дубровицы: ВИЖ. 2007; 60–67. <https://elibrary.ru/rbncwt>
5. Дегтярев Д.В. Влияние органических и неорганических соединений селена на привесы и показатели антиоксидантной защиты у телят. *Ветеринарная патология*. 2003; (3): 70–71. <https://elibrary.ru/hsoppp>
6. Селищева Е.А. Показатели крови как индикатор ростовых процессов в организме молочных телят. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2020; 244(4): 168–173. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-244-4-168-173>
7. Аргунов М.Н., Мельникова Н.В. Изыскания способов коррекции содержания тяжелых металлов в организме животных. *Материалы съезда ветеринарных фармакологов России*. Воронеж. 2008; 88–90. <https://elibrary.ru/vjuuyy>
8. Stamler J.S., Singel D.J., Loscalzo J. Biochemistry of nitric oxide and its redox-activated forms. *Science*. 1992; 258(5090): 1898–1902. <https://doi.org/10.1126/science.1281928>
9. Гуляев Е.Г., Шумов А.В., Максимова А.С. Кормовые дрожжи в рационах лактирующих коров. *Молочная промышленность*. 2009; (4): 67. <https://elibrary.ru/kzqkjt>
10. Фомичев Ю.П. Значение и оценка экологических факторов в биологии воспроизводства сельскохозяйственных животных. *Актуальные проблемы биологии воспроизводства животных. Материалы Международной научно-практической конференции*. Дубровицы: ВИЖ. 2007; 90–102. <https://elibrary.ru/rbncyh>
11. Самохин В.Т. Нарушение обмена веществ — основная причина патологии воспроизводства молочных коров. *Актуальные проблемы биологии воспроизводства животных. Материалы Международной научно-практической конференции*. Дубровицы: ВИЖ. 2007; 315–317. <https://elibrary.ru/rbndir>

REFERENCES

1. Khomenko R., Semenov B., Kuznetsova T. The influence of feed additives used to correct metabolic processes in the rumen cows to biochemical indicators of blood from after calving. *Genetics and breeding of animals*. 2021; (2): 10–15 (In Russian). <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2021-2-10-15>
2. Abilov A.I., Plemyashov K.V., Kombarova N.A., Pyzhova E.A., Reshetnikova M.N. Some aspects of the reproduction of cattle. Monograph. St. Petersburg: *Prospekt Nauki*. 2019; 304 (In Russian). <https://elibrary.ru/mosbhn>
3. Derkho M.A. Erythrocyte enzyme activity as an indicator of adaptability of calves to living conditions. *Scientific Discoveries: Proceedings of articles II International Scientific Conference*. Kirov: Megdunarodnii center nauchno-issledovatel'skikh proektov. 2017; 15–23 (In Russian). <https://elibrary.ru/ygludz>
4. Reshetnikova N.M., Vinogradov V.N., Kombarova N.A. The direction of scientific research to increase the fertility of cattle with high milk productivity. *Actual problems of biology of animal reproduction. Proceedings of the International scientific and practical conference*. Dubrovitsy: All-Russian Institute of Animal Husbandry. 2007; 60–67 (In Russian). <https://elibrary.ru/rbncwt>
5. Degtyarev D.V. Effect of organic and non-organic selenium compounds on gain and indicators of antioxidant protection in calves. *Veterinary pathology*. 2003; (3): 70–71 (In Russian). <https://elibrary.ru/hsoppp>
6. Selishcheva E.A. Blood indicators as an indicator of growth processes in the body of dairy calves. *Scientific notes Kazan Bauman state academy of veterinary medicine*. 2020; 244(4): 168–173 (In Russian). <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-244-4-168-173>
7. Argunov M.N., Mel'nikova N.V. Finding ways to correct the content of heavy metals in the body of animals. *Proceedings of the I Congress of Veterinary Pharmacologists of Russia*. Voronezh. 2008; 88–90 (In Russian). <https://elibrary.ru/vjuuyy>
8. Stamler J.S., Singel D.J., Loscalzo J. Biochemistry of nitric oxide and its redox-activated forms. *Science*. 1992; 258(5090): 1898–1902. <https://doi.org/10.1126/science.1281928>
9. Gulyaev E.G., Shumov A.V., Maksimova A.S. Feed yeasts in the rations of lactating cows. *Dairy Industry*. 2009; (4): 67 (In Russian). <https://elibrary.ru/kzqkjt>
10. Fomichev Yu.P. The significance and assessment of environmental factors in the biology of reproduction of farm animals. *Actual problems of biology of animal reproduction. Proceedings of the International scientific and practical conference*. Dubrovitsy: All-Russian Institute of Animal Husbandry. 2007; 90–102 (In Russian). <https://elibrary.ru/rbncyh>
11. Samokhin V.T. Metabolic disorders are the main cause of the pathology of reproduction of dairy cows. *Actual problems of biology of animal reproduction. Proceedings of the International scientific and practical conference*. Dubrovitsy: All-Russian Institute of Animal Husbandry. 2007; 315–317 (In Russian). <https://elibrary.ru/rbndir>

12. Косилов В.И., Миронова И.В. Влияние пробиотической добавки Ветоспорин-актив на эффективность использования энергии рационами лактирующими коровами черно-пестрой породы. *Вестник мясного скотоводства*. 2015; (2): 93–98. <https://elibrary.ru/tzqsrt>
13. Костомакхин Н.М., Сафонов С.Л. Характеристика морфологических и биохимических показателей крови чистопородного молодняка черно-пестрой породы и помесей с герефордской. *Вестник Курганской ГСХА*. 2020; (4): 15–22. <https://elibrary.ru/yxugji>
14. Косилов В.И., Джалов А.Г., Никонова Е.А. Морфологические и биохимические показатели крови телок черно-пестрой породы и ее помесей. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2016; (5): 77–80. <https://elibrary.ru/wymyed>
15. Раицкая В.И., Глушков В.В., Виль Л.Г. Влияние гематологических и биохимических показателей крови телок черно-пестрой породы и ее помесей. *Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова*. 2014; (8): 142–146. <https://elibrary.ru/tgksjh>
16. Ляпина В.О., Ахмудинов Е.А., Белова Н.Ф., Титов М.Г. Морфологические и биохимические показатели крови молодняка крупного рогатого скота при различных условиях его содержания. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2006; (2): 136–138. <https://elibrary.ru/mtafdp>
17. Алексеева Н.М., Романова В.В., Борисова П.П. Биохимические показатели крови молодняка герефордской породы в условиях Якутии. *Вестник КрасГАУ*. 2017; (7): 37–43. <https://elibrary.ru/zdudet>
18. Панков Б.Г. Анализ воспроизводительной способности коров для разработки мероприятий по борьбе с бесплодием на конкретных молочных фермах. *Актуальные проблемы биологии воспроизводства животных. Материалы Международной научно-практической конференции*. Дубровицы: ВИЖ. 2007; 349–352.
19. Миронова И.В., Гизатов А.Я., Гизатова Н.В. Гематологические показатели телок казахской белоголовой породы при использовании кормовой добавки Биодарин. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2015; (5): 127–129. <https://elibrary.ru/uzbyfj>
20. Kosilov V.I., Mironova I.V. Influence of probiotic supplement Vetosporin-activ on efficiency of diet energy use of milking cows of black spotted breed. *Herald of beef cattle breeding*. 2015; (2): 93–98 (In Russian). <https://elibrary.ru/tzqsrt>
21. Kostomakhin N.M., Safronov S.L. Characteristics of morphological and biochemical parameters of purebred young animals blood of Black-and-White breed and crossbreed with Hereford. *Vestnik Kurganskoy GSKhA*. 2020; (4): 15–22 (In Russian). <https://elibrary.ru/yxugji>
22. Kosilov V.I., Dzhhalov A.G., Nikonova Ye.A. Morphological and biochemical blood indices of black-spotted heifers and their hybrids. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2016; (5): 77–80 (In Russian). <https://elibrary.ru/wymyed>
23. Raitskaya V.I., Glushkov V.V., Vil L.G. The influence of hematological and biochemical parameters of young cattle blood under different care and management conditions. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2006; (2): 136–138 (In Russian). <https://elibrary.ru/mtafdp>
24. Lyapina V.O., Azhmuldinov Ye.A., Belova N.F., Titov M.G. Morphological and biochemical parameters of young cattle blood under different care and management conditions. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2006; (2): 136–138 (In Russian). <https://elibrary.ru/mtafdp>
25. Alekseeva N.M., Romanova V.V., Borisova P.P. Biochemical indexes of blood of young growth of Hereford breed in the conditions of Yakutia. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. 2017; (7): 37–43 (In Russian). <https://elibrary.ru/zdudet>
26. Pankov B.G. Analysis of the reproductive ability of cows to develop measures to combat infertility on specific dairy farms. *Actual problems of biology of animal reproduction. Proceedings of the International scientific and practical conference*. Dubrovitsy: All-Russian Institute of Animal Husbandry. 2007; 349–352 (In Russian).
27. Mironova I.V., Gizatov A.Ya., Gizatova N.V. Hematological parameters of Kazakh white-head heifers fed the "Biodarin" feed supplement. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2015; (5): 127–129 (In Russian). <https://elibrary.ru/uzbyfj>

ОБ АВТОРАХ:

Ахмедага Имаш оглы Абилов,
доктор биологических наук, профессор,
Федеральный исследовательский центр животноводства —
ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста,
пос. Дубровицы, д. 60, Подольск, Московская обл., 142132,
Россия
ahmed.abilov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6236-8634>

Пётр Львович Козменков,
генеральный директор, руководитель научного отдела,
ООО «Алта-НН»,
ул. Невская, д. 19а, Нижний Новгород, 603009, Россия
<https://orcid.org/0009-0009-7504-348X>

Надежда Владимировна Боголюбова,
доктор биологических наук,
Федеральный исследовательский центр животноводства —
ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста,
пос. Дубровицы, д. 60, Подольск, Московская обл., 142132,
Россия
<https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

Анна Владимировна Устименко,
аспирант,
Федеральный исследовательский центр животноводства —
ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста,
пос. Дубровицы, д. 60, Подольск, Московская обл., 142132,
Россия
anna-ustimenko94@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0001-3839-4469>

ABOUT THE AUTHORS:

Ahmedaga Imash Abilov,
doctor of biological sciences, professor,
Federal Research Center of Animal Husbandry —
VIZ named after Academician L.K. Ernst,
60 Dubrovitsy village, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia
ahmed.abilov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6236-8634>

Peter Lvovich Kozmenkov,
General Director, Head of the Scientific Department,
ООО «Алта-НН»,
19a Nevskaya str., Nizhny Novgorod, 603009, Russia
<https://orcid.org/0009-0009-7504-348X>

Nadezhda Vladimirovna Bogolyubova,
doctor of biological sciences,
Federal Research Center of Animal Husbandry —
VIZ named after Academician L.K. Ernst,
60 Dubrovitsy village, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia
<https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

Anna Vladimirovna Ustimenko,
post-graduate student,
Federal Research Center of Animal Husbandry —
VIZ named after Academician L.K. Ernst,
60 Dubrovitsy village, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia
anna-ustimenko94@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0001-3839-4469>

ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОЗОЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ ОБЪЕКТОВ ВЕТЕРИНАРНОГО НАДЗОРА СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЙ

В промышленном птицеводстве, свиноводстве и скотоводстве регулярно (планово) проводится влажная и аэрозольная дезинфекция. Обработки, как правило, проходят в период санитарного разрыва по принципу «пусто — занято» после полной очистки и промывки поверхностей помещений и инвентаря. Особое внимание при дезинфекции уделяется труднодоступным местам — потенциальным очагам инфекций.

Помимо дезинфекции стен и оборудования, перед специалистами стоит задача очистки воздуха от патогенов в пылевой среде, а именно осаждения взвешенной пыли, ее обеззараживания, дезинфекции и дезодорации воздуха, так как загрязненный воздух является источником инфекционных заболеваний. Только надлежащие условия санитарного и зоогигиенического содержания животных и птицы, а также соответствующее кормление могут гарантировать получение качественной животноводческой продукции.

Аэрозольные частицы любого ветеринарного препарата легко заполняют воздух помещения, контактируют с пылевыми взвесями и, постепенно оседая мельчайшими капельками, проникают во все малодоступные места, щели, трещины и неровности стен и полов, выполняют роль первичных очистителей воздуха от пылевой взвеси, специфического запаха и биологических отходов животноводства. Для результативной очистки, фильтрации, аспирации, санации и вентиляции воздуха в животноводческих и птицеводческих помещениях необходимо периодически контролировать чистоту воздуха, дезинфицировать и увлажнять его, соблюдая стандарты чистоты и биобезопасности.

Для решения этих задач применяют различные модификации увлажнителей воздуха, аэрозольные генераторы и распылители горячего и холодного тумана. ГК ВИК на протяжении многих лет успешно реализует комплексную программу обеспечения эффективной биобезопасности в области санитарии и предлагает ветеринарным специалистам сельхозпредприятий современную аэрозольную технику фирмы «Лонгрей» (Гонконг), а также специальные дезинфицирующие средства собственного производства.

Ассортимент аэрозольной техники ГК ВИК для дезинфекционных работ и влажной очистки воздуха в помещениях постоянно обновляется и расширяется. С января 2023 года ГК ВИК для достижения целей биобезопасности и санитарии на птицефабриках, свиномкомплексах и фермах КРС предлагает ветеринарным специалистам

новую профессиональную модель аэрозольного центробежного генератора холодного тумана VIC. Данная модель генератора может использоваться для дезинфекции в присутствии животных и птицы, а также на объектах перерабатывающей промышленности. Весьма успешно этот аэрозольный генератор применяется для решения проблемы сухого воздуха, его параметры увлажнения и охлаждения позволяют понижать температуру на 5–8 °С, что очень важно летом. Кроме этого, он снижает уровень углекислого газа в помещении, особенно на птицефабриках.

Высокопроизводительная центробежная система туманообразования генератора холодного тумана VIC обеспечивает выработку аэрозольного потока для обработки площади более 5000 м²/ч. Генератор надежный и простой в обслуживании. Во время работы имеет низкий уровень шума, не влияющий на животных. Благодаря мобильности генератор легко может перемещаться оператором внутри помещений и производственных территорий. Два электрических двигателя генератора функционируют одновременно. Первый вращает центрифугу, второй — вентилятор, обеспечивая эффективное распыление препаратов для дезинфекции аэрозольным потоком длиной факела до 15 м и большой производительности.



Технические характеристики генератора

Расход средств — регулируемый, варьируется в пределах 0–40 л/ч.

Электропитание — 220 В, 50 Гц, мощность двигателя — 550 Вт.

Время непрерывной работы оборудования — 2 ч.

Объем резервуара для рабочего раствора — 60 л.

Габаритные размеры — 500 x 570 x 1550 мм, вес — 55 кг.

Приобрести аэрозольный генератор или другую модель и дезинфекционные ветеринарные препараты можно в любом региональном представительстве Торгового дома ВИК на территории Российской Федерации и Республики Казахстан.

П.Г. Белоглазов,
ветеринарный врач ГК ВИК

ТОЧНОСТЬ РАСЧЕТА ПЕРВОЙ ВАКЦИНАЦИИ ИББ В ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗРЕЗЕ

Инфекционная бурсальная болезнь (Гамборо), несмотря на принимаемые меры, является серьезной проблемой для промышленного птицеводства в РФ. Это вызвано в первую очередь высокой концентрацией птицепоголовья на промышленных площадках и сокращением сроков подготовки помещений.

Правильная диагностика и профилактика этого заболевания значительно снижают заболеваемость и смертность птицы. Однако циркулирующий на площадках вирус все-таки вызывает значительную потерю продуктивности, как у мясных, так и у яичных кроссов кур, при неправильно спланированной профилактике.

Для мониторинга антител к ИББ проводят исследования сывороток крови методом ИФА, который обладает такими преимуществами, как быстрота и дешевизна, а главное — является достоверным и стандартизированным. ИФА-исследования титров материнских антител тестами IDEXX являются важным методом в определении начала вакцинации цыплят от этого заболевания. Важно правильно определить срок снижения уровня МАт до критического, который сможет «пробить» вакцинный штамм. Ведь в первую очередь именно это позволяет сформировать хороший иммунный ответ и защитить птицу от инфекции.

Определение даты вакцинации по формуле Девентера изначально было рассчитано, исходя из данных диагностических наборов IDEXX. Использование конкурентных тестов для определения сроков начала вакцинации с целью «удешевления» исследований приводит к значительным экономическим потерям,кратно превышающим «экономия» на диагностических наборах. Это объективно показал очередной опыт.

Исследование было проведено на промышленной площадке по выращиванию цыплят-бройлеров кросса Росс 308, рассчитанной на одновременную посадку 1200 тыс. голов. Два последовательных тура являлись, соответственно, контрольной и опытной группами. Яйцо для получения финального гибрида отбиралось у родителей разного возраста (от 30 до 50 недель) — как для контрольной, так и для опытной группы. Показатели вывода и выводимости в партиях были схожими. Цыплята контрольной и опытной групп содержались в клетках. Кормление, поение и противозипозотические мероприятия в обеих группах были одинаковыми, за исключением вакцинации против ИББ живой вакциной Нобилис Гамборо 228Е. Срок вакцинации цыплят рассчитывался по формуле Девентера, исходя из данных уровня материнских антител в возрасте трех суток. У птицы контрольной группы МАт определялись на наборе конкурентного производителя, а у птицы опытной группы — на наборах IDEXX.

Таким образом, у цыплят контрольной и опытной групп в возрасте трех суток отбирали пробы крови для исследования уровня материнских антител и дальнейшего расчета возраста вакцинации против ИББ. Сыворотку крови цыплят опытной группы исследовали с использованием диагностических наборов IDEXX, а контрольной — используя конкурентный набор другого производителя в собственной лаборатории птицефабрики. Исследования проводил один и тот же специалист.

В итоге был рассчитан срок начала вакцинации. В контроле это были 14-е сутки жизни, а в опыте (на наборах IDEXX) — 11-е.

Результаты откорма бройлеров представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Живая масса 35 дней, г		
Контроль	Опыт	Опыт к контролю
2056	2179	+ 123
Среднесуточный прирост живой массы, г		
57,5	58	+ 0,5
Сохранность птицы к убою, %		
88,6	91,9	+ 3,3
Конверсия корма, кг		
1,818	1,76	- 0,058
Убойный выход, кг/м ²		
38,47	46,96	+ 8,49
Индекс выращивания		
287	309	+ 22
Период откорма		
34,8	35,4	

Результаты опыта подтвердили данные проводившихся ранее исследований, причем на большом поголовье. Это достоверно статистически.

Что говорит экономика

Затраты на все исследования для определения даты вакцинации ИББ (по шести корпусам на площадке) на тестах IDEXX составили 39 375 рублей.

Сдано на убой в опытной группе 1 102 800 голов, что на 39 600 голов больше, чем в контрольной.

Средняя живая масса в опыте была на 0,123 кг/гол выше, чем в контроле.

Себестоимость 1 кг живой массы на время проведения опыта составляла 60 рублей.

В опытной группе получено дополнительно живой массы:

$$39\,600 \text{ гол} \times 2,179 \text{ кг} = 86\,228,4 \text{ кг}$$

$$0,123 \text{ кг/гол} \times 1\,063\,200 \text{ гол} = 130\,773,6 \text{ кг}$$

$$130\,773,6 + 86\,228,4 = 217\,002,0 \text{ кг}$$

Умножаем на 60 рублей (себестоимость), получаем 13 201 120 рублей. Это плюс 9,15% от себестоимости живой массы контрольной группы (144 403 200 рублей).

Затратив на исследования на наборах IDEXX 39 600 рублей, или 0,03% от себестоимости, получили дополнительно 9,15% живой массы по себестоимости.

Купив наборы даже на 20% дешевле, чем IDEXX, экономия (по структуре себестоимости) составит 0,006%.

Как показывает опыт, потери от ложных результатов диагностики будут значительно выше.

Андрей Киселев, старший научно-технический консультант компании ВЕРУМБИО, профессор, д. биол. н.

**Консультация по тел. +7 (800) 500-35-85,
+7 (495) 120-77-87
verumbio.com**



ИФА, ПЦР ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ ДИАГНОСТИКИ



-  • **ВЫСОКАЯ** ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ И СПЕЦИФИЧНОСТЬ
-  • ГОТОВЫЕ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕАКТИВЫ
-  • **НАЛИЧИЕ** ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
-  • ПОЛНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ **ПОДДЕРЖКА** ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ
-  • **ОБУЧЕНИЕ** ПЕРСОНАЛА ЛАБОРАТОРИЙ ПОСТАНОВКЕ АНАЛИЗА
- **СКИДКИ** ПОСТОЯННЫМ КЛИЕНТАМ
- БЫСТРАЯ ДОСТАВКА

**РАЗРАБОТАНО
В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ
IDEXX**

БЫСТРОЕ ВЫЯВЛЕНИЕ НЕСТЕЛЬНОСТИ КОРОВ В ЛЮБОЕ ВРЕМЯ ПРЯМО НА ФЕРМЕ

ВЫСОКАЯ ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕЛЬНОСТИ С НОВЫМ ТЕСТОМ ALERTYS



✓ ТОЧНО
✓ ПРОСТО
✓ УДОБНО

>99%
ТОЧНОСТЬ

РЕКЛАМА

УСКОРЕННЫЙ И УДОБНЫЙ СПОСОБ МОНИТОРИНГА НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ МАСТИТА У КОРОВ

Мастит — одно из самых распространенных заболеваний на предприятии, которое встречается во всех физиологических группах (новотел — 33%, раздой — 44%, сухостой — 23%). Высокая восприимчивость лактирующих животных к заболеванию обусловлена интенсивно протекающими процессами в тканях молочной железы. В России среди продуктивного молочного скота маститом болеют порядка 15–16% поголовья, при этом потери молока могут составлять до 30% от годового удоя. Снижение молочной продуктивности, преждевременная выбраковка коров, затраты на диагностику и лечение, а также ухудшение качества молока — всё это может привести к финансовым потерям.

Воспаление молочной железы, как и любого другого органа, является сложной реакцией организма, сопровождается угнетением, снижением аппетита, нарушением функции сердечно-сосудистой системы, повышением температуры тела и т. д.

Мастит (*mastitis*) — инфекционно-воспалительное заболевание молочных желез, развивающееся при снижении резистентности животного преимущественно под воздействием факторов внешней среды (механических, термических, химических) и инфекционных патогенов.

Нарушение кормления, оптимальных условий содержания животных, ветеринарно-гигиенических и санитарных правил приводит к снижению естественной общей устойчивости организма, и в частности локальной (непосредственно в вымени), к патогенам. Основными же факторами являются техническое несовершенство доильных установок и нарушение технологии машинного доения. Частые причины провоцируют развитие интрамаммарной инфекции (ИМИ). Это микротравмы, ушибы, трещины сосков, через которые проникают инфекционные бактерии и вызывают воспалительный процесс в вымени. Возбудители мастита КРС условно делятся на две группы — ассоциированные с окружающей средой или местами содержания животных (*Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Enterococcus spp.*) и ассоциированные с животными (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus SCN*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Mycoplasma spp.*, *Corynebacterium bovis*). Передаются во время доения от одного животного к другому.

У инфицированных коров наблюдаются изменение качественного состава молока и повышенное количество соматических клеток. Оценка уровня соматических клеток в молоке позволяет контролировать степень заболеваемости в стаде. Если количество соматических клеток в молоке больше 170 тыс. в 1 мл молока от одной коровы, это свидетельствует о воспалительном процессе в вымени. Необходимо срочно установить инфекционного агента, который вызвал воспаление, с дальнейшей разработкой рациональной схемы лечения.

Диагностика мастита на предприятии — один из важных технологических процессов, который позволяет выяснить причину его возникновения, выявить преобладающего возбудителя, определить пути его распространения и подобрать схему лечения.

В настоящее время существует несколько способов выявления возбудителей мастита у больных животных — микробиологический и метод ПЦР. Поскольку данные способы требуют транспортировки образцов в лабораторию с последующим ожиданием результатов от трех до десяти суток, для производственного опыта было принято решение протестировать на животноводческом предприятии хроматогенные питательные среды для выявления возбудителей с помощью системы AccuMast Plus от производителя компании FERA Diagnostics and Biologicals USA.

AccuMast Plus — это новая система для диагностики всех типов мастита с возможностью дифференцировать *Streptococcus agalactiae*. Четырехсекторные планшеты AccuMast Plus содержат запатентованные селективные и хромогенные среды, которые позволяют быстро (в течение 8–24 часов) идентифицировать наиболее распространенных возбудителей мастита у коров (табл. 1).

Точность выявления вида бактерий из проб молока составляет 96%. Дифференциация возбудителя определяется с помощью инструкции с шаблоном цветовых вариаций, специально разработанной компанией-производителем.

В рамках работы по противомаститной программе на предприятии Кировской области для определения цепочки (возбудители окружающей среды и контактные патогены) при возможном заражении коров маститами были отобраны маститное молоко (20 проб) и смывы с молочного коллектора и сосковой резины (13 проб). Общее количество исследуемых образцов — 33.

Бактериологический посев всех образцов проводили при помощи стерильных одноразовых тампонов

Таблица 1. Перечень возбудителей мастита из проб молока при использовании системы AccuMast Plus

Гр+ бактерии	Гр- бактерии
<i>Streptococcus agalactiae</i>	<i>E. coli</i>
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	<i>Klebsiella spp.</i>
<i>Aerococcus viridans</i>	<i>Enterobacter spp.</i>
<i>Streptococcus uberis</i>	<i>Pseudomonas spp.</i>
<i>Lactococcus spp.</i>	
<i>Staphylococcus aureus</i>	
<i>Staphylococcus haemolysus</i>	
<i>Staphylococcus SCN</i>	
<i>Enterococcus spp.</i>	



на чашки системы Accumast Plus с учетом соблюдения асептики. Посевы инкубировали в условиях предприятия при помощи инкубатора Cultura M при температуре 37 °C в течение 24 часов.

Данные по идентификации и процентному соотношению возбудителей в исследуемых образцах отображены в диаграммах 1, 2.

Диаграмма 1. Результаты определения возбудителей в пробах молока от больных маститом коров ($n = 20$)

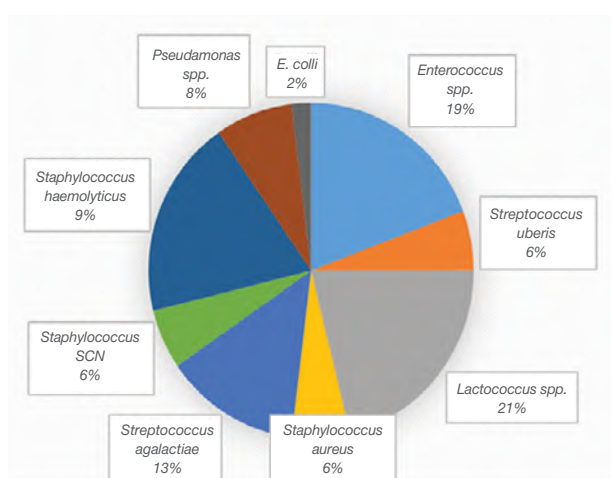
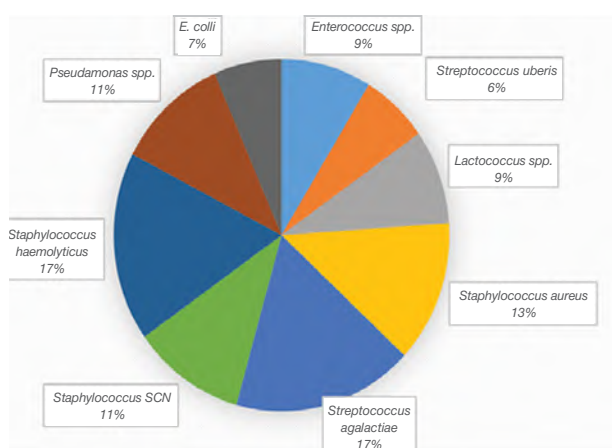


Диаграмма 2. Результаты определения проб-смыслов с сосковой резины и молочного коллектора после промывки ($n = 13$)



Результаты определения возбудителей в пробах молока от больных маститом коров, представленных в диаграмме, показывают преимущественное распространение бактерий, ассоциированных с животными (*Streptococcus uberis*, *Lactococcus spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus SCN*, *Staphylococcus haemolyticus*). Известно, что перечисленные патогены передаются преимущественно во время доения. Поэтому наибольшее внимание при формировании комплекса профилактических мероприятий необходимо уделять техническому обслуживанию доильного оборудования, качеству его промывки, а также соблюдению рутины доения.

На диаграмме 2 в процентном соотношении показаны возбудители, которые были определены из проб-смыслов с сосковой резины и молочного коллектора после промывки.

Анализируя диаграмму 1 (пробы молока от животных с клинической формой мастита) и диаграмму 2 (пробы-смыслы с сосковой резины и молочного коллектора после промывки), прослеживаются совпадения по выявленным возбудителям, таким как *Streptococcus agalactiae* и *Staphylococcus haemolyticus* (по 17%), *Staphylococcus aureus* (13%), *Staphylococcus SCN* (11%).

Результаты исследования проб молока от маститных коров и смыслов с коллектора сосковой резины после промывки свидетельствуют о выявлении перезаражения коров инфекционными бактериями окружающей среды, что свидетельствует о недостаточной промывке оборудования.

Методика обнаружения возбудителей, циркулирующих на предприятии, с использованием системы Accumast Plus и инкубатора Cultura M позволила в короткий срок (19 часов) выявить конкретные патогены в 33 исследуемых образцах.

Полученные результаты открывают перспективу для быстрого и удобного способа мониторинга наиболее распространенных возбудителей мастита у коров (как контагиозных, так и патогенов окружающей среды) при помощи четырехсекторных планшетов системы Accumast Plus, которые содержат селективные и хромогенные среды, и в итоге — для адекватного лечения.

В.В. Мартышкин,
ветеринарный врач-консультант
дивизиона животноводства ГК ВИК

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:
30.03.2023

Одобрена после рецензирования:
04.05.2023

Принята к публикации:
20.05.2023

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. Gorbato Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

✉ olgao205en@yandex.ru

Received by the editorial office:
30.03.2023

Accepted in revised:
04.05.2023

Accepted for publication:
20.05.2023

Оценка технологических свойств молока коров в зависимости от сезона года

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Одним из основных продуктов для потребления и производства продуктов питания в России является молоко. На его состав оказывают влияние многие факторы, в том числе и сезонность производства. В отдельные сезоны года поставки молока (как в количественном, так и качественном отношении) довольно нестабильны, что создает технологам существенные проблемы по производству запланированного количества молочных продуктов и вынуждает периодически перестраивать режимы своей работы с неизбежным снижением ее эффективности и рентабельности. В связи с этим изучение вопроса о влиянии сезона года на технологические свойства молока коров является актуальным и имеет практическое значение.

Результаты. В результате исследований установлено: несмотря на то что условия подготовки и переработки сливок были аналогичными для молока во все сезоны года, по его технологическим свойствам наблюдались значительные различия. Сливки весной и летом сбивались быстрее — за 38 мин. и 40 мин., а осенью и зимой продолжительность сбивания сливок составила от 49 мин. до 63 мин. соответственно. Лучшей скоростью свертываться под действием сычужного фермента отличалось молоко коров летом. Общая продолжительность свертываемости молока в этот сезон года была меньше, чем в другие сезоны, на 5'20"–7'20" ($p < 0,001$). Наиболее высокие затраты молока на 1 кг масла были весной и летом. По соотношению составных частей молока при его выборе для сыроделия лучшим было молоко, полученное в осенне-зимний период, когда наблюдалось оптимальное содержание СОМО, жира и белка. Объясняется это прежде всего тем, что в этот период большое количество животных лактировало во вторую половину лактации после раздоя.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, линия, коровы, состав молока, технологические свойства, молоко

Для цитирования: Горелик А.С., Ребезов М.Б., Горелик О.В. Оценка технологических свойств молока коров в зависимости от сезона года. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 34–38. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-34-38>

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

Evaluation of the technological properties of cows' milk depending on the season of the year

ABSTRACT

Relevance. One of the main products for consumption and food production in Russia is milk. Its composition is influenced by many factors, including the seasonality of production. In some seasons of the year, milk supplies (both quantitatively and qualitatively) are quite unstable, which creates significant problems for technologists to produce the planned amount of dairy products and forces them to periodically rebuild their operating modes with an inevitable decrease in its efficiency and profitability. In this regard, the study of the influence of the season on the technological properties of cow's milk is relevant and has practical significance.

Results. As a result of the research, it was found that despite the fact that the conditions for the preparation and processing of cream were similar for milk in all seasons of the year, there were significant differences in the technological properties of milk. Cream was churned faster in spring and summer — in 38 min. and 40 min., and in autumn and winter the duration of churning cream ranged from 49 min. to 63 min. accordingly. The milk of cows in summer was distinguished by the best rate of coagulation under the action of rennet enzyme. The total duration of milk coagulation in this season of the year was less than in other seasons by 5'20"–7'20" ($p < 0.001$). The highest milk costs per 1 kg of butter were in spring and summer. According to the ratio of the components of milk when choosing it for cheese making, the best milk was obtained in the autumn-winter period, when the optimal content of SOMO, fat and protein was observed. This is explained primarily by the fact that during this period a large number of animals lactated in the second half of lactation after separation.

Key words: cattle, line, cows, milk composition, technological properties, milk

For citation: 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; 371(6): 34–38 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-34-38>

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

Введение / Introduction

Согласно Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20) для обеспечения населения высококачественными продуктами питания собственного производства необходимо устойчивое развитие сельскохозяйственного производства (и животноводства, в частности). Особое внимание при этом уделяют развитию молочного скотоводства, от которого получают молоко и говядину.

Основным продуктом молочного скотоводства является молоко — ценный продукт питания, необходимый для человека любого возраста и состояния здоровья [1–3].

Из молока производят большой ассортимент молочных продуктов в соответствии с технологическими инструкциями, разработанными на основании свойств молока и его компонентов [4].

В связи с этим к нему (как к продукту питания, так и сырью для переработки) предъявляются большие требования с точки зрения безопасности и технологических свойств [5].

На состав и свойства молока оказывают влияние множество факторов, в том числе и генетические, а именно происхождение. Наиболее изучены такие, как влияние кормления и содержания коров, и в меньшей степени — сезонность года, особенно при использовании круглогодичного стойлового содержания и однотипного кормления, а также возраста коров, что является актуальным в свете сокращения продуктивного долголетия маточного поголовья [6–8].

В настоящее время существенной проблемой молочного скотоводства остается сезонность производства молока. В отдельные сезоны года поставки молока как в количественном, так и качественном отношении довольно нестабильны, что создает технологам существенные проблемы по производству запланированного количества молочных продуктов и вынуждает периодически перестраивать режим своей работы с неизбежным снижением ее эффективности и рентабельности [9, 10].

В связи с этим изучение вопроса о влиянии сезона года на технологические свойства молока коров является актуальным и имеет практическое значение.

Цель работы — изучение технологических свойств молока по пригодности его к сыроделию в зависимости от сезона года.

Материал и методы исследования / Material and methods

Исследования проводили в типичном для Свердловской области товарном хозяйстве по производству молока с использованием голштинского черно-пестрого скота.

Содержание животных — круглогодичное стойловое привязное с ежедневным моционом в стойловый период с доением в молокопровод. В течение всего года применяется однотипное кормление полнорационными кормосмесями с использованием зерносенажа и комбикорма для крупного рогатого скота, производимого в кормоцехе хозяйства.

Характеристику молока определяли по ГОСТ 31449-2013¹. Сыр типа «Любительский свежий» и «Столовый свежий» производили по ГОСТ 32263-2013². Выход продукции определяли расчетным путем, исходя из массы готового продукта.

Исследования проводили в лаборатории кафедры биотехнологии и пищевых продуктов ФГБОУ ВО «Уральский ГАУ» (Свердловская обл., г. Екатеринбург, п. Исток), цехах по производству сыров «Никольская слобода» (Свердловская обл., Сысертский р-н, с. Никольское), «Соболев-сыр» (Свердловская обл., Белоярский р-н, с. Малобрусанское). При проведении исследований применяли аттестованное оборудование и поверенные средства измерения.

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

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Одно из главных технологических свойств молока при его переработке в сыр — способность свертываться под действием сычужного фермента.

Продолжительность свертывания молока животных разных сезонов года сычужным ферментом показала, что оно по этому показателю во все периоды лактации и в среднем за лактацию отнесено ко второму типу, наиболее пригодному для производства сыра (табл. 1).

Фаза коагуляции у молока коров была короче весной, чем в другие сезоны года ($p < 0,001$), на 0'05"–2'35", а более длительной — у молока, полученного в зимний период. Лучшей скоростью свертываться под действием сычужного фермента отличалось молоко коров летом. Общая продолжительность свертываемости молока в этот сезон года была меньше, чем в другие сезоны, на 5'20"–7'20" ($p < 0,001$). Это объясняется различными размером и массой мицелл казеина, содержанием казеина в молоке, его фракционным составом.

Важное значение для характеристики пригодности молока в сыроделии имеет продолжительность фазы гелеобразования, от которой зависит качество сгустка. Чем короче фаза гелеобразования, тем плотнее сгусток. Наиболее короткой фазой гелеобразования характеризовалось молоко коров летом, а весной она была высокой.

Один из интересных показателей технологических свойств молока с точки зрения сыроделия является

Таблица 1. Сычужная свертываемость молока, мин., сек.
Table 1. Rennet clotting of milk, min., sec.

Показатели	Сезон года	Время, мин., сек.
Общая продолжительность	Весна	35'50"
	Лето	30'30"
	Осень	36'50"
	Зима	37'50"
	В среднем	35'35" ± 1,41*
Фаза коагуляции	Весна	26'40"
	Лето	26'45"
	Осень	28'40"
	Зима	29'15"
	В среднем	28'00" ± 0,51*
Фаза гелеобразования	Весна	9'40"
	Лето	3'45"
	Осень	8'40"
	Зима	8'35"
	В среднем	7'35" ± 0,98

Примечание: * $p \leq 0,001$

¹ ГОСТ 31449-2013 Молоко коровье сырое. Технические условия. М.: Стандартинформ. 2019; 7.

² ГОСТ 32263-2013 Сыры мягкие. Технические условия. М.: Стандартинформ. 2014; 10.

Таблица 2. Технологические свойства молока
Table 2. Technological properties of milk

Показатель	Сезон года			
	весна	лето	осень	зима
Получено сливок на 100 кг молока	11,20	11,42	11,69	12,11
Продолжительность сбивания сливок, мин.	38	40	60	63
Содержание жира в пахте, %	0,7	0,7	0,9	0,8
Получено масла, кг	4,05	4,12	4,08	4,28
Получено творога, кг	8,98	9,52	10,33	9,98
Количество молока, затраченного на выработку 1 кг масла, кг	24,49	24,67	24,27	23,36
Степень использования жира сливок, %	99,4	99,4	99,37	98,9

сычужно-бродильная проба, по которой можно судить о качественном составе микрофлоры молока. При попадании в молоко вредной микрофлоры она в период образования сгустка вызывает появление его разрывов, пузырьков воздуха и выделение сыворотки. Чистое молоко при образовании сгустка дает плотный ровный сгусток. В нашем случае всё молоко во все сезоны года отличалось хорошим качеством. При образовании сгусток был плотный, без разрывов и пузырьков воздуха.

При переработке молока в продукты для детского питания (стерилизованные консервы) имеет значение термоустойчивость молока. Оценка молока по термоустойчивости в зависимости от сезона года показала, что оно имеет высокую термоустойчивость и может быть использовано для переработки в продукты с высокой температурой пастеризации и стерилизации.

Для подтверждения данных о технологических свойствах молока при его переработке в масло сливочное были проведены технологические опыты.

О пригодности молока к переработке в сливочное масло судят по таким показателям, как продолжительность сбивания сливок, содержание жира в пахте, степень использования жира и т. д. (табл. 2).

При сепарировании молока большее количество сливок получено осенью. Несмотря на то что условия подготовки и переработки сливок были аналогичными для молока во все сезоны года, по технологическим свойствам молока наблюдались значительные различия. Сливки весной и летом сбивались быстрее — за 38 мин. и 40 мин., а осенью и зимой продолжительность сбивания сливок составила от 49 мин. до 63 мин. Это объясняется, вероятно, размером и количеством жировых шариков. Известно, что размер жировых шариков зависит от температурного режима окружающей среды: чем выше температура воздуха, тем крупнее жировые шарики и их меньше. И наоборот. Крупные жировые шарики быстрее сбиваются при производстве масла методом сбивания, что и установлено в исследованиях.

Об использовании жира при выработке масла судят по жирности пахты. В данных опытах при сбивании сливок из молока осенью наблюдался больший отход жира в пахту, чем при сбивании сливок в остальные сезоны года. Это также объясняется различиями по величине жировых шариков. Наименьшие потери жира с пахтой были при сбивании масла из молока коров весной и летом, поэтому степень использования жира сливок в эти сезоны года оказалась высокой. Наиболее высокие затраты молока на 1 кг масла были весной и летом, что объясняется пониженным содержанием жира в молоке.

Таким образом, сезон года оказывает влияние на технологические свойства молока коров. Лучшей скоростью свертывания под действием сычужного фермента отличалось молоко коров летом. Общая продолжительность

Таблица 3. Показатели пригодности молока для производства сыра в зависимости от сезона года
Table 3. Indicators of the suitability of milk for cheese production, depending on the season of the year

Показатель	Сезон года				в среднем
	весна	лето	осень	зима	
Соотношение «жир — СОМО»	0,43	0,40	0,43	0,43	0,42
Соотношение «белок — СОМО»	0,36	0,36	0,37	0,36	0,36
Соотношение «жир — белок»	1,18	1,12	1,16	1,20	1,16
Сычужно-бродильная проба, класс	1	2	2	1	1
Термоустойчивость, класс	1	2	2	1	1

свертываемости молока в этот сезон года была меньше, чем в другие сезоны, на 5'20"—7'20" ($p < 0,001$). Наиболее высокие затраты молока на 1 кг масла были весной и летом.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о влиянии сезона года на продуктивные качества коров, состав и технологические свойства молока, несмотря на уравниваемые условия содержания и кормления по сезонам года. Изменения, скорее всего, связаны с сезоном отела и производством молока по физиологическим периодам, определяемым физиологией лактации и принятой в хозяйстве системой воспроизводства.

Были изучены технологические свойства молока и при его использовании для изготовления мягких сыров «Любительский свежий» и «Столовый свежий».

Прежде всего было рассчитано соотношение компонентов молока, обеспечивающее как образование необходимого сгустка, так и показатели качества и состава готового продукта, а именно «жир — белок», «белок — СОМО» и «жир — СОМО». Лучшим для сыроварения оказалось молоко, полученное в весенний и осенне-зимний периоды года. Данные представлены в таблице 3.

Следует отметить, что по соотношению составных частей молока при его выборе для сыроделия лучшим было молоко, полученное в осенне-зимний период, когда в нем наблюдалось оптимальное содержание СОМО,

Таблица 4. Технологические параметры приготовления сыра
Table 4. Technological parameters for making cheese

Показатель	Нормативные показатели	Сезон года			
		весна	лето	осень	зима
Количество вносимого хлористого кальция (сухой соли), г на 100 кг молока	200–300	250	300	200	200
Количество вносимой бактериальной закваски, % от количества молока перед созревaniem	0,72,–0	1,5	2,0	1,5	1,5
Количество сычужного фермента, г на 100 кг молока	0,5–1,0	0,5	1,0	0,5	0,5
Свертывание молока, постановка и обработка сырного зерна					
Продолжительность свертывания, мин.	30–60	48	33	59	37
Состояние сгустка	нормально прочный	нормально прочный	мягкий	плотный	плотный
Сыворотка, цвет	желтовато-зеленоватая, прозрачная	желтовато-белесая, прозрачная	желтовато-зеленоватая, непрозрачная	желтовато-зеленоватая, прозрачная	желтовато-зеленоватая, прозрачная
Продолжительность обработки сгустка (зерна), мин.	30–50	36	46	32	33
Самопрессование					
Продолжительность прессования, ч.	3–5	3,5	5,0	3,5	3,5
Количество переворачиваний	3–4	3	4	2	3

Таблица 5. Технологические параметры приготовления сыра
Table 5. Technological parameters for making cheese

Показатель	Нормативные показатели	Сезон года			
		весна	лето	осень	зима
Количество вносимого хлористого кальция (сухой соли), г на 100 кг молока	200–300	250	300	200	200
Количество вносимой бактериальной закваски, % от количества молока перед созревaniem	1,0–1,5	1,5	2,0	1,5	1,5
Количество сычужного фермента, г на 100 кг молока	1,0–1,2	0,5	1,0	0,5	0,5
Свертывание молока, постановка и обработка сырного зерна					
Продолжительность свертывания, мин.	30–60	48	59	33	35
Состояние сгустка	нормально прочный	нормально прочный	мягкий	плотный	плотный
Сыворотка, цвет	желтовато-зеленоватая, прозрачная	желтовато-белесая, прозрачная	белая, непрозрачная	желтовато-зеленоватая, прозрачная	желтовато-зеленоватая, прозрачная
Продолжительность обработки сгустка (зерна), мин.	30–50	36	32	42	43
Самопрессование					
Продолжительность прессования, мин.	15–25	18	25	12	15
Количество переворачиваний	3–4	3	4	2	2

жира и белка. Объясняется это прежде всего тем, что в этот период большое количество животных лактировало во вторую половину лактации после раздоя.

Технологические параметры изготовления сыра «Любительский свежий» в зависимости от молока разных сезонов представлены в таблице 4.

Из данных видно, что технологические параметры при изготовлении сыра «Любительский свежий» из молока коров, полученные в разные сезоны года, соблюдаются. Однако необходимо отметить, что имеются определенные отличия по некоторым технологическим операциям, их длительности и качественным показателям сгустка и отделяемой сыворотки. Так, молоко различалось по расходу хлористого кальция, молочнокислой закваски и сычужного фермента. Самый низкий расход этих компонентов оказался при изготовлении сыра из молока коров в осенне-зимний период, несколько ему уступало молоко, полученное весной. При этом при использовании молока, полученного в осенне-зимний период, был самый лучший сгусток — нормально плотный, и образовался он быстрее, чем в молоке в весенне-летний период. Более низкие показатели по сыропригодности оказались у молока коров в летний период. Сыворотка, полученная в результате отделения сгустка, которая имела белесоватый и белый цвет, непрозрачная, говорит о большом количестве остаточного белка в ней.

Изготовление сыра «Столового свежего» подтвердило полученные результаты (табл. 5).

Основные изучаемые показатели молока при изготовлении сыра «Столовый свежий» изменялись в той же закономерности, как и при приготовлении сыра «Любительский свежий». Лучшим признано молоко, полученное в осенне-зимний сезон года. Наиболее слабые технологические параметры отмечались у молока в летний период года.

Важный показатель при производстве сыра — это степень использования жира и белка молока, который зависит не только от их содержания в молоке, но состава и структуры. Так, на сыропригодность молока оказывает влияние количество белка в молоке, а именно в большей степени казеин, который присутствует в молоке в виде мицелл, включающих α -, β - и k -фракции казеина, в то время как γ -фракция является немицеллярной и особой роли в образовании сгустка не играет,

Таблица 6. Степень использования компонентов молока
Table 6. The degree of use of milk components

Показатель	Сезон года			
	весна	лето	осень	зима
Сыр «Любительский свежий»				
Степень использования молочного жира, %	86,8	85,4	89,3	91,9
Степень использования молочного белка, %	81,4	77,9	84,6	83,6
Затраты молока на 1 кг сыра, кг	9,04	9,32	8,12	8,32
Сыр «Столовый свежий»				
Степень использования молочного жира, %	92,8	91,6	94,1	93,9
Степень использования молочного белка, %	80,8	83,6	88,9	84,9
Затраты молока на 1 кг сыра, кг	8,32	8,84	7,32	8,02

хотя и входит в состав казеина и повышает его содержание. Степень использования белка и жира — в какой-то мере и показатель эффективности переработки молока в сыры (табл. 6).

Из данных таблицы 6 видно, что повторяется тенденция влияния сезона года на технологические параметры молока при его переработке в сыр, несмотря на то что молоко от всех коров по оценке технологического свойства — сыропригодности — отнесено ко второму типу, наиболее пригодному к переработке. Установлено, что при использовании молока, полученного в осенне-зимний сезон года, наблюдается самая высокая степень использования молочного жира и молочного белка, и по этому показателю оно превосходит молоко, полученное весной и летом, на 2,5–6,5 пунктов по жиру и 2,2–6,7 пункта по белку (сыр «Любительский свежий») и на 1,1–2,5 пункта по жиру и 1,3–8,1 пункта по белку (сыр «Столовый свежий»).

Осенью и зимой были самые низкие затраты молока на 1 кг сыра, которые, соответственно, составили 8,12–8,32 кг и 7,32–8,02 кг по видам сыра. Это было меньше на 0,72–1,20 кг и 0,30–1,52 кг, соответственно, чем летом и весной.

Выводы / Conclusion

Таким образом, независимо от того что условия содержания и кормления коров в течение года остаются одинаковыми, наблюдается сезонность в качественных характеристиках молока и его пригодности для производства молочных продуктов (в нашем случае — при его переработке в мягкие сыры).

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 (№ государственной регистрации АААА-А19-1191014000069).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чеченихина О.С., Быкова О.А., Лоретц О.Г., Степанов А.В. Возраст выбытия коров из стада в зависимости от генетических и паратипических факторов. *Аграрный вестник Урала*. 2021; (6): 71–79. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-209-06-71-79>
2. Гридина С.Л., Гридин В.Ф., Сидорова Д.В., Новицкая К.В. Влияние уровня голштинизации на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы. *Достижения науки и техники АПК*. 2018; 32(8): 60–61. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10816>
3. Гужев В.М., Габаев М.С. Методология оценки продолжительности и эффективности использования животных в молочном скотоводстве. *Зоотехния*. 2019; (4): 25–28. <https://doi.org/10.25708/ZT.2019.59.76.008>
4. Коронец И.Н. и др. Голштинская порода молочного скота отечественной селекции. *Зоотехническая наука Беларуси*. 2021; 56(1): 65–72. <https://www.elibrary.ru/clcqzp>
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. Razhina E.V. Characteristics of cows cicatricial metabolism of different linearity. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; (10): 75–80. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-213-10-75-80>
7. Попов Н.А. Генеалогическая структура и оценка быков-производителей голштинской породы. *Аграрная наука*. 2021; (7–8): 28–32. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-28-32>
8. 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>
9. 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/ueogvy>
10. Шуварики А.С., Жукова Е.В., Пастух О.Н. Использование ресурсосберегающих технологий при переработке молока. *Ресурсосберегающие технологии при хранении и переработке сельскохозяйственной продукции. Материалы XV Всероссийского (с международным участием) научно-практического семинара*. Орел. 2021; 163–168. <https://www.elibrary.ru/vhycnf>

ОБ АВТОРАХ:

Артём Сергеевич Горелик,
кандидат биологических наук,
Уральский институт Государственной
противопожарной службы МЧС России,
ул. Мира, 22, Екатеринбург, 620137, Россия
temae077ex@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3362-2514>

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

Ольга Васильевна Горелик,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Уральский государственный аграрный университет,
ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия
olgao205en@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

FUNDING:

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

REFERENCES

1. Chechenikhina O.S., Bykova O.A., Loretts O.G., Stepanov A.V. The age of retirement of cows from the herd, depending on genetic and paratypical factors. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; (6): 71–79 (In Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-209-06-71-79>
2. Gridina S.L., Gridin V.F., Sidorova D.V., Novitskaya K.V. Influence of Holstein Share on Milk Productivity of Black-and-White Cows. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2018; 32(8): 60–61 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10816>
3. Gukezhev V.M., Gabaev M.S. Methodology for assessing the duration and efficiency of animal use in dairy cattle. *Zootekhnika*. 2019; (4): 25–28 (In Russian). <https://doi.org/10.25708/ZT.2019.59.76.008>
4. Koronets I.N. et al. Holstein breed of dairy cattle of domestic selection. *Zootekhnika Science of Belarus*. 2021; 56(1): 65–72 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/clcqzp>
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. Razhina E.V. Characteristics of cows cicatricial metabolism of different linearity. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; (10): 75–80. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-213-10-75-80>
7. Popov N.A. Genealogical structure and evaluation of Holstein breeding bulls. *Agrarian science*. 2021; (7–8): 28–32 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-28-32>
8. 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>
9. Chechenikhina O.S., Smirnova Ye.S. Biological and productive features of black-motley cows with various milking techniques. *Molochnokhoziaistvennyi Vestnik*. 2020; (1): 90–102 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ueogvy>
10. Shuvarikov A.S., Zhukova E.V., Pastukh O.N. Use of resource-saving technologies when processing milk. *Resource Saving Technologies at Storage and Processing of Agricultural Production. Proceedings of the XV All-Russian (with international participation) scientific and practical seminar*. Orel. 2021; 163–168 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/vhycnf>

ABOUT THE AUTHORS:

Artem Sergeevich Gorelik,
candidate of biological sciences,
Ural Institute of the State Fire Service
of the Ministry of Emergency Situations of Russia,
22 Mira str., Yekaterinburg, 620137, Russia
temae077ex@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3362-2514>

Maksim Borisovich Rebezov,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor:
• Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht str., Yekaterinburg, 620075, Russia;
• V.M. Gorbatoev Federal Research Center for Food Systems
of the Russian Academy of Sciences,
26 Talalikhin str., Moscow, 109316, Russia
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Olga Vasilyevna Gorelik,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht str., Yekaterinburg, 620075, Russia
olgao205en@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

УДК 636.087.8:636.39.034:619:636.2.034

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-39-44

Е.О. Крупин¹, ✉
М.К. Гайнуллина²,
Ш.К. Шакиров¹,
М. Хоггуй^{1, 2}

¹Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», Казань, Россия

²Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, Казань, Россия

✉ evgeny.krupin@gmail.com

Поступила в редакцию:
07.12.2022

Одобрена после рецензирования:
04.05.2023

Принята к публикации:
20.05.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-39-44

Evgeny O. Krupin¹, ✉
Shamil Sh. Shakirov²,
Munira K. Gainullina¹,
Mohammed Hoggui^{1, 2}

¹Tatar 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

²Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia

✉ evgeny.krupin@gmail.com

Received by the editorial office:
07.12.2022

Accepted in revised:
04.05.2023

Accepted for publication:
20.05.2023

Жирнокислотный состав молока коров при включении в их рацион активированного цеолита и пробиотиков

РЕЗЮМЕ

Актуальность. На биосинтез молочного жира влияет большое количество факторов, в том числе немаловажное значение отводится особенностям кормления животных.

Методы. Пробы молока отбирали и подготавливали к анализу согласно ГОСТ 26809.1-2014. Жирнокислотный состав жировой фазы молока определяли методом газовой хроматографии в соответствии с ГОСТ 32915-2014 на газовом хроматографе «Кристаллюкс 4000М», капиллярная колонка SP2560.

Результаты. Достоверно наименьшее содержание стеариновой кислоты наблюдали у особей второй группы — 11,362% ($p < 0,05$). Животные второй группы имели более высокую массовую долю мононенасыщенных жирных кислот: деценовой, миристоолеиновой и пальмитоолеиновой — на 0,062% ($p < 0,05$), а по содержанию миристоолеиновой и пальмитоолеиновой кислот — на 0,242% ($p < 0,05$) и 0,159% ($p < 0,05$) соответственно. У животных второй группы содержание полиненасыщенной линолевой кислоты по сравнению с контролем было достоверно ниже на 0,385% ($p \geq 0,05$). В целом стоит отметить, что установленная массовая доля стеариновой кислоты в молочном жире животных третьей группы была незначительно выше, а пальмитоолеиновой кислоты в молоке коров всех групп несколько ниже референсных значений, предусмотренных ГОСТ 32915-2014. Соотношение метиловых эфиров жирных кислот молочного жира у особей всех групп соответствовало допустимому диапазону значений согласно ГОСТ 32261-2013.

Ключевые слова: корова, рацион, цеолит, пробиотики, молоко, жирные кислоты

Для цитирования: Крупин Е.О., Гайнуллина М.К., Шакиров Ш.К., Хоггуй М. Жирнокислотный состав молока коров при включении в их рацион активированного цеолита и пробиотиков. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 39–44, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-39-44>

© Крупин Е.О., Гайнуллина М.К., Шакиров Ш.К., Хоггуй М.

Fatty acid composition of cow milk when activated zeolite and probiotics are included in their diet

ABSTRACT

Relevance. The biosynthesis of milk fat is influenced by a large number of factors, including the feeding habits of animals.

Methods. Milk samples were taken and prepared for analysis according to GOST 26809.1-2014. The fatty acid composition of the fatty phase of milk was determined by gas chromatography in accordance with GOST 32915-2014 on a gas chromatograph «Crystallux 4000M», capillary column SP2560.

Results. Significantly the lowest content of stearic acid was observed in individuals of the second group — 11.362% ($p < 0.05$). Animals of the second group had a significantly higher mass fraction of monounsaturated fatty acids: decenoic, myristoleic and palmitoleic — by 0.062% ($p < 0.05$), and in terms of the content of myristoleic and palmitoleic acids — by 0.242% ($p < 0.05$) and 0.159% ($p < 0.05$), respectively. In animals of the second group, the content of polyunsaturated linoleic acid compared with the control was significantly lower by 0.385% ($p \geq 0.05$). In general, it should be noted that the established mass fraction of stearic acid in the milk fat of animals of the third group was slightly higher, and palmitoleic acid in the milk of cows of all groups was slightly lower than the reference values provided for by GOST 32915-2014. The ratio of fatty acid methyl esters of milk fat in individuals of all groups corresponded to the permissible range of values according to GOST 32261-2013.

Key words: cow, diet, zeolite, probiotics, milk, fatty acids

For citation: Krupin E.O., Gainullina M.K., Shakirov Sh., Hoggui M. Fatty acid composition of cow milk when activated zeolite and probiotics are included in their diet. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 39–44 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-39-44>

© Krupin E.O., Gainullina M.K., Shakirov Sh., Hoggui M.

Введение / Introduction

Определение состава жирных кислот в коровьем молоке является гарантом качества при выявлении различных конформаций и модификаций молочного жира, биоактивных свойств отдельных кислот семейства омега-3 и омега-6 и т. д. [1].

По данным Н.Д. Кухтын, О.С. Покотило, Г.В. Карпик [и др.] (2015), в составе свободных жирных кислот молока сырого больше всего пальмитиновой, миристиновой, олеиновой, линолевой, масляной, капроновой, которые составляют основу молочного жира [2]. И.А. Лашнева, А.А. Сермягин (2020) указывают, что наибольшая доля жирных кислот приходится на среднецепочечные (49,07%), пальмитиновую (39,96%) и олеиновую (18,74%) кислоты [3]. А.В. Степанов, О.А. Быкова, О.В. Костюнина (2022) в своих исследованиях установили изменение жирнокислотного состава молока коров в течение суток. Так, например, содержание жирных кислот и их трансизомеров в молоке коров вечером было значительно выше, чем утром. В общей жировой фракции молока преобладают среднецепочечные жирные кислоты во все периоды суток, а основное количество жирных кислот и их трансизомеров поступает в молоко коров в вечернее время [4].

Установлены и отдельные породные особенности изменения жирнокислотного профиля молока. Так, В.В. Цюпко (2011) показал, что жиросинтетическая функция вымени была несколько выше у коров породы Флэквих [5]. А.К. Смагуловым, М.Т. Нургалиевой, М.Р. Тойшимановым (2018) также получены данные по жирным кислотам в зависимости от породы молочного скота и сезона года [6].

О влиянии генотипа на липидный состав молока герефордских коров сообщалось в исследовании Н.В. Фомина, М.А. Дерхо (2016). Они отмечают, что чистопородные животные по их количеству более чем в 1,5 раза отличались от помесей в ходе подсосного периода [7]. Однако, по данным Г.В. Ширяева (2019), в целом недостаточно сведений о биохимических, гормональных и молекулярных механизмах влияния того или иного отдельного гена и его полиморфизмов на жирнокислотный состав молока коров [8].

Отмечалось, что доение коров робототехникой в большей степени влияет на образование свободных жирных кислот в молоке, чем доение на АСД «Карусель». В частности, по результатам А.Н. Бергилевич, А.Н. Марченко, О.А. Бергилевич (2014), при роботизированном доении наибольшую концентрацию в молоке составляли пальмитиновая, олеиновая и стеариновая жирные кислоты [9].

Много сообщений о влиянии кормового фактора на жирнокислотный состав молока [10]. Считается, что для увеличения концентрации жировой фазы молока и повышения ее биологической ценности необходимо оптимизировать рационы высокопродуктивных коров по всем питательным веществам, оценивая жировой состав корма и включая по необходимости недостающие жирные кислоты [11, 12].

Описано положительное влияние антиоксидантов на процессы перекисного окисления липидов в организме коров. Выявлена взаимосвязь между качественным составом молока и выходом творога, полученного из него. Установлены увеличение

количества ненасыщенных жирных кислот в твороге, взаимозаменяемость мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот и их взаимосвязь [13]. При введении в рацион буферной смеси О.В. Хулыгаева, А.Р. Петрук, В.В. Влизло (2017) наблюдали увеличение содержания масляной кислоты в молоке коров и уменьшение содержания кислот (18:1, 18:2, 18:3 и 20:4) на рационе с соевым шротом. Отмечалось, что при большем количестве в рационе коров жира в составе молока возросла доля олеиновой и линолевой кислот.

Также описано, что скормливание буферной смеси уменьшало в составе молочного жира содержание транс-10, но увеличивало содержание транс-11 изомеров жирных кислот [14]. Установлено, что при наличии в рационе зеленой массы пастбищной травы, комбикорма, оксидов металлов (и особенно цеолитовой муки) у коров повышается среднесуточное выделение с молоком незатерифицированных жирных кислот [15]. Отмечалось, что скормливание модифицированных кремнийсодержащих добавок, обогащенных аминокислотами, также положительно влияет на жирнокислотный состав молока коров, повышает концентрацию каприновой (C10:0), лауриновой (C12:0), миристиновой (C14:0), пальмитиновой (C16:0) и маргаритиновой (C17:0) жирных кислот [16]. Комплексная добавка, включающая модифицированный диатомит, диацетофенонилселенид, органический селен, подсолнечное масло и кормовые дрожжи, оказала влияние на жирнокислотный состав молока и способствовала увеличению фракции насыщенных жирных кислот с короткой цепью при одновременном резком уменьшении содержания стеариновой и арахидиновой кислот.

Также указывается на снижение уровня мононенасыщенных жирных кислот [17]. Результаты исследований И.Ф. Горлова, А.Р. Каретникова, В.В. Ранделина [и др.] (2017) свидетельствуют о том, что введение в рацион лактирующих коров кормовой добавки «КореМикс» оказывало положительное влияние на химический, аминокислотный и жирнокислотный состав молока, а на качество воздействует доза получаемой добавки. Содержание таких жирных кислот, как масляная, капроновая, стеариновая, по мере увеличения количества подкормки в рационах коров не изменялось, а каприновой, линолевой — уменьшалось [18]. Не только кормовые добавки, но и основные корма способны влиять на продукцию молочного жира. Так, Л.Н. Гордийчук, И.Ю. Вахуткевич (2015) установили, что в молоке коров, которым скормливали пастбищную траву, комбикорм и сечку сена с различной величиной частиц (0,2–2,0 см и 3,0–5,0 см), повышалось содержание общих липидов за счет насыщенных жирных кислот с четным числом углеродных атомов в цепи. При этом повышались среднесуточные надои молока и содержание в нем жира [19].

Таким образом, на биосинтез молочного жира влияет большое количество факторов, в том числе немаловажное значение отводится особенностям кормления животных.

Исходя из вышеизложенного, целью настоящей работы было изучение жирнокислотного профиля молока коров при использовании в составе рационов кормовых добавок на основе активированного цеолита с включением пробиотиков.

Материал и методы исследования / Material and methods

Научно-хозяйственный опыт проведен в ООО «Возрождение» Арского муниципального района Республики Татарстан на дойных коровах чернопестрой породы в период разгара лактации в 2022–2023 гг. Для проведения опыта по принципу пар-аналогов сформировали три группы животных с учетом возраста, породы, живой массы, продуктивности и др. В каждой группе было по 13 голов. Продолжительность опыта составила 80 дней, среднее количество дней доения на момент начала исследований — 90. Приемы постановки опыта выполнены согласно методологии А.И. Овсянникова (Москва, 1976). Рационы, состав и питательность комплексных кормовых добавок рассчитаны с использованием программы «Корм Оптима Эксперт» («КормоРесурс», Россия).

Потребности дойных коров в питательных и биологически активных веществах определяли по А.П. Калашникову, В.И. Фисину, В.В. Щеглову и др. (2003). Основной рацион кормления животных всех групп состоял из сенажа многолетних бобовых трав, силоса кукурузного, пивной дробины свежей, рапсового шрота, зерна кукурузы и ячменя, соли поваренной, мела кормового, витаминно-минерального премикса. Коровы контрольной группы получали дополнительно к основному рациону активированный цеолит. Активированный цеолит изготавливается путем термомеханической активации цеолитсодержащей породы Татарско-Шатрашанского месторождения, расположенного в Республике Татарстан ООО «Цеолиты Поволжья» по ТУ 2163-001-27860096-2016¹.

Животные второй группы дополнительно к основному рациону получали комплексную кормовую добавку, включающую активированный цеолит и дрожжевой пробиотик «Клювер Про» (ООО «Протеин КормБиоТех Исследования», Россия), а коровы третьей группы — активированный цеолит и фитопробиотик «Провитол» (ООО «Биотроф», Россия), взятые в определенном оптимальном соотношении. Комплексные кормовые добавки были получены путем смешивания компонентов в горизонтальном лопастном смесителе «МК «ТЕХНЭКС»» до однородной консистенции в течение 5 мин. при 140 об/мин.

Во время эксперимента условия содержания всех животных были одинаковыми, а обращение с коровами проводилось в соответствии с European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes.

Пробы молока были отобраны в заключительный день исследований и подготовлены к анализу согласно ГОСТ 26809.1-2014². Жирнокислотный состав жировой фазы молока определяли методом газовой хроматографии в соответствии с ГОСТ 32915-2014³ на газовом хроматографе «Кристаллюкс 4000М» (Россия), капиллярная колонка SP2560. Установили содержание следующих жирных кислот: насыщенных (масляной, капроновой, каприловой, каприновой, лауриновой,

миристиновой, пальмитиновой, стеариновой, арахидиновой, бегеновой), мононенасыщенных (деценовой, миристоолеиновой, пальмитоолеиновой, олеиновой), полиненасыщенных (линолевой, линоленовой). Учитывались границы соотношения метиловых эфиров жирных кислот молочного жира: пальмитиновой к лауриновой; стеариновой к лауриновой; олеиновой к миристиновой; линолевой к миристиновой; сумма олеиновой и линолевой к сумме лауриновой, миристиновой, пальмитиновой и стеариновой.

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

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты анализа жирнокислотного состава жировой фазы молока животных контрольной и опытных групп представлены в таблице 1. Из данных видно, что по содержанию отдельных жирных кислот особи опытных групп превосходили аналогов контрольной группы. Так, оценивая содержание насыщенных жирных кислот, следует отметить, что в молоке коров второй группы наблюдалось достоверно более высокое содержание масляной кислоты, а также тенденция большего содержания в молочном жире капроновой, миристиновой и пальмитиновой жирных кислот на 0,136%, 0,141% и 2,245%. Тенденция наибольшего содержания в молоке стеариновой кислоты была характерна коровам третьей группы — 14,892%, что на 0,986% и 3,530% выше по сравнению с аналогичным показателем животных первых двух групп. Наименьшее содержание стеариновой кислоты наблюдали у коров второй группы (11,362%), причем установленная разница в сравнении с показателем в контроле была достоверной ($p < 0,01$). Коровы опытных групп имели тенденцию большего содержания в молочном жире каприловой, лауриновой и арахидиновой кислот по сравнению с показателями контрольной группы, причем среди опытных групп наиболее высокими были значения, характерные особям третьей группы. Однако полученные значения не были статистически достоверными. По уровню бегеновой кислоты различий между группами не установлено.

Анализируя долю мононенасыщенных жирных кислот, установлено, что животные второй группы имели достоверно более высокую массовую долю деценовой, миристоолеиновой и пальмитоолеиновой жирных кислот в молочном жире по сравнению со значениями, характерными контрольным особям. Так, по уровню деценовой кислоты различия составили 0,062% ($p < 0,05$), а по содержанию миристоолеиновой и пальмитоолеиновой кислот — 0,242% ($p < 0,05$) и 0,159% ($p < 0,05$)

¹ <https://zeol.ru/catalog/ceolit-aktivirovannyy/>

² ГОСТ 26809.1-2014 Молоко и молочная продукция. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу.

³ ГОСТ 32915-2014. Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии

Таблица 1. Жирнокислотный состав жировой фазы молока, %
Table 1. Fatty acid composition of the fatty phase of milk, %

Показатель	Группа (n = 3)		
	первая	вторая	третья
Насыщенные жирные кислоты			
Масляная (C _{4:0})	2,688 ± 0,086	3,106 ± 0,032***	2,969 ± 0,224
Капроновая (C _{6:0})	1,935 ± 0,106	2,071 ± 0,035	1,869 ± 0,235
Каприловая (C _{8:0})	1,268 ± 0,088	1,303 ± 0,028	1,365 ± 0,010
Каприновая (C _{10:0})	3,043 ± 0,225	2,982 ± 0,094	3,295 ± 0,210
Лауриновая (C _{12:0})	3,477 ± 0,192	3,535 ± 0,1298	3,690 ± 0,356
Миристиновая (C _{14:0})	11,207 ± 0,379	11,348 ± 0,284	10,724 ± 0,360
Пальмитиновая (C _{16:0})	26,466 ± 0,519	28,711 ± 1,399	24,838 ± 0,872
Стеариновая (C _{18:0})	13,906 ± 0,687	11,362 ± 0,305**	14,892 ± 0,197
Арахидовая (C _{20:0})	0,176 ± 0,010	0,179 ± 0,017	0,192 ± 0,011
Бегеновая (C _{22:0})	0,010 ± 0,002	0,010 ± 0,003	0,010 ± 0,004
Мононенасыщенные жирные кислоты			
Деценовая (C _{10:1})	0,248 ± 0,019	0,310 ± 0,019*	0,219 ± 0,021
Миристолеиновая (C _{14:1})	0,952 ± 0,072	1,194 ± 0,063*	0,853 ± 0,074
Пальмитолеиновая (C _{16:1})	1,098 ± 0,041	1,257 ± 0,064*	1,109 ± 0,209
Олеиновая (C _{18:1})	26,764 ± 1,235	25,368 ± 1,095	26,263 ± 0,137
Полиненасыщенные жирные кислоты			
Линолевая (C _{18:2})	3,171 ± 0,116	2,786 ± 0,194*	3,113 ± 0,335
Линоленовая (C _{18:3})	0,681 ± 0,040	0,693 ± 0,047	0,737 ± 0,023

Примечание: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Рис. 1. Соотношение жирных кислот жировой фазы молока коров, %
Fig. 1. The ratio of fatty acids in the fatty phase of cow's milk, %



Таблица 2. Соотношение метиловых эфиров жирных кислот молочного жира, %
Table 2. The ratio of methyl esters of fatty acids of milk fat, %

Показатель	Группа (n = 3)		
	первая	вторая	третья
Пальмитиновая — лауриновая	7,685 ± 0,265	8,242 ± 0,589	6,995 ± 0,910
Стеариновая — лауриновая	4,099 ± 0,393	3,228 ± 0,077	4,136 ± 0,345
Олеиновая — миристиновая	2,419 ± 0,182	2,243 ± 0,108	2,459 ± 0,095
Линолевая — миристиновая	0,285 ± 0,016	0,247 ± 0,020	0,289 ± 0,023
Сумма олеиновой и линолевой к сумме лауриновой, миристиновой, пальмитиновой и стеариновой	0,545 ± 0,029	0,518 ± 0,033	0,543 ± 0,004

соответственно. Тенденция большего содержания олеиновой кислоты была характерна молоку коров контрольной группы.

Несмотря на то что среди полиненасыщенных жирных кислот тенденцией большей массовой доли линолевой кислоты в жире молока характеризовались особи контрольной группы, у животных второй группы значения этого показателя были ниже на 0,385%, причем установленная разница была статистически достоверна ($p < 0,05$). Стоит отметить, что особи второй и третьей группы имели тенденцию несколько большего содержания в жировой фазе молока линолевой кислоты.

В целом же (рис. 1) видно, что максимальная доля насыщенных жирных кислот установлена в молоке коров второй группы, мононенасыщенных жирных кислот — в молоке животных контрольной группы, насыщенных жирных кислот и полиненасыщенных жирных кислот — в молоке коров третьей группы. Особо подчеркнем, что доля прочих жирных кислот в молоке коров контрольной и опытных групп составила в среднем 3,669%, причем разница в показателе между значением контрольной и третьей группами составила 0,522% ($p < 0,01$).

Анализ соотношения метиловых эфиров жирных кислот молочного жира коров контрольной и опытных групп представлен в таблице 2. Так, животные контрольной группы характеризовались большим соотношением (0,545%) суммы олеиновой и линолевой к сумме лауриновой, миристиновой, пальмитиновой и стеариновой кислот. Молочный жир коров второй группы имел тенденцию большего соотношения пальмитиновой и лауриновой кислот, тогда как для молочного жира коров третьей группы была характерна тенденция большего соотношения стеариновой к лауриновой, олеиновой к миристиновой и линолевой к миристиновой жирной кислоте.

Однако в целом стоит отметить, что установленная массовая доля стеариновой кислоты в молочном жире животных третьей группы была незначительно выше, а пальмитоолеиновой кислоты в молоке коров всех групп несколько ниже референсных значений, предусмотренных ГОСТ 32915-2014.

Выводы / Conclusion

Введение в рацион кормления коров опытных групп испытываемых кормовых добавок в целом повлияло на изменение жирнокислотного состава жировой фазы молока и соотношение метиловых эфиров жирных кислот молочного жира. При скормлении животным активированного цеолита и дрожжевого пробиотика «Клювер Про» достоверно увеличивалось содержание в молочном жире насыщенной жирной кислоты (масляной), мононенасыщенных жирных кислот (деценовой, миристолеиновой, пальмитолеиновой), полиненасыщенных жирных кислот (линолевой). Вариации состава кормовой добавки могут оказать влияние на изменение содержания той или иной жирной кислоты, а именно при скормлении коровам дрожжевого фитопробиотика «Провитол» достоверно возросло содержание в молочном жире прочих, не идентифицированных нами жирных кислот.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Работа выполнена в рамках государственного задания «Эколого-генетические подходы к созданию и сохранению ресурсов растений и животных, расширению их адаптивного потенциала и биоразнообразия, разработка и внедрение агротехнологий с целью повышения устойчивости производства высококачественной продукции, достижения безопасности для здоровья человека и окружающей среды» (рег. № 122011800138-7).

FUNDING:

The work was carried out as part of the state assignment «Ecological and Genetic approaches to the creation and preservation of plant resources and animals, expand their adaptive potential and biodiversity, the development of saving agricultural technologies in order to increase the stability of the production of high-quality products, and achieve safety for human health and the environment» (reg. No. 122011800138-7).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жижин Н.А. Применение метода «быстрой» газовой хроматографии для регулярного анализа жирных кислот в молоке и молочных продуктах. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2020; 82(1): 164–168. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-1-164-168>
2. Кухтын Н.Д., Покотило О.С., Карпык Г.В., Кравченко Х.Ю., Шинкарук О.Ю. Изменение содержания свободных жирных кислот и жирнокислотного состава молока под влиянием психотрофных микроорганизмов. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. 2015; 17(1-4): 50–55. <https://elibrary.ru/vlabid>
3. Лашнева И.А., Сермягин А.А. Влияние наличия трансизомеров жирных кислот в молоке на его состав и продуктивность коров. *Достижения науки и техники АПК*. 2020; (3): 46–50. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10309>
4. Степанов А.В., Быкова О.А., Костюнина О.В. Жирнокислотный состав молока коров черно-пестрой породы Уральского региона. *Вестник КрасГАУ*. 2022; (12): 181–188. <https://elibrary.ru/uvdfgp>
5. Цюпко В.В. Состав молока и содержание жирных кислот в молочном жире коров пород флеквих и браунвих. *Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины*. 2011; 104: 224–230. <https://elibrary.ru/skxlrz>
6. Хастаева А.Ж., Смагулов А.К., Нургалиева М.Т., Тойшиманов М.Р. Жирнокислотный состав молока коров голштинской породы. *Вестник Алтайского технологического университета*. 2018; (2): 37–41. <https://elibrary.ru/xryxhv>
7. Фомина Н.В., Дерхо М.А. Влияние генотипа коров-матерей герефордской породы на липидный состав молока. *Достижения науки и техники АПК*. 2016; (9): 91–94. <https://elibrary.ru/wwwrgur>
8. Ширяев Г.В. Влияние полиморфизмов генов, определяющих жирнокислотный состав молока, на репродуктивные показатели крупного рогатого скота (обзор). *Молочное и мясное скотоводство*. 2019; (8): 24–27. <https://doi.org/10.33943/MMS.2019.32.82.002>
9. Бергилевич А.Н., Марченко А.Н., Бергилевич О.А. Влияние современных технологий доения и психотрофных микроорганизмов на содержание свободных жирных кислот в молоке. *ScienceRise*. 2014; 5(4): 61–68. <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2014.32252>
10. Харитонов Е.Л., Панюшкин Д.Е. Кормовые и метаболические факторы формирования жирнокислотного состава молока у коров. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2016; (2): 76–106. <https://elibrary.ru/waacbj>
11. Хромова Л.Г., Байлова Н.В., Петрин А.Н. Жирнокислотный состав и биологическая ценность молока коров голштинской породы различной селекции в период адаптации. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2018; (3): 81–87. <https://www.elibrary.ru/yggwlj>
12. Полищук В.В., Андреева Л.Ю. Жирнокислотный состав сырого коровьего молока. *Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета*. 2021; (1): 154–157. <https://elibrary.ru/wywyty>
13. Каширина Л.Г., Иванисhev К.А. Влияние антиоксидантов в виде витаминсодержащих препаратов на качественные показатели молока и жирнокислотный состав творога, изготовленного из него. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*. 2018; (2): 142–148. <https://elibrary.ru/xsvhkh>
14. Гуляева О.В., Петрук А.П., Влизло В.В. Влияние количества жира в рационе коров и pH соевого жмыха на его ферментацию и соотношение жирных кислот в липидах молока. *Біологія тварин*. 2017; 19(2): 23–29. <https://doi.org/10.15407/animbiol19.02.023>
15. Ривис И.Ф., Коляда С.М. Выделение неэтерифицированных жирных кислот с молоком, молочная продуктивность и состав молока коров при наличии целюлита в рационе пастбищного периода. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. 2015; 17(1-3): 171–178. <https://elibrary.ru/vlaaur>

REFERENCES

1. Zhizhin N.A. Application of the «fast» gas chromatography method for regular analysis of fatty acids in milk and dairy products. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2020; 82(1): 164–168 (In Russian). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-1-164-168>
2. Kukhtyn M.D., Pokotylo O.S., Karpyk G.V., Kravchenyuk K.J., Shynkaruk O.J. Changes in the content of free fatty acids composition of the milk under the influence of microorganisms psychrotrophik. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2015; 17(1-4): 50–55 (In Ukrainian). <https://elibrary.ru/vlabid>
3. Lashneva I.A., Sermiyagin A.A. The effect of the presence of trans fatty acids in milk on its composition and cows' productivity. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2020; (3): 46–50 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10309>
4. Stepanov A.V., Bykova O.A., Kostyunina O.V. Fatty acid composition of black-mottled breed cows milk of the Ural region. *Bulletin of KSAU*. 2022; (12): 181–188 (In Russian). <https://elibrary.ru/uvdfgp>
5. Tsyupko V. Milk composition and fatty acid content in fleckvieh and braunvieh milk fat. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Science of Ukraine*. 2011; 104: 224–230 (In Ukrainian). <https://elibrary.ru/skxlrz>
6. Khastaeva A.Zh., Smagulov A.K., Nurgalieva M.T., Toishimanov M.R. Fatty acid composition of milk of cows of Holstein breed. *The Journal of Altay Technological University*. 2018; (2): 37–41 (In Russian). <https://elibrary.ru/xryxhv>
7. Fomina N.V., Derkho M.A. Influence of genotype of hereford cows-mothers on the lipid composition of milk. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016; (9): 91–94 (In Russian). <https://elibrary.ru/wwwrgur>
8. Shiryayev G.V. The effect of genes' polymorphisms determined the fatty acid composition of milk on the reproductive indicators of cattle (review). *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2019; (8): 24–27 (In Russian). <https://doi.org/10.33943/MMS.2019.32.82.002>
9. Bergilevich A.N., Marchenko A.N., Bergilevich O.A. Effect of modern milking technologies and psychrotrophic microorganisms on fatty acid in milk. *ScienceRise*. 2014; 5(4): 61–68 (In Russian). <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2014.32252>
10. Kharitonov E.L., Panyushkin D.E. Feed and metabolic factors of the milk fatty acid composition in cows. *Problems of productive animal biology*. 2016; (2): 76–106 (In Russian). <https://elibrary.ru/waacbj>
11. Khromova L., Baylova N., Petrin A. Fatty acid composition and biological value of milk of holstein cows of different selection in adaptation period. *The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2018; (3): 81–87 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yggwlj>
12. Polishchuk V.V., Andreyeva L.Yu. Fatty acid composition of raw cow's milk. *Vestnik molodezhnoy nauki Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; (1): 154–157 (In Russian). <https://elibrary.ru/wywyty>
13. Kashirina L.G., Ivanishev K.A. The influence of antioxidants in the form of vitaminous preparations on milk quality parameters and fatty acid content of curd made of it. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev*. 2018; (2): 142–148 (In Russian). <https://elibrary.ru/xsvhkh>
14. Hulyayeva O.V., Petruk A.P., Vlizlo V.V. Effect of fat content in cows diet and pH of rumen on Rumenal fermentation and fatty acid composition of milk fat. *The Animal Biology*. 2017; 19(2): 23–29 (In Ukrainian). <https://doi.org/10.15407/animbiol19.02.023>
15. Rivis I.F., Kolyada S.M. Isolation of non-esterified fatty acids with milk, milk productivity and milk composition of cows in the presence of zeolite in the diet of the pasture period. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2015; 17(1-3): 171–178 (In Ukrainian). <https://elibrary.ru/vlaaur>

16. Ахметова В.В. и др. Характеристика жирнокислотного состава молока коров при включении в их рацион активированных и обогащенных кремнийсодержащих добавок. *Аграрная наука*. 2023; (1): 39–43. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-39-43>

17. Ахметова В.В., Мерчина С.В., Мухитов А.З. Анализ жирнокислотного состава молока коров на фоне добавки модифицированного диатомита. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020; (4): 246–250. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-4-246-250>

18. Горлов И.Ф., Каретникова А.Р., Ранделина В.В., Сложенкина М.И., Сивков А.И., Мосолова Н.И. Влияние разных доз новой кормовой добавки в рационах лактирующих коров на содержание аминок- и жирных кислот в молоке. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2017; (6): 63–66. <https://elibrary.ru/zwgxlh>

19. Гордийчук Л.Н., Вахуткевич И.Ю. Содержание жирных кислот общих липидов в молоке коров за дополнительного введения клетчатки в рацион у летний период. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2015; 17(1-3): 43–47. <https://elibrary.ru/vlaajx>

16. Akhmetova V.V. et al. Characteristics of the fatty acid composition of cow's milk when including in their diet activated and enriched silicon-containing additives. *Agrarian science*. 2023; (1): 39–43 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-39-43>

17. Akhmetova V.V., Merchina S.V., Mukhitov A.Z. Analysis of the fatty acid composition of cow's milk against the background of modified diatomite additives. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2020; (4): 246–250 (In Russian). <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-4-246-250>

18. Gorlov I.F., Karetnikova A.R., Randelina V.V., Slozhenkina M.I., Sivkov A.I., Mosolova N.I. The influence of different doses of a new feed additive in rations of lactating cows on content of fatty on amino-acids in milk. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2017; (6): 63–66 (In Russian). <https://elibrary.ru/zwgxlh>

19. Gordiychuk L.M., Vakhutkevych I.U. Fatty acids of total lipids in milk cows for an additional injection of fiber in the diet in the summer. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2015; 17(1-3): 43–47 (In Ukrainian). <https://elibrary.ru/vlaajx>

ОБ АВТОРАХ:

Евгений Олегович Крупин,

доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник отдела физиологии, биохимии, генетики и питания животных, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», ул. Оренбургский тракт, д. 48, Казань, 420059, Россия
evgeny.krupin@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8086-1788>

Мунира Кабировна Гайнуллина,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой технологии производства и переработки сельхозпродукции, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, ул. Сибирский тракт, д. 35, Казань, 420029, Россия
gainullinamun@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3539-4065>

Шамиль Касымович Шакиров,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела физиологии, биохимии, генетики и питания животных, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», ул. Оренбургский тракт, д. 48, Казань, 420059, Россия
intechkorm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3362-0463>

Мохаммед Хоггуи,

- аспирант кафедры технологии производства и переработки сельхозпродукции, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, ул. Сибирский тракт, д. 35, Казань, 420029, Россия;
- младший научный сотрудник отдела физиологии, биохимии, генетики и питания животных, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», ул. Оренбургский тракт, д. 48, Казань, 420059, Россия
miloudidjafer@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4439-3761>

ABOUT THE AUTHORS:

Evgeny Olegovich Krupin,

Doctor of Veterinary Sciences, Leading Researcher of the Department of Physiology, Biochemistry, Genetics and Animal Nutrition, 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», 48 Orenburg tract, Kazan, 420059, Russia
evgeny.krupin@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8086-1788>

Munira Kabirovna Gainullina,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Technology of Production and Processing of agricultural Products, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, 35 Sibirskiy tract, Kazan, 420029, Russia
gainullinamun@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3539-4065>

Shamil Kasimovich Shakirov,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department of Physiology, Biochemistry, Genetics and Animal Nutrition, 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», 48 Orenburg tract, Kazan, 420059, Russia
intechkorm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3362-0463>

Mohammed Hoggui,

- postgraduate student of the department of technology of production and processing of agricultural products, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, 35 Sibirskiy tract, Kazan, 420029, Russia;
- junior researcher of the department of physiology, biochemistry, genetics and nutrition of animals, 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», 48 Orenburg tract, Kazan, 420059, Russia
miloudidjafer@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4439-3761>

А.Л. Аминова, ✉
И.Ф. Юмагузин,
Б.Г. Шарифьянов,
А.Б. Колесник

Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

✉ albina_ufa@list.ru

Поступила в редакцию:
05.04.2023

Одобрена после рецензирования:
04.05.2023

Принята к публикации:
20.05.2023

Albina L. Aminova, ✉
Idris F. Yumaguzin,
Bilus G. Sharifyanov,
Alexander B. Kolesnik

Bashkir Research Institute of Agriculture — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

✉ albina_ufa@list.ru

Received by the editorial office:
05.04.2023

Accepted in revised:
04.05.2023

Accepted for publication:
20.05.2023

Эффективность применения экстракта коры лиственницы в качестве кормовой добавки для телят

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В последние годы интенсивно ведутся поиски и синтез новых более эффективных растительных экстрактов, которые также требуют широких научных и производственных испытаний. К ним относится поиск местных ресурсов и простейших методов биотехнологии и заготовки растительных экстрактов, в том числе кормовых добавок. В связи с этим изучение применения растительного экстракта на основе коры лиственницы представляет важное значение и является актуальным направлением исследований. Цель работы — определить эффективность применения экстракта лиственничной коры в качестве кормовой добавки для повышения естественной резистентности и интенсивности роста живой массы телят крупного рогатого скота.

Методы. Для изучения использовали экстракт коры лиственницы и средство Райдо в дозировке по 5 г на голову теленка в течение 10 дней. Гематологические исследования проводили на анализаторе LH-500 фирмы Beckman Coulter методом Култера. Активность сыворотки крови определяли по методам В.Г. Дорофейчука, О.В. Смирновой и Г.А. Кузьминой.

Результаты. В исследованиях установили, что для стимулирования интенсивности роста живой массы крупного рогатого скота в раннем молочном периоде выращивания рекомендуется применять растительный экстракт из коры лиственницы, который позволяет повысить интенсивность роста и получить дополнительный прирост живой массы на 9,0% по сравнению с телятами контрольной группы. Применение экстракта стимулирует становление неспецифической резистентности, что проявляется в увеличении показателей фагоцитарной (на 8,5%), бактерицидной (на 8,9%), лизоцимной (на 6,6%) активности сыворотки крови телят по сравнению с контрольной группой.

Ключевые слова: телята, растительный экстракт, лиственничная кора, резистентность организма, живая масса, прирост

Для цитирования: Аминова А.Л., Юмагузин И.Ф., Шарифьянов Б.Г., Колесник А.Б. Эффективность применения экстракта коры лиственницы в качестве кормовой добавки для телят. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 45–49, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-45-49>

© Аминова А.Л., Юмагузин И.Ф., Шарифьянов Б.Г., Колесник А.Б.

Efficiency of using larch bark extract as a feed additive for calves

ABSTRACT

Relevance. In recent years, the search and synthesis of new more effective plant extracts have been intensively conducted, which also require extensive scientific and industrial tests. These include the search for local resources and the simplest methods of biotechnology and harvesting plant extracts, including feed additives. In this regard, the study of the use of a plant extract based on larch bark is of great importance and is an urgent area of research. The aim of the work is to determine the effectiveness of the use of larch bark extract as a feed additive to increase the natural resistance and intensity of growth of live weight of cattle calves.

Methods. For the study, we used: larch bark extract and raldo remedy in a dosage of 5 g per calf's head for 10 days. Hematological studies were carried out on a Beckman Coulter LH-500 analyzer using the Culture method. The activity of blood serum was determined by the methods of V.G. Dorofeychuk, O.V. Smirnova and G.A. Kuzmina.

Results. Studies have found that in order to stimulate the intensity of growth of live weight of cattle in the early dairy period of cultivation, it is recommended to use a plant extract from the bark of larch, which allows to increase the intensity of growth and get an additional increase in live weight by 9.0% compared with calves of the control group. The use of the extract stimulates the formation of nonspecific resistance, which is manifested in an increase in phagocytic (by 8.5%), bactericidal (by 8.9%), lysozyme (by 6.6%) activity of the blood serum of calves compared with the control group.

Key words: calves, vegetable extract, larch bark, body resistance, live weight, growth

For citation: Aminova A.L., Yumaguzin I.F., Sharifyanov B.G., Kolesnik A.B. Efficiency of using larch bark extract as a feed additive for calves. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 45–49 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-45-49>

© Aminova A.L., Yumaguzin I.F., Sharifyanov B.G., Kolesnik A.B.

Введение / Introduction

Выращивание ремонтного молодняка в каждом хозяйстве необходимо организовать по наиболее рациональной интенсивной технологии, обеспечивающей нормальный рост и развитие, своевременное осеменение, получение здорового приплода и высокой молочной, мясной продуктивности. Способность к нормальному воспроизводству закладывается еще в период выращивания молодняка. Основным показателем качества ремонтного молодняка является живая масса, достигнутая в определенном возрасте, так как ее прирост характеризует развитие физиологических функций внутренних органов [1].

Высокая заболеваемость молодняка крупного рогатого скота в первые дни жизни объясняется отсутствием у них развитой системы регуляции жизненно важных функций, несовершенной системой иммунной защиты организма [2].

Биологические стимуляторы в животноводстве применяются для повышения физиологической реактивности при одновременной активизации продуктивности. Одним из важных факторов, от которых зависит заболеваемость молодняка крупного рогатого скота, является иммунологическое состояние организма [3]. Снижение общей неспецифической резистентности создает предпосылки для возникновения заболеваний у телят, а это в свою очередь приводит в дальнейшем к снижению продуктивности у взрослых животных.

В последние годы интенсивно ведутся поиски и синтез новых более эффективных растительных экстрактов, которые также требуют широких научных и производственных испытаний. К ним относится поиск местных ресурсов, простейших методов биотехнологии и заготовки растительных экстрактов, в том числе таких кормовых добавок, как травяная и хвойная мука, дрожжи, гидролизанные из древесного и торфяного сырья, отходы микробиологической промышленности, концентраты зеленых кормов, микробный каротин, и др. Растительные экстракты и эфирные масла обладают противовоспалительным эффектом и антиоксидантным действием [4].

Применение фитоэкстрактов различных лекарственных трав, коры деревьев находит всё большее применение в животноводстве [5–10]. При этом изучается механизм их действия как катализатора обменных процессов, иммуномодуляторов и иммуностимуляторов [11]. В связи с этим большой интерес представляет применение растительного экстракта на основе коры лиственницы.

Цель работы — определить эффективность применения экстракта коры лиственницы в качестве кормовой добавки для повышения естественной резистентности и интенсивности роста живой массы телят крупного рогатого скота.

Материал и методы исследования /

Material and methods

Научно-производственный опыт проводили в 2021 году в ФГУП «Уфимское» Уфимского района Республики Башкортостан на телятах, которым создали идентичные условия кормления и содержания.

Для повышения жизнеспособности, интенсивности роста и мясной продуктивности телят, а также их сохранности при применении растительных средств были отобраны три группы телят 15-суточного возраста в количестве 21 головы. Экстракт коры лиственницы

производства ОАО «Аметис» представлен в виде порошка темно-оранжевого цвета, не вызывает аллергических реакций и побочных эффектов. Средство «Райдо» было получено из древесины и коры лиственницы сибирской по технологии, апробированной на других животных¹. Химический состав коры лиственницы представлен высоким содержанием полифенольных соединений [12], основную часть полимерных продуктов составляют дубильные вещества, состоящие из катехинов и флавоноидов [13], а также конденсированные танины, вещества углеводной природы [14].

Первая группа — I опытная (семь голов) — получала стартерный корм плюс средство «Райдо» в количестве 5 г на голову в течение 10 дней подряд в утреннее кормление. Вторая группа — II опытная (семь голов) — стартерный корм плюс экстракт коры лиственницы в количестве 5 г на голову в течение 10 дней подряд в утреннее кормление. Третья группа — контрольная (семь голов). Кормление подопытных животных осуществлялось согласно распорядку и технологии, принятой специалистами хозяйства.

Телят всех групп в начале и конце опыта взвешивали по общепринятым методикам. В ходе эксперимента наблюдали за сохранностью животных, а также среднесуточными приростами массы тела.

Оценку эффективности применения растительных экстрактов осуществляли путем исследования крови, взятой из яремной вены в начале и конце опыта в утренние часы до кормления телят.

Гематологические исследования проводили на анализаторе LH-500 фирмы Beckman Coulter (США) методом Культера. Лизоцимную активность сыворотки крови определяли по методу В.Г. Дорофейчука, бактерицидную активность — по О.В. Смирновой и Г.А. Кузьминой.

Условия содержания, кормления и эксплуатации соответствовали зоогигиеническим нормам.

Клиническое наблюдение за физиологическим состоянием телят проводили в течение всего опыта, регистрируя температуру тела, общее состояние, пульс, дыхание, подвижность.

Весь полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики с определением средней арифметической, ее ошибки, критерия достоверности и достоверности по Стьюденту. Достоверной считали разность при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

В ходе эксперимента установлено, что применение экстракта коры лиственницы оказывает активное воздействие на интенсивность роста живой массы молодняка крупного рогатого скота. Благоприятное влияние обменных процессов у молодняка, получавшего растительные экстракты, отразилось высокими приростами живой массы.

По данным таблицы 1, животные после применения используемых экстрактов превосходили контрольную группу по живой массе. Абсолютный прирост живой массы был выше у телят опытных групп, получавших экстракт коры лиственницы. Среднесуточные приросты были выше во II опытной группе и составили 512,5 г, в I опытной группе — 505,2 г, что больше, соответственно, на 42,5 г и 35,2 г ($p < 0,05$) по сравнению с контрольными

¹ Патент RU2699723 Российской Федерации. Препарат «Райдо» для профилактики и лечения маститов у коров и способ его получения.

Солодовникова Е.А., Колесник А.Б., Аминова А.Л., Рамеев Т.В. Опубл. 09.09.2019. Бюллетень № 4.

² Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: КолосС. 1976.

Таблица 1. Влияние применения растительных экстрактов на интенсивность роста живой массы телят
Table 1. The effect of the use of plant extracts on the growth rate of live weight of calves

Показатель	Группа животных		
	контрольная	опытная	
		I	II
Живая масса, кг:			
в начале опыта	29,5 ± 0,3	29,0 ± 0,3	29,4 ± 0,3
в конце опыта	35,9 ± 0,4	36,8 ± 0,3	37,4 ± 0,7
Абсолютный прирост живой массы, кг	6,4 ± 0,3	7,8 ± 0,3	8,0 ± 0,4
Среднесуточный прирост, г	470,0 ± 18,3	505,2 ± 13,4*	512,5 ± 13,8

Примечание: * $p < 0,05$

животными. Используемые средства растительного происхождения позволили повысить скорость роста и получить дополнительный прирост живой массы, соответственно, на 7,5% и 9,0% ($p < 0,05$) по сравнению с телятами контрольной группы.

Данные показывают, что применение растительных экстрактов в молочный период выращивания молодняка крупного рогатого скота обеспечивает повышение прироста живой массы, при этом эффективность экстракта коры лиственницы выше на 1,5%, чем средство «Райдо».

В период проведения опытов наблюдали за общим состоянием телят. После дачи растительных экстрактов у животных опытных групп аппетит был в норме, телята полностью поедали соответствующую схеме норму рациона, были подвижны, хорошо реагировали на внешние раздражители. У всех подопытных телят были хорошо выражены суточные ритмы приема корма, бодрствования и сна.

Исследованиями установлено, что использование растительных средств оказало существенное влияние на гематологические показатели молодняка (табл. 2). У опытных животных наблюдалась тенденция к увеличению количества лейкоцитов и эритроцитов в крови до $10,34 \pm 1,04 \times 10^{12}/л$ и $6,24 \pm 0,20 \times 10^{12}/л$ в I опытной группе, $11,6 \pm 0,78 \times 10^9/л$ и $5,98 \pm 0,61 \times 10^{12}/л$ во II опытной группе соответственно. В контрольной группе эти показатели находились в пределах $9,86 \pm 0,43 \times 10^9/л$ и $5,79 \pm 0,24 \times 10^{12}/л$.

Накопление количества форменных элементов, в свою очередь, выразилось тенденцией к повышению концентрации гемоглобина в крови опытных телят до 105,3 г/л и 109,0 г/л, что было выше, соответственно, на 7,4% и 11,2%, чем в контроле.

Таблица 2. Гематологические показатели крови телят
Table 2. Hematological parameters of calves' blood

Группа	Лейкоциты, $10^9/л$		Эритроциты, $10^{12}/л$		Гемоглобин, г/л	
	в начале опыта	в конце опыта	в начале опыта	в конце опыта	в начале опыта	в конце опыта
контрольная	9,33 ± 0,57	9,86 ± 0,43	5,24 ± 0,31	5,79 ± 0,24	89,0 ± 7,55	98,0 ± 4,93
I опытная	9,31 ± 1,83	10,34 ± 1,04	4,74 ± 0,57	6,24 ± 0,20	84,6 ± 8,17	105,3 ± 3,52
II опытная	9,35 ± 0,77	11,6 ± 0,78	5,94 ± 0,31	5,98 ± 0,61	98,0 ± 2,88	109,0 ± 12,6*

* $p < 0,05$

Таблица 3. Биохимические показатели крови у подопытных животных
Table 3. Biochemical blood parameters in experimental animals

Группа	Резервная щелочность, ммоль/л	Глюкоза, ммоль/л	Общий кальций, ммоль/л	Неорг. фосфор, ммоль/л
контрольная	98,6 ± 1,29	1,99 ± 0,57	2,26 ± 0,08*	1,80 ± 0,10
I опытная	109,0 ± 0,98	1,97 ± 0,33	2,11 ± 0,02	1,91 ± 0,006
II опытная	108,3 ± 1,65	1,99 ± 0,16	2,17 ± 0,10	1,97 ± 0,05

* $p < 0,05$

Таблица 4. Показатели неспецифической резистентности организма телят, %
Table 4. Indicators of nonspecific resistance of the body of calves, %

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Фагоцитарная активность			
в начале опыта	45,8 ± 0,3	45,45 ± 0,25	45,45 ± 0,35
в конце опыта	47,65 ± 0,45	51,3 ± 0,25	51,7 ± 0,25
Бактерицидная активность			
в начале опыта	47,85 ± 0,25	48,25 ± 0,05	48,25 ± 0,35
в конце опыта	49,45 ± 0,35	53,4 ± 0,1	53,85 ± 0,05*
Лизоцимная активность			
в начале опыта	20,65 ± 0,15	20,7 ± 0,2	20,4 ± 0,3
в конце опыта	21,25 ± 0,15	22,6 ± 0,1	22,65 ± 0,25

Примечание: * $p < 0,05$

Одним из показателей кислотно-щелочного равновесия в организме животных является резервная щелочность сыворотки крови. Уровень резервной щелочности у телят в опытах находится в пределах физиологической нормы, что является характерным для молодняка крупного рогатого скота. Под влиянием использованных средств произошел сдвиг буферной системы крови к наиболее высокому физиологическому уровню и отразился повышением резервной щелочности в I опытной группе на 10,5%, во II — на 9,8% по сравнению с показателем в контрольной группе (табл. 3).

По содержанию минеральных элементов в сыворотке крови между группами существуют определенные различия. У подопытного молодняка отмечается тенденция к снижению концентрации кальция в сыворотке крови (на $0,09-0,15$ ммоль/л) и к повышению неорганического фосфора (на $0,11-0,17$ ммоль/л). Снижение концентрации общего кальция и повышение содержания неорганического фосфора в сыворотке крови опытных животных связаны, на наш взгляд, с их активным использованием для формирования опорно-трофической системы.

Как известно, неспецифическая форма клеточного иммунитета проявляется фагоцитарной активностью сегментоядерных нейтрофилов. Улучшение этого показателя в конце эксперимента в опытных группах связано с активацией внутриклеточных систем фагоцитов и совершенствованием опсонических свойств [15, 16]. В крови телят опытных групп увеличилась фагоцитарная активность сегментоядерных нейтрофилов на 7,7–8,5% по сравнению с контрольной группой.

Установили, что бактерицидная активность сыворотки крови телят опытных групп в конце опыта была выше на 8,0–8,9%, чем в контроле (табл. 4). Это объясняется активацией макрофагов, которые секретируют лизоцим, выделяющийся при дегрануляции полиморфно-ядерных нейтрофилов [17].

В сыворотке крови опытных групп телят наблюдается повышение лизоцимной активности (по сравнению с показателем контрольной группы) на 6,4–6,6% ($p < 0,05$). Лизоцим выполняет в организме важные биологические функции и (в первую очередь) оказывает стимулирующее воздействие на фагоцитоз, действует бактерицидно на многие микроорганизмы. Стабилизация иммунной системы телят происходит на протяжении первого-второго месяца развития, и применение в этот период корректирующих неспецифическую резистентность биологически активных веществ является обоснованным [18].

Выводы / Conclusion

Использование экстракта коры лиственницы для стимулирования интенсивности роста живой массы крупного рогатого скота в раннем молочном периоде выращивания позволяет повысить интенсивность роста и получить дополнительный прирост живой массы на 9,0% по сравнению с телятами контрольной группы. Применение экстракта стимулирует становление неспецифической резистентности, что проявляется в увеличении показате-

телей фагоцитарной активности нейтрофилов (на 8,5%), бактерицидной (на 8,9%), лизоцимной (на 6,6%) активности сыворотки крови телят по сравнению с контролем.

Таким образом, результаты клинических и гематологических исследований свидетельствуют о том, что применение экстракта коры лиственницы повышает резистентность организма животных, способствует увеличению живой массы телят и не оказывает на них отрицательного влияния.

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

- Аминова А.Л. Выращивание молодняка крупного рогатого скота. Уфа: Первая типография. 2020; 299. ISBN: 978-5-6044170-5-8 <https://elibrary.ru/zmuwjk>
- Федоров Ю.Н., Верховский О.А. Иммунодефициты домашних животных. Москва. 1996; 96.
- Топурия Л.Ю. Коррекция иммунного статуса у телят в молочный период выращивания. *Аграрный вестник Урала*. 2016; (10): 68–71. <https://elibrary.ru/xwnidf>
- Котарев В.И., Большаков В.Н., Брюхова И.В. Эффективность использования пробиотической добавки в рационе телят. *Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии*. 2021; (2): 83–90. <https://elibrary.ru/cgijxh>
- Сергеев И.В. Влияние скармливания левзеи сафлоровидной на минеральный обмен в организме лактирующих коров. *Пермский аграрный вестник*. 2018; (4): 137–143. <https://elibrary.ru/yzvoqx>
- Филиппова О.Б., Саранчина Е.Ф. Фитодобавки как часть репродуктивной технологии в молочном скотоводстве. *Наука в центральной России*. 2018; (6): 51–57. <https://www.elibrary.ru/yqwlkh>
- Фролов А.И., Филиппова О.Б. Способ повышения резистентности телят. *Ветеринария, зоотехника и биотехнология*. 2018; (9): 99–104. <https://www.elibrary.ru/ynmfr>
- Atlanderova A.N., Makaeva A.M., Kholodilina T.N. Biological evaluation of aqueous extract of oak bark on in vitro models. *Earth and Environmental. IOP Publishing Science*. 2019; 341: 012161. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012161>
- Makaeva A., Atlanderova K., Miroshnikov S., Sizova E. Rumen microbiome of cattle after introduction of ultrafine particles in feed. *FEBS Open Bio*. 2019; 9(S1): 416. <https://www.elibrary.ru/foynfc>
- Husain F.M. et al. Seed Extract of *Psoralea corylifolia* and Its Constituent Bakuchiol Impairs AHL-Based Quorum Sensing and Biofilm Formation in Food- and Human-Related Pathogens. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2018; 8: 351. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2018.00351>
- Овчинников А.А., Овчинникова Л.Ю., Матросова Ю.В., Еренко Е.Н. Эффективность использования в рационе телят фитоминеральной добавки и фермента. *Пермский аграрный вестник*. 2021; (4): 134–141. https://doi.org/10.47737/2307-2873_2021_36_134
- Остроухова Л.А., Ралдугин В.А., Бабкин В.А., Онучина Н.А., Левчук А.А. Исследование химического состава смолы древесины лиственницы. *Химия растительного сырья*. 2011; (4): 83–87. <https://www.elibrary.ru/oozilh>
- Иванова С.З. и др. Флавоноидные соединения коры лиственницы сибирской и лиственницы Гмелина. *Химия растительного сырья*. 2002; (4): 5–13. <https://www.elibrary.ru/hwingn>
- Бабкин В.А., Остроухова Л.А., Трофимова Н.Н. Биомасса лиственницы: от химического состава до инновационных продуктов. Новосибирск: Издательство СО РАН. 2011; 232. ISBN 978-5-7692-1175-1
- Шевхузев А.Ф., Иванов В.М., Удалова О.В. Адаптация и естественная резистентность телок ярославской породы на юге России. *Зоотехния*. 2009; (4): 21–22. <https://www.elibrary.ru/kpyeht>
- Улибашева Р.А., Шевхузев А.Ф., Смакуев Д.Р. Этологические особенности и резистентность телят калмыцкой и бурой швейцарской пород при разных технологиях выращивания. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2018; 55(1): 64–69. <https://www.elibrary.ru/ytfuwc>
- Аглюлина А.Р. Естественная резистентность телят в условиях резко континентального климата Оренбургской области. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2010; (2): 69–70. <https://www.elibrary.ru/mqgbyp>
- Мосеева А.И. Состояние неспецифической резистентности у телят под влиянием нуклеиновых кислот и ронколейкина. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2015; 224(4): 141–144. <https://www.elibrary.ru/uqesrj>

REFERENCES

- Aminova A.L. Rearing of young cattle. Ufa: First printing house. 2020; 299 (In Russian). ISBN: 978-5-6044170-5-8 <https://elibrary.ru/zmuwjk>
- Fedorov Yu.N., Verkhovskii O.A. Immunodeficiency of domestic animals. Moscow. 1996; 96 (In Russian).
- Topuriya L.Yu. Correction of the immune status of calves during the dairy period of rearing. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2016; (10): 68–71 (In Russian). <https://elibrary.ru/xwnidf>
- Kotarev V.I., Bolshakov V.N., Bryukhova I.V. Efficacy of using a probiotic additive in the diet of calves. *Actual issues in agricultural biology*. 2021; (2): 83–90 (In Russian). <https://elibrary.ru/cgijxh>
- Sergeev I.V. Effect of feeding with *rhaponticum carthmoides* on mineral metabolism in lactating cows. *Perm Agrarian Journal*. 2018; (4): 137–143 (In Russian). <https://elibrary.ru/yzvoqx>
- Filippova O.B., Saranchina E.F. Phyto-additives as a part of reproductive technology in dairy fishing. *Science in the Central Russia*. 2018; (6): 51–57 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yqwlkh>
- Frolov A.I., Filippova O.B. Method of increasing the resistance of calves. *Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*. 2018; (9): 99–104 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ynmfr>
- Atlanderova A.N., Makaeva A.M., Kholodilina T.N. Biological evaluation of aqueous extract of oak bark on in vitro models. *Earth and Environmental. IOP Publishing Science*. 2019; 341: 012161. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012161>
- Makaeva A., Atlanderova K., Miroshnikov S., Sizova E. Rumen microbiome of cattle after introduction of ultrafine particles in feed. *FEBS Open Bio*. 2019; 9(S1): 416. <https://www.elibrary.ru/foynfc>
- Husain F.M. et al. Seed Extract of *Psoralea corylifolia* and Its Constituent Bakuchiol Impairs AHL-Based Quorum Sensing and Biofilm Formation in Food- and Human-Related Pathogens. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2018; 8: 351. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2018.00351>
- Ovchinnikov A.A., Ovchinnikova L.Yu., Matrosova Yu.V., Yerenko E.N. The effectiveness of using phytomineral supplements and enzymes in the calves' diet. *Perm Agrarian Journal*. 2021; (4): 134–141 (In Russian). https://doi.org/10.47737/2307-2873_2021_36_134
- Ostroukhova L.A., Raldugin V.A., Babkin V.A., Onuchina N.A., Levchuk A.A. Investigation of the chemical composition of larch wood resin. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 2012; 38(7): 775–779. <https://doi.org/10.1134/S1068162012070151>
- Ivanova S.Z. et al. Flavonoid compounds of the bark of Siberian larch and Gmelin larch. *Chemistry of plant raw material*. 2002; (4): 5–13 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/hwingn>
- Babkin V.A., Ostroukhova L.A., Trofimova N.N. Larch biomass: from chemical composition to innovative products. Novosibirsk: *Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2011; 232 (In Russian). ISBN 978-5-7692-1175-1
- Shevkuzhev A.F., Ivanov V.M., Udalova O.V. Adaptation and natural resistance at Yaroslavl breed heifers in South of Russia. *Zootekniya*. 2009; (4): 21–22 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/kpyeht>
- Ulimbasheva R.A., Shevkuzhev A.F., Smakuev D.R. Ethological characteristics and resistance of Kalmyk and brown Swiss calves when using different breeding technologies. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2018; 55(1): 64–69 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ytfuwc>
- Aglyulina A.R. Natural resistance of calves under the conditions of sharp-continental climate of the Orenburg region. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2010; (2): 69–70 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/mqgbyp>
- Moseeva A.I. State of nonspecific resistance calves under the influence nucleic acids and roncolekin. *Scientific notes Kazan Bauman state academy of veterinary medicine*. 2015; 224(4): 141–144 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/uqesrj>

ОБ АВТОРАХ:

Альбина Ленаровна Аминова,

кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник отдела животноводства,
Башкирский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства — обособленное структурное
подразделение Федерального государственного
бюджетного научного учреждения Уфимского федерального
исследовательского центра Российской академии наук,
ул. Р. Зорге, 19, Уфа, 450059, Россия
albina_ufa@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2738-4692>
+7 (917) 440-01-00

Идрис Фидиевич Юмагузин,

кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь,
Башкирский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства — обособленное структурное
подразделение Федерального государственного
бюджетного научного учреждения Уфимского федерального
исследовательского центра Российской академии наук,
ул. Р. Зорге, 19, Уфа, 450059, Россия
jumagusin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5401-0242>
+7 (905) 180-43-82

Билус Галимьянович Шарифьянов,

доктор сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник отдела животноводства,
Башкирский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства — обособленное структурное
подразделение Федерального государственного
бюджетного научного учреждения Уфимского федерального
исследовательского центра Российской академии наук,
ул. Р. Зорге, 19, Уфа, 450059, Россия
bsarifanov@gmail.com
+7 (937) 307-49-18

Александр Борисович Колесник,

соискатель,
Башкирский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства — обособленное структурное
подразделение Федерального государственного
бюджетного научного учреждения Уфимского федерального
исследовательского центра Российской академии наук,
ул. Р. Зорге, 19, Уфа, 450059, Россия
stajars@mail.ru
+7 (919) 342-61-45

ABOUT THE AUTHORS:

Albina Lenarovna Aminova,

Candidate of Biological Sciences,
Senior Researcher of the Department of Animal Husbandry,
Bashkir Research Institute of Agriculture —
Subdivision of the Ufa Federal Research Centre
of the Russian Academy of Sciences,
19 Rihard Zorge str., Ufa, 450059, Russia
albina_ufa@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2738-4692>
+7 (917) 440-01-00

Idris Fidaevich Yumaguzin,

Candidate of Agricultural Sciences, Scientific Secretary,
Bashkir Research Institute of Agriculture —
Subdivision of the Ufa Federal Research Centre
of the Russian Academy of Sciences,
19 Rihard Zorge str., Ufa, 450059, Russia
jumagusin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5401-0242>
+7 (905) 180-43-82

Bilus Galimyanovich Sharifyanov,

Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher
of the Department of Animal Husbandry,
Bashkir Research Institute of Agriculture —
Subdivision of the Ufa Federal Research Centre
of the Russian Academy of Sciences,
19 Rihard Zorge str., Ufa, 450059, Russia
bsarifanov@gmail.com
+7 (937) 307-49-18

Alexander Borisovich Kolesnik,

The applicant,
Bashkir Research Institute of Agriculture —
Subdivision of the Ufa Federal Research Centre
of the Russian Academy of Sciences,
19 Rihard Zorge str., Ufa, 450059, Russia
stajars@mail.ru
+7 (919) 342-61-45

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

✉ Vladimir.devjatkin@mail.ru

Поступила в редакцию:
09.03.2023

Одобрена после рецензирования:
04.05.2023

Принята к публикации:
20.05.2023

Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, Podolsk, Moscow Region, Russia

✉ Vladimir.devjatkin@mail.ru

Received by the editorial office:
09.03.2023

Accepted in revised:
04.05.2023

Accepted for publication:
20.05.2023

Использование хвои как источника фитобиотиков в питании животных и аквакультуры

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Проблема инфекций, устойчивых к лекарственным средствам, вызвала полный или частичный отказ от использования антибиотиков в сельском хозяйстве в качестве стимуляторов роста. Для улучшения функций микрофлоры рубца, процессов пищеварения, повышения биодоступности и использования питательных веществ применяются биологически активные вещества из различных частей растений, в частности фитобиотики, содержащиеся в хвое и продуктах ее переработки. Хвоя является отходом при заготовке леса и утилизируется, поэтому ее дешевое получение позволяет рекомендовать ее для использования в качестве витаминного корма в птицеводстве и животноводстве. Химический состав хвои представлен широким спектром минеральных веществ, биологически активных органических соединений, обладающих высокой активностью, влияющих на синтез и действие витаминов и повышающих активность гормонов в организме животных и птицы. Хвоя богата каротиноидами, аскорбиновой кислотой, витаминами группы В, альфа-токоферолом, природными фенольными соединениями, карбоновыми кислотами, полипrenoлами, жирными кислотами и их производными. Благодаря этому происходит стимуляция выработки эндогенных ферментов, иммунной, антибактериальной, антигельминтной активности и антиоксидантных свойств. Улучшаются переваримость и доступность питательных веществ кормов. Свежую хвою широко используют в кормлении животных, птицы, а также аквакультуры в виде муки, паст, водных настоев, энергетических добавок — фитонцидных поливитаминных препаратов.

Ключевые слова: фитобиотики, химический состав, способы получения и продукты переработки хвои

Для цитирования: Девяткин В.А. Использование хвои как источника фитобиотиков в питании животных и аквакультуры. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 50–57, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-50-57>

© Девяткин В.А.

The use of needles as a phytobiotics in animal nutrition and aquaculture

ABSTRACT

Relevance. The problem of infections resistant to antibiotics has led to a complete or partial abandonment of the use of antibiotics in agriculture as growth promoters. To improve the functions of the rumen microflora, digestive processes, increase bioavailability and utilization of nutrients, biologically active substances from various parts of plants are used, in particular phytobiotics contained in coniferous needles and their processing products. Coniferous needles are a by-product of logging and are recycled, which makes their cheap acquisition recommendable for use as a vitamin feed in poultry and livestock farming. The chemical composition of coniferous needles is represented by a wide range of minerals, biologically active organic compounds with high activity that affect the synthesis and action of vitamins and increase the activity of hormones in the body of animals and birds. Coniferous needles are rich in carotenoids, ascorbic acid, B vitamins, alpha-tocopherol, natural phenolic compounds, carboxylic acids, polyphenols, fatty acids and their derivatives. This stimulates the production of endogenous enzymes, immune, antibacterial, anthelmintic activity and antioxidant properties. Digestibility and availability of nutrients in feed are improved. Fresh coniferous needles are widely used in feeding animals, birds, as well as aquaculture in the form of flour, pastes, aqueous infusions, energy supplements — phytoncidal multivitamin preparations.

Key words: The use of needles as a phytobiotics in animal nutrition and aquaculture

For citation: Devyatkin V.A. The use of needles as a phytobiotics in animal nutrition and aquaculture. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 50–57 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-50-57>

© Devyatkin V.A.

Введение / Introduction

В условиях промышленного животноводства и птицеводства при большой скученности на ограниченных площадях, гиподинамии, недостатке солнечной инсоляции даже на фоне кормления, удовлетворяющего потребность животных в элементах питания, достичь наивысшей заложенной в потенциале генотипа продуктивности невозможно без использования различных биологически активных добавок, обеспечивающих нормальный гомеостаз [1–5].

Новорожденные телята и поросята погибали в раннем возрасте от бактериальных инфекций, отравлений различными вирусными токсикантами [6].

Для борьбы с вирусными и бактериальными патогенами (а также как стимуляторы роста) с начала 1950-х годов широко использовались антибиотики [7].

Кроме того, антибиотики используются для консервирования готовой продукции [5]. Длительное использование противомикробных лекарственных препаратов угнетает симбиотическую микрофлору организма, развивается устойчивость к ним, и действие антибиотиков прекращается с побочными осложнениями. Антибиотики способны накапливаться и сохраняться в организме, что приводит к значительному повышению их токсического влияния [7].

В результате антибиотикорезистентности ежегодно умирают в мире не менее 700 тыс. человек от бактериальных инфекций, малярии, ВИЧ, СПИДа или туберкулеза. Если не принять меры, то к 2050 году около 10 млн человек будут ежегодно умирать от возбудителей инфекций, устойчивых к антибиотикам [7, 8].

Растущая глобальная проблема инфекций, устойчивых к лекарственным средствам, вызвала острую необходимость полного отказа от использования антибиотиков в животноводстве в качестве стимуляторов роста и частичного их использования в качестве лекарственных препаратов, поиска наиболее действенных, щадящих биологически активных средств растительного происхождения, их заменяющих. Преимуществом фитобиотиков является их сравнительно недорогая стоимость, поскольку, в отличие от дорогостоящих синтетических аналогов, сырье для их изготовления является более доступным. Антибактериальная активность фитобиотиков связана с воздействием на клетки бактерий. Эфирные масла дестабилизируют клеточную оболочку, изменяя ее проницаемость. Ионы из клетки выходят наружу, протонный градиент трансформируется, сокращая внутриклеточные запасы. Природные вещества нормализуют микрофлору кишечника, снижая активность патогенной микрофлоры, улучшая состояние слизистых желудочно-кишечного тракта, что ведет к наиболее полному усвоению макро- и микронутриентов [9–12].

В связи с этим цель работы заключалась в обобщении данных современной научной литературы по изучению эффективности применения фитобиотиков, как природных стимуляторов роста, конкурирующих по своим свойствам с антибиотическими стимуляторами.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Изучены материалы научных исследований в области производства использования фитобиотиков из хвои сосны, их биохимического состава, целесообразности применения в животноводстве. Поиск источников данных осуществляли в научных электронных библиотеках и поисковых системах: eLIBRARY.RU, cyberleninka.ru, reestr.gossortrf.ru, базе данных PubMed. Поисковые

запросы выполняли по следующим ключевым словам (на русском и английском языках): фитобиотики, хвоя сосны белок, макро- и микронутриенты, природные стимуляторы роста.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Значение фитобиотиков для организма животных разных видов

Для улучшения функций микрофлоры желудочно-кишечного тракта, процессов пищеварения и ферментации, а также для повышения биодоступности и использования питательных веществ применяются биологически активные вещества, полученные из различных частей растений, в частности фитобиотики — разнообразные органические соединения, вторичные продукты метаболизма, разделенные по химической структуре на восемь основных групп: фенолы (карвакрол, тимол, эвгенол), альдегиды (циннамальдегид), спирты (ментол, нерол, цитронелол), алкалоиды (капсаицин). Находятся в твердой, сухой, порошкообразной формах. Ценность фитобиотиков заключается в иммуномодулирующем, противовоспалительном, антиоксидантном действии на организм животных. Они способны нормализовать работу ферментных систем кишечника, а благодаря наличию эфирных масел придают приятный аромат кормосмеси, увеличивая тем самым поедаемость кормов, что в свою очередь приводит к лучшему усвоению питательных веществ рациона и повышению продуктивности животных [3, 5].

При влиянии на микроорганизмы животного фитобиотики способны проявлять антибактериальное, противогрибковое и противовирусное действие. Они стимулируют рост, улучшают иммунитет, поддерживают микрофлору в оптимальном состоянии. В их состав могут входить десятки и даже сотни растительных экстрактов и других натуральных компонентов, которые дополняют и усиливают действие друг друга [13–15].

Наличие каротиноидов, полипептидов, фитостеролов, сапонинов, содержащихся в фитобиотиках, способствует повышению антибактериальной и антигельминтной активности, антиоксидантных качеств, выделению противовоспалительных цитокинов. Более высокая доступность и переваримость питательных веществ могут быть обусловлены увеличением ворсинок, активацией клеток эпителия слизистой оболочки ЖКТ [16].

Имеется мнение, что антимикробное действие основано на проникании эфирных масел в клетку бактерий, разрушении ее структуры, вызывая гибель, а также подавлении синтеза ДНК и РНК, ведущего к сокращению значений АТФ [13, 17–19].

Источники фитобиотиков

Перспективным источником фитобиотиков могут служить огромные запасы хвойных лесов, занимающих 20% общей площади лесов европейской части и Сибири. Наиболее распространена сосна обыкновенная (*Pinussilvestris*) [15, 20, 21].

Для лесозаготовительных компаний имеют значение только стволы деревьев, а их ветки утилизируются и считаются многотоннажным отходом, которые, как возобновляемый источник сырья, являются неограниченным ресурсом [22–24].

Наличие в хвойной зелени массы ценных биологически активных веществ и способность получения из нее кормовых добавок для животноводства и птицеводства, лечебных препаратов, обладающих стойким терапевтическим эффектом, как правило, малотоксичных

Фото 1. Гранулы из хвои. Фото из открытых источников.
<https://new-world-rpg.ru/privacy-policy>
Photo 1. Pellets from needles. Photo from open sources.
<https://new-world-rpg.ru/privacy-policy>



с редкими случаями побочного проявления, индуцируют причины ее комплексной переработки. Однако существующие технологии переработки отличаются высокими энергозатратами, из-за чего эти продукты (хлорофилло-каротиновая паста, хвойные экстракты, кормовая мука и др.) характеризуются высокой стоимостью. В связи с этим чрезвычайно актуальной задачей является поиск и разработка более дешевых современных технологических решений для переработки древесной зелени с целью получения содержащихся в ней ценных биологически активных веществ, играющих значительную роль в кормлении и лечении сельскохозяйственных животных, птицы и аквакультуры [25].

Самым дешевым способом получения хорошего корма является процесс, при котором уложенный еловый или сосновый лапник на сетчатые постаменты в теплом и сухом помещении через двое-трое суток дает около 30% от первоначальной массы чистой сухой осыпавшейся хвои, которую можно сразу использовать в качестве витаминного корма в птицеводстве и животноводстве [14, 26, 27].

В сушеной и измельченной в муку хвое лучше сохраняются ее ценные вещества, кроме того, животные ее охотнее используют, так как в процессе сушки часть глюкозидов, эфирных масел удаляется, дубильные вещества переходят в слаборастворимую форму — пропадают горечь и своеобразный вкус.

В качестве ингредиента в составе гранул (рис. 1) мелко измельченные тонкие ветки и хвоя сосны и ели занимают 39%, солома — 56%, концентраты — 8%, мочевины — 1,8% [28].

Без сомнения, ценность древесной зелени в том, что она является дешевым источником витаминов. Добавление ее в рацион животных улучшает аппетит и приводит к их росту, укрепляет жизнеспособность молодняка.

По сравнению с травяной мукой заготовка хвойной выгоднее: ее заготавливают с октября по апрель, когда содержание каротина и биологически активных веществ в ней наибольшее, а количество эфирных терпеновых масел (борнеол, лимонен, пинен, камфора), вызывающих специфический вкус и запах, минимальное (рис. 2). Дешевое сырье, которое не нужно специально выращивать, а получать по 10–12 т витаминной хвойной муки с 1 га вырубки при одинаковых условиях хранения, причем нет необходимости хранить хвойную продукцию более двух-трех месяцев, однако свежую хвою лучше всего использовать в течение трех суток после заготовки — потеря каротина из травяной муки на 15–20% больше [24, 25].

При скормливании большого количества хвои крупному рогатому скоту через каждые две недели следует

Фото 2. Производство хвойной муки. Фото из открытых источников.
<http://biotech56.ru/herbal/>
Photo 2. Production of coniferous flour. Photo from open sources
<http://biotech56.ru/herbal/>



делать двух-трехдневные перерывы для очистки от находящихся там смолистых веществ, которые могут откладываться на слизистой оболочке сетки и книжки. При даче коровам и нетелям 1,5–2,0 кг измельченных хвойных лапок нарушений процессов пищеварения не было. Ежедневная дача приводит к рождению здоровых жизнеспособных телят с выраженным врожденным иммунитетом [29, 30].

Питательная и биологическая ценность хвои

При обработке паром действие смолистых веществ снижается, питательная ценность хвои находится в пределах 0,24 кормовых единиц и 8,6 г переваримого протеина, что близко к ячменной соломе [20].

В хвое, как высокопитательном и легкоусвояемом продукте, содержится сырых: от 4,0 до 6,0% — протеина, 4,2–5,2% — жира, 7,9–14,0% — клетчатки, 22,0–24,0% — БЭВ. Переваримость органического вещества — 25–81% [20, 24, 29].

Уровень витамина С (аскорбиновая кислота) — мощного стимулятора обмена веществ, активатора некоторых реакций иммунной системы, одного из ценнейших антиоксидантов — в хвое достигает в зимнее время 10–15 тыс. мг/кг сухого вещества, летом же снижается до 2,5–3,0 тыс. мг/кг [21, 30, 31].

В 1 кг сухого вещества зеленой массы сосны содержание альфа-токоферола, обладающего наибольшей биологической активностью, доходит до 360 мг/кг против 137 мг/кг в люцерновой муке и около 300 мг/кг в молодой траве (разнотравье). По концентрации витаминов группы В превосходит вегетативные органы злаковых культур и не уступает люцерне. Широкий набор витаминов при их высокой биологической доступности позволяет приравнять хвою к высоко витаминизированному корму, возможности восполнения биологически активных веществ, особенно в зимнее время. Биологически активные вещества, содержащиеся в древесной зелени, экстрагируют водой или органическими растворителями. В последнем случае извлекают липофильные компоненты, основными продуктами, получаемыми на их основе, являются хлорофилло-каротиновая паста и хлорофиллин натрия. Недостатком указанных способов является неиспользование водорастворимых веществ древесной зелени, а при водном экстрагировании — липидов. Экстракция композицией многоатомных спиртов позволяет извлекать как водорастворимые, так и липофильные вещества [14, 20, 25, 29].

Хвоя является хорошим источником каротина (70–360 мг/кг) — как в лучших сортах моркови (113–188 мг/кг), сене среднего качества (10 мг/кг). Продолжительность хранения — важный фактор состава хвои. За 30 дней

при температуре 8–10 °С уровень каротина становится на 35% меньше, при хранении при более низкой температуре потери составляют 3–12% [15, 32, 33].

Наряду с витаминами в хвойной муке содержатся сахара, глюкоза, фруктоза, пектиновые, дубильные, минеральные вещества. Железа содержится 180–320 мг (в три раза больше, чем клевера), кальция — до 1200 мг, марганца — 320 мг, кобальта — 10 мг, еще литий и другие микроэлементы. Такая минерально-витаминная совокупность и присутствие легко ферментируемых углеводов способствуют поддержанию здоровья животных, считаются возможностью профилактики и лечения некоторых заболеваний с/х животных [24, 34, 35].

Методом водного экстрагирования сосновой хвои при разнообразных температурных и временных режимах были получены гидрорастворы, обладающие антибактериальными свойствами без противопоказаний [25, 32].

Из комплекса биологически активных веществ хвои интерес представляют зеленый пигмент хлорофилл и ксантофилл. Способность хлорофилла поддерживать функцию кроветворения и оказывать благоприятное действие на организм в целом обусловлена химическим родством хлорофилла и гемоглобина [29, 32, 36].

Давно известны антибактериальные свойства хвойных растений за счет наличия фитонцидов (от греч. *phytón* — растение и лат. *caedo* — убиваю) — биологически активных веществ иммуностимуляторов, подавляющих рост и развитие бактерий, микроскопических грибов и простейших микроорганизмов, оказывая бактериостатическое действие на микрофлору кишечника. Они были открыты в 1928 году отечественным ученым Б.П. Токиным. «Фитонциды — это продуцируемые растениями бактерицидные, фунгицидные и протистоцидные вещества, являющиеся одним из факторов иммунитета растений, играющие определенную роль во взаимоотношениях организмов в биогеоценозах». Фитонциды убивают инфузории в течение 5–15 минут, а их водный раствор — в доли секунды. Помимо уничтожения микроорганизмов, фитонциды способны подавлять их размножение [3, 10, 11, 35].

Хвоя является хорошим источником витаминов с содержанием 9–17% протеина. После отжима дробленой хвои с водой сок подогревали до 90 °С, отфильтрованный остаток силосовали вместе с патокой. Получалась белково-витаминная паста с высокой сохранностью исходного количества витаминов, хорошо проявляя лечебное действие при диарее у телят. Масса поросят, выращиваемых в стойловый период с применением белково-витаминной пасты, составляла в двухмесячном возрасте в среднем 16,65 кг и превышала на 1,2–3,2 кг массу животных, получавших зелень пророщенных злаковых зерен [6, 12, 25, 37].

При извлечении биологически активных веществ из хвои с помощью многоатомных спиртов с добавлением глицерина разработана энергетическая добавка — фитонцидный поливитаминный биопрепарат. Глицерин, как энергетический компонент, всасывается в желудочно-кишечном тракте и участвует в промежуточном метаболизме в качестве глюкопластического вещества, нормализует энергетический баланс. Добавка снижает концентрацию жирных кислот в крови, предотвращает развитие кетоза, положительно влияет на процессы пищеварения с высвобождением пищеварительных ферментов. Используется для балансирования рационов крупного рогатого скота по энергии [2, 38–40].

Применение хвои в кормлении животных

Скармливание 100–150 г на голову в сутки в чистом виде энергетической добавки способствовало нормальному течению физиологических процессов и поднятию продуктивности животных на 20–25% [27, 39, 41, 42].

В состав хвои входят различные, в том числе незаменимые, аминокислоты. Смолистые вещества, а также скипидар обладают антигельминтными свойствами, что освобождает птицу от аскарид. Скармливание водоплавающей птице в течение трех месяцев свежей дробленой хвои в количестве 6–10% суточного рациона полностью избавил ее от гельминтов [6, 25, 43].

Заклученный в хвое большой спектр витаминов, в частности каротин, способствует нормальному росту цыплят и предупреждает развитие у них авитаминоза. Приучают к поеданию хвои цыплят с 10–15 дней, постепенно вводя ее в рацион. В составе рациона птица способна потребить до 3% хвои, бройлерные цыплята — до 3 г, куры-несушки — 5–10 г, что приравнивается к 25 г красной моркови, утки и индейки — до 15 г, гуси — до 25 г [43, 44].

Среднесуточные приросты живой массы свиней увеличиваются на 15–40%, снижается расход кормов на 20% при скармливании 100–300 г хвои на 1 кг живой массы. Поросятам молочного периода выращивания вместе с молоком или жидкой подкормкой можно давать 1–1,5 г хорошо измельченной хвои в расчете на 1 кг живой массы [28, 37].

Козы и овцы способны потреблять хвою в неизмельченном виде в количестве 250–500 г, лошади — 750 г на голову в сутки [4, 18, 24, 45].

Молодняку крупного рогатого скота на откорме для обеспечения каротином и повышения среднесуточных приростов живой массы предписано скармливать свежую измельченную хвою по: 1 кг — в начале, 1,5 кг — в середине, 2 кг — в конце откормочного периода [42, 46].

Скармливание дойным коровам хвои в течение 30 дней по 3–5 кг на голову в смеси с концентрированными кормами способствует подъему в молоке значений витамина А с 250 до 850 И.Е., сокращению заболеваний эндометрия, а выпойка прокипяченного настоя елового лапника от 1 до 5 л подняла удои молока в среднем на 32 кг [33, 47, 48].

Для производства настоя 1 кг измельченной хвои заливают 10 л кипятка и выдерживают в течение 5 часов.

Излечению кератита и снижению яловости коров способствовало скармливание 2 кг/гол свежей дробленой хвои. Скармливание в течение 15 дней 0,5 г свежей хвои на 1 кг живой массы и выпойка 6–8 л водного настоя на голову приводили к приходу клинически здоровых коров в охоту, 1 л на голову в сутки водного настоя стимулировал выздоровление телят, больных паратифом, а также овец и ягнят, болевших бронхопневмонией. Стимуляцию охоты у свиней вызвала выпойка 2–3 л хвойного настоя. В качестве витаминной подкормки рекомендовано выпаивать телятам, жеребят, охотничьим собакам, а также пушным зверям [6, 33, 35, 49].

Экструдированная хвоя по питательности не уступает ячменю, в ней содержится 10–13% протеина, содержание каротина в два раза больше, чем в травяной муке [6].

Благодаря бактерицидным свойствам добавка перемолотой хвои в силосуемую массу как консерванта из расчета 4–6% от массы сырья позволяет снизить потери питательных веществ до двух раз по сравнению с контролем [6, 29, 48].

Применение хвои при выращивании аквакультуры

При общей тенденции к сокращению рыбных запасов в морях и океанах особое значение приобретает искусственное разведение наиболее ценных пород рыб, главными целями которого являются обеспечение максимального выхода рыбной продукции в наиболее короткие сроки и надежное обеспечение населения рыбной продукцией по доступным ценам. Такое разведение подразумевает высокую плотность посадки, которая провоцирует стресс, отсутствие пищи, находящейся в естественной среде обитания.

Организация рационального кормления с использованием полноценных и экономически выгодных кормов для всех возрастных групп разводимых рыб, зависящая от состава ингредиентов, их качества, техники кормления, имеет первостепенное значение для получения прироста рыбы в хозяйствах индустриального типа (форелевых, садковых, бассейновых и т. д.). Причем у хищных рыб (лососевых, сомовых, осетровых) потребности в белке осуществляются за счет кормов животного происхождения, а карповых — растительных компонентов при строгом контроле за содержанием клетчатки. Кормление недоброкачественными кормами (длительно хранившимися, прогорклыми, заплесневевшими) приводит к нарушению обмена веществ, возникновению алиментарных болезней, токсикозов и гибели рыб. Поэтому рацион должен быть полноценным, составлен с учетом содержания протеина, жира, клетчатки, энергетических добавок, включения в него сорбентов, аминокислот, витаминов, что определяет нормальный рост и развитие рыбы. Важную роль в кормлении играют кальций, фосфор, магний, сера, хлор, железо и многие другие микроэлементы. Основным источником их поступления в организм являются растительные и животные корма, а также водорослевая и хвойная мука. Чем меньше питательных веществ выводится с неусвоившейся частью кормов в виде экскрементов, тем эффективнее используются корма. Первостепенной задачей при разработке и применении кормовых смесей является максимальное их усвоение организмом для обеспечения жизненно важных функций [49].

Преимущественным ресурсом для производства кормовых добавок служит продукция, получаемая из отходов заготовки леса, способствующая повышению усвояемости корма. Биологически активные вещества, содержащиеся в хвое, обеспечивают более полное усвоение питательных веществ из кормов, нормализуют работу пищеварительной системы и таким образом покрывают физиологические потребности организма [12].

В рационе рыб широко применяется фитонутриент — хвойно-энергетическая кормовая добавка с включением глицерина как энергетической составляющей [46]. Способ применения добавки сводится к включению ее в количестве 3% от массы корма непосредственно перед кормлением молоди рыб (рис. 3). Фитонциды, входящие в состав, способствуют обеззараживанию поступающего корма, биологически активные вещества, как трициклические дитерпеновые соединения, являются причиной плазмоза патогенной микрофлоры, тритерпеновые кислоты и их нор-производные обладают иммуномодулирующим эффектом. Включение добавки помогает решить такие проблемы, как профилактика и лечение заболеваний трофическими язвами и микозами за счет входящих в добавку стильбенов, представляющих сокрушительные фунгицидные свойства против грибов-паразитов и многих вирусов, стимулировать рост и иммунитет, лучше использовать корма, нормализовать бактериальный фон, пищеварение и физиологические процессы (в первую

Фото 3. Использование гранул с включением хвойной муки в кормлении рыб. Фото из открытых источников. <https://new-world-rpg.ru/privacy-policy>

Photo 3. The use of pellets with the inclusion of coniferous flour in fish feeding. Photo from open sources. <https://new-world-rpg.ru/privacy-policy>



очередь у молоди осетровых, лососевых и карповых рыб) в условиях рыбоводческих предприятий. Благодаря сочетанию глюкопластических веществ и биологически активных соединений древесной зелени, входящей в состав хвойной энергетической кормовой добавки, белково-углеводный обмен идет более интенсивно, продуктивность при этом повышается [50].

С лечебной целью препарат вносят индивидуально методом выпаивания: 5 мл суспензии ХЭДК на 1 кг массы рыбы. Суспензия приготавливается из расчета 1 ч. л. на 200 мл теплой воды. Продолжительность лечения — 3–5 дней [50,51].

Отмечается, что применение фитобиотиков у лососевых рыб увеличивает плотность миомер мышц мяса на 1,9–3,0%, что повышает экологическую ценность, улучшает товарный вид филе и всей рыбы в целом [49,52].

Выводы/Conclusion

Производство молока, мяса и яиц — важнейший критерий обеспечения продовольственной безопасности страны. Полноценное кормление и содержание — ключевые факторы для роста продуктивности и сохранения здоровья молочного скота, свиней и птицы. Поэтому производители продуктов животноводства и птицеводства должны уделять особое внимание вопросам кормления сельскохозяйственных животных и птицы, особенно высокопродуктивных пород, типов и кроссов, обеспечения оптимальных условий их содержания.

Натуральные фитобиотические добавки — многообещающая альтернатива антибиотических препаратов, не токсичны, повышают иммунный статус организма за счет улучшения микробиоценоза кишечника при отсутствии побочного действия, обладают эффективным действием на обменные процессы и иммунный статус организма сельскохозяйственных животных и птицы в стрессогенных условиях промышленных комплексов с круглогодичным однотипным кормлением благодаря улучшению перевариваемости, усвояемости кормов и гомеостаза в целом, способствуя повышению продуктивности. Экономически выгодные корма, полученные с минимальными затратами по сравнению с травяной мукой, обладающие наибольшим эффектом (в частности, хвойная фитомасса), в состав которой входят фитобиотики, обладают значительными и стабильными возможностями, такими как богатые лесные ресурсы с их доступностью, естественным восстановлением, преимуществом круглогодичного использования, позволяют считать их дополнительной перспективной сырьевой базой для производства биологически активных добавок передовых технологий на основе природного сырья.

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.

The author is responsible for the work and the submitted data.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Исследование выполнено за счет Минобрнауки России по теме Государственного задания в рамках прикладных программ ФНТП № FGGN-2022-0012

FUNDING:

The study was carried out at the expense of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation on the topic of the State Task within the framework of the applied programs of the FSMP No. FGGN-2022-0012

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахмедханова Р.Р., Гамидов Н.Р. Использование гидробионтов в кормлении сельскохозяйственной птицы. *Проблемы развития АПК региона*. 2010; (1): 73–77. <https://elibrary.ru/ndwfsx>
2. Головин А.В., Рыков Р.А. Влияние энергообеспеченности рациона коров на молочную продуктивность и биохимический статус крови. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2021; (3): 71–77. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202103010>
3. Комарова О.Н., Хавкин А.И. Взаимосвязь стресса, иммунитета и кишечной микрофлоры. *Педиатрическая фармакология*. 2020; 17(1): 18–24. <https://doi.org/10.15690/pf.v17i1.2078>
4. Некрасов Р.В., Головин А.В., Махаев Е.А. (ред.). Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах. Монография. М.: Российская академия наук. 2018; 290. ISBN: 978-5-906906-77-9 <https://elibrary.ru/xvldml>
5. Калашников А.П., Фисинин В.И., Щеглов В.В., Клейменов Н.И. (ред.). Нормы и рацион кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е изд. Москва. 2003; 456. ISBN: 5-94587-093-5
6. Бубахаев В.А., Магомедов А.М., Татамов А.А., Шерифова Э.Н. Антимикробная активность водных экстрактов хвойных растений и возможные способы доставки элементов хвойных растений в организм. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2022; (5): 27–32. <https://doi.org/10.17513/mjpf.13383>
7. Борьба с устойчивостью к антибиотикам с позиций безопасности пищевых продуктов в Европе. Копенгаген: Всемирная организация здравоохранения, Европейское региональное бюро. 2011; xix + 80. ISBN: 9789289044219
8. Akdoğan D., Güzel M., Genç Bahçe Y., Aksoy A., Akpınar O. Comparative Antimicrobial Susceptibility Profiles of Uropathogenic Extended-Spectrum β -Lactamase Producing Strains of *Klebsiella pneumoniae* and *Escherichia coli* by the CLSI and EUCAST Methodologies. *Gazi Medical Journal*. 2020; 32(1): 88–93. <https://doi.org/10.12996/gmj.2021.16>
9. Kumar Pandey A., Kumar P., Saxena M.J., Maurya P. Distribution of aromatic plants in the world and their properties. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). *Feed Additives. Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health*. Academic Press. 2020; 89–114. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00006-6>
10. Yasmin A.R., Chia S.L., Looi Q.H., Omar A.R., Noordin M.M., Ideris A. Herbal extracts as antiviral agents. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). *Feed Additives. Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health*. Academic Press. 2020; 115–132. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00007-8>
11. Lillehoj H. et al. Phytochemicals as antibiotic alternatives to promote growth and enhance host health. *Veterinary Research*. 2018; 49: 76. <https://doi.org/10.1186/s13567-018-0562-6>
12. Короткий В.П., Ясников С.В., Марисов С.С. Влияние хвойной хлорофилло-каротиновой пасты на формирование животных и их продуктивность. *Современные проблемы анатомии, гистологии и эмбриологии животных. Сборник трудов III Всероссийской интернет-конференции*. Казань. 2012; 55.
13. Артемьева О.А., Переселкова Д.А., Фомичев Ю.П. Биологически активный препарат как альтернатива использованию антибиотиков против патогенной микрофлоры. *Сельскохозяйственная биология*. 2015; 50(4): 513–519. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2015.4.513rus>
14. Bagno O.A., Prokhorov O.N., Shevchenko S.A., Shevchenko A.I., Dyadichkina T.V. Фитобиотики в кормлении сельскохозяйственных животных (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2018; 53(4): 687–697. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2018.4.687rus>
15. Тимофеев Н.П. Фитобиотики в мировой практике: виды растений и действующие вещества, эффективность и ограничения, перспективы (обзор). *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021; 22(6): 804–825. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.804-825>
16. Islam R. Md. et al. Effects of wild blueberry (*Vaccinium angustifolium*) pomace feeding on gut microbiota and blood metabolites in free-range pastured broiler chickens. *Poultry Science*. 2019; 98(9): 3739–3755. <https://doi.org/10.3382/ps/pez062>
17. Čabarkapa I. et al. Aromatic plants and their extracts pharmacokinetics and in vitro/in vivo mechanisms of action. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). *Feed Additives. Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health*. Academic Press. 2020; 75–88. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00005-4>
18. Волошин Д., Дубинич В. Фитобиотики как альтернатива антибиотикам. *Белорусское сельское хозяйство*. 2021; 6(230).
19. Franz Ch.M., Baser K.H. C., Hahn-Ramss I. Herbs and aromatic plants as feed additives: Aspects of composition, safety, and registration rules. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). *Feed Additives. Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health*. Academic Press. 2020; 35–56. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00003-0>

REFERENCES

1. Akhmedkhanova R.R., Gamidov N.R. The use of hydrobionts in feeding poultry. *Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex*. 2010; (1): 73–77 (In Russian). <https://elibrary.ru/ndwfsx>
2. Golovin A.V., Rykov R.A. Influence of energy supply of diet of cows on dairy productivity and biochemical blood status. *Veterinary Medicine, Zootechnics and Biotechnology*. 2021; (3): 71–77 (In Russian). <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202103010>
3. Komarova O.N., Khavkin A.I. Correlation Between Stress, Immunity and Intestinal Microbiota. *Pediatric pharmacology*. 2020; 17(1): 18–24 (In Russian). <https://doi.org/10.15690/pf.v17i1.2078>
4. Nekrasov R.V., Golovin A.V., Makhaev E.A. (eds.). Norms of nutritional needs of dairy cattle and pigs. Monograph. Moscow: Russian Academy of Sciences. 2018; 290 (In Russian). ISBN: 978-5-906906-77-9 <https://elibrary.ru/xvldml>
5. Kalashnikov A.P., Fisinin V.I., Shcheglov V.V., Kleimenov N.I. (eds.). Norms and feeding rations of farm animals. Reference manual. 3rd ed. Moscow. 2003; 456 (In Russian). ISBN: 5-94587-093-5
6. Bubakhaev V.A., Magomedov A.M., Tatamov A.A., Sherifova E.N. Antimicrobial activity of water extracts of coniferous plants and possible ways of delivering elements of coniferous plants to the body. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2022; (5): 27–32 (In Russian). <https://doi.org/10.17513/mjpf.13383>
7. Tackling antibiotic resistance from a food safety perspective in Europe. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe. 2011; xvi + 65. ISBN: 9789289014212
8. Akdoğan D., Güzel M., Genç Bahçe Y., Aksoy A., Akpınar O. Comparative Antimicrobial Susceptibility Profiles of Uropathogenic Extended-Spectrum β -Lactamase Producing Strains of *Klebsiella pneumoniae* and *Escherichia coli* by the CLSI and EUCAST Methodologies. *Gazi Medical Journal*. 2020; 32(1): 88–93. <https://doi.org/10.12996/gmj.2021.16>
9. Kumar Pandey A., Kumar P., Saxena M.J., Maurya P. Distribution of aromatic plants in the world and their properties. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). *Feed Additives. Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health*. Academic Press. 2020; 89–114. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00006-6>
10. Yasmin A.R., Chia S.L., Looi Q.H., Omar A.R., Noordin M.M., Ideris A. Herbal extracts as antiviral agents. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). *Feed Additives. Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health*. Academic Press. 2020; 115–132. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00007-8>
11. Lillehoj H. et al. Phytochemicals as antibiotic alternatives to promote growth and enhance host health. *Veterinary Research*. 2018; 49: 76. <https://doi.org/10.1186/s13567-018-0562-6>
12. Korotkiy, V.P., Yashnikov S.V., Marisov S.S. Influence of coniferous chlorophyll-carotin paste on the formation of animals and their productivity. *Modern problems of anatomy, histology and embryology of animals. Proceedings of the III All-Russian Internet conference*. Kazan. 2012; 55 (In Russian).
13. Artem'eva O.A., Pereselkova D.A., Fomichev Yu.P. Dihydroquercetin, the bioactive substance, to be used against pathogenic microorganisms as an alternative to antibiotics. *Agricultural Biology*. 2015; 50(4): 513–519 (In Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2015.4.513rus>
14. Bagno O.A., Prokhorov O.N., Shevchenko S.A., Shevchenko A.I., Dyadichkina T.V. Use of phytochemicals in farm animal feeding (review). *Agricultural Biology*. 2018; 53(4): 687–697 (In Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2018.4.687>
15. Timofeev N.P. Phytochemicals in world practice: plant species and active substances, efficiency and limitations, perspectives (review). *Agricultural Science Euro-North-East*. 2021; 22(6): 804–825 (In Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.804-825>
16. Islam R. Md. et al. Effects of wild blueberry (*Vaccinium angustifolium*) pomace feeding on gut microbiota and blood metabolites in free-range pastured broiler chickens. *Poultry Science*. 2019; 98(9): 3739–3755. <https://doi.org/10.3382/ps/pez062>
17. Čabarkapa I. et al. Aromatic plants and their extracts pharmacokinetics and in vitro/in vivo mechanisms of action. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). *Feed Additives. Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health*. Academic Press. 2020; 75–88. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00005-4>
18. Voloshin D., Dubinich V. Phytochemicals as an alternative to antibiotics. *Belarusian agriculture*. 2021; 6(230) (In Russian).
19. Franz Ch.M., Baser K.H. C., Hahn-Ramss I. Herbs and aromatic plants as feed additives: Aspects of composition, safety, and registration rules. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). *Feed Additives. Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health*. Academic Press. 2020; 35–56. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00003-0>

20. Васюкова А.Н. Хвоя сосны обыкновенной как перспективный источник витаминов в кормлении сельскохозяйственных животных. *Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. Благовещенск. 2022; 2: 309–313. https://doi.org/10.22450/9785964205470_2_44
21. Зубарева Е.В., Афанаскина Л.Н., Екимова Е.Ю. Географическая изменчивость содержания аскорбиновой кислоты в хвое сосны обыкновенной Красноярского края. *Хвойные биореальной зоны*. 2020; 38(5–6): 244–249. <https://elibrary.ru/uogbmf>
22. Ильина П., Стенгин Р. Продукты переработки хвои с новогодней елки Образование. Бизнес. Наука. Культура. Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. Саратов. 2020; 1: 25–29. <https://elibrary.ru/nsdggc>
23. Казачкова Н.М. Использование природных антибиотиков в рационе сельскохозяйственных животных и птицы. *Инновационные технологии в образовании и науке. Материалы Международной научно-практической конференции*. Чебоксары. 2017; 1: 14–16. <https://elibrary.ru/yofidz>
24. Киргинцев Б.О., Беленькая А.Е., Ярмоц Г.А. Использование хвои в кормлении сельскохозяйственных животных. *Интеграция науки и практики для развития Агропромышленного комплекса. Сборник статей Всероссийской научной конференции*. Тюмень. 2017; 229–234. <https://elibrary.ru/yqfpiif>
25. Васильева А.Г., Чирикова Н.К. Биологически активные вещества хвои кедрового сланика (*Pinus pumila* (Pall.) Regel). *Пульс*. 2020; 22(7): 68–72. <https://doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-7-68-72>
26. Рыжов В.А., Рыжова Е.С., Короткий В.П., Есипович А.Л., Казанцев О.А., Зенкин А.С. Хвойно-энергетическая кормовая добавка для животноводства. *Концепт*. 2014; 26: 431–435. <https://elibrary.ru/tanawp>
27. Боголюбова Н.В., Шаламова С.А., Гизатуллин О.Ш. Применение хвойной энергетической добавки для оптимизации пищеварительных и обменных процессов у жвачных животных. *Инновационные достижения науки и техники АПК Сборник трудов Международной научно-практической конференции*. Самара. 2017; 33–37. <https://elibrary.ru/yxmbog>
28. Боголюбова Н.В., Романов В.Н. Улучшение физиолого-биохимических процессов в организме жвачных с применением добавок на основе переработки биомассы леса. *Ветеринария, Зоотехния, Биотехнология*. 2018; (4): 79–88. <https://elibrary.ru/urldcm>
29. Лопаева Н.Л., Брылина В.С. Инновационная технология применения хвои. *Разнообразие и устойчивое развитие агробиосистем Омского Прииртышья*. Омск. 2000; 313–316.
30. Lanzerstorfer P., Sandner G., Pitsch J., Pitsch J., Mascher B., Aumiller T., Weghuber J. Acute, reproductive, and developmental toxicity of essential oils assessed with alternative in vitro and in vivo systems. *Archives of Toxicology*. 2021; 95(2): 673–691. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02945-6>
31. Коробкова Е.А., Кашипова Ю.Р., Хасанова Д.Ф., Кузьмин П.А. Содержание аскорбиновой кислоты в хвое ели голубой (*Picea pungens*), ели европейской (*Picea abies*), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в условиях городской среды. *Экологический мониторинг опасных промышленных объектов. Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции*. Саратов. 2019; 1: 148–151. <https://elibrary.ru/fhpiqv>
32. Репина В.И., Ивахнов А.Д., Скребец Т.Э., Боголицын К.Г. Получение экстрактов, обогащенных хлорофиллами и каротиноидами, из еловой хвои. *Физиохимия растительных полимеров. Материалы IX Международной конференции*. Архангельск. 2021; 189–192. <https://elibrary.ru/rzaqxq>
33. Новикова Т.В., Бритвина И.В., Рыжак Е.А., Короткий В.П. Анализ состояния здоровья, молочной продуктивности и воспроизводства коров при использовании в рационах кормовой добавки на основе хвои. *Молочно-хозяйственный вестник*. 2019; (1): 27–39. <https://doi.org/10.24411/2225-4269-2019-00003>
34. Миксон Д.С., Рощин В.И. Групповой состав и кислоты хвои лиственничной сибирской разного периода вегетации. *Химия растительного сырья*. 2019; (4): 207–214. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2019045477>
35. Подобед Л. Фитобиотики в кормлении животных. *Животноводство России*. 2019; (S2): 34–35. <https://doi.org/10.25701/ZZR.2019.51.47.020>
36. Ёлдырым Е. и др. Есть ли безопасная альтернатива антибиотикам? *Ценовик*. 2018; (7): 25–27.
37. Ивановский А.А., Латушкина Н.А., Тимофеев Н.П. Влияние добавки растительного происхождения на поросят. *Эффективное животноводство*. 2020; (9): 25–27. <https://doi.org/10.24412/cl-33489-2020-9-25-27>
38. Девяткин В.А., Колодина Е.Н. Ферментативные и микробиологические процессы в рубце и кишечнике овец при скармливании энергоантиоксидантного комплекса. *Ветеринария, зоотехника и биотехнология*. 2022; (3): 28–37. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202203005>
39. Мишуров А.В., Боголюбова Н.В., Девяткин В.А., Короткий В.П. Применение хвойной энергетической добавки в рационе коров в сухостойный и новотельный. *Доклады ТСХА*. 2018; 290(3): 255–257. <https://elibrary.ru/xndrut>
40. Лефлер Т.Ф., Мурзина Т.В., Кириенко Н.Н., Турицына Е.Г., Рахимов А.И. Влияние хвойной энергетической добавки на молочную продуктивность коров. *Вестник Крас ГАУ*. 2020; (11): 114–121.
41. Боголюбова Н.В., Рыков Р.А. Биохимический статус организма молочных коров и молодяка крупного рогатого скота с использованием в питании энергетических и фитобиотических компонентов. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2019; 239(3): 44–51. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-239-3-44-50>
42. Волнин А.А., Боголюбова Н.В., Рыков Р.А. Влияние кормовой добавки хвойного экстракта на содержание микроэлементов в крови у бычков в период доразрешения. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2019; (1): 85–94. <https://doi.org/10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2019.1.85-94>
20. Vasyukova A.N. Pine needles as a promising source of vitamins in the feeding of farm animals. *Agro-industrial complex: problems and prospects of development. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference*. Blagoveshchensk. 2022; 2: 309–313 (In Russian). https://doi.org/10.22450/9785964205470_2_44
21. Zubareva E.V., Afanaskina L.N., Ekimova E.Y. Geographic variability of the content of ascorbic acid in pine needles of the ordinary Krasnoyarsk Krai. *Conifers of the boreal area*. 2020; 38(5–6): 244–249 (In Russian). <https://elibrary.ru/uogbmf>
22. Ilyina P., Stengin R. Products of pine needles processing from the New Year tree. *Education. Business. The science. Culture. Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference*. Saratov. 2020; 1: 25–29 (In Russian). <https://elibrary.ru/nsdggc>
23. Kazachkova N.M. The use of natural antibiotics in the diet of farm animals and poultry. *Innovative technologies in Education and Science. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Cheboksary. 2017; 1: 14–16 (In Russian). <https://elibrary.ru/yofidz>
24. Kirgintsev B.O., Belenkaya A.E., Yarmots G.A. Use of needles in feeding of farm animals. *Integration of science and practice for the development of the Agro-industrial complex. Collection of articles of the All-Russian Scientific Conference*. Tyumen. 2017; 229–234 (In Russian). <https://elibrary.ru/yqfpiif>
25. Vasilieva A.G., Chirikova N.K. Biologically active substances of *Pinus pumila* (Pall.) Regel leaves. *Pulse*. 2020; 22(7): 68–72 (In Russian). <https://doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-7-68-72>
26. Ryzhov V.A., Ryzhova E.S., Korotky V.P., Esipovich A.L., Kazantsev O.A., Zenkin A.S. Coniferous-energy feed additive for animal husbandry. *Concept*. 2014; 26: 431–435 (In Russian). <https://elibrary.ru/tanawp>
27. Bogolyubova N.V., Shalamova S.A., Gizatullin O.Sh. Application of coniferous energy supplement for optimization of digestive and metabolic processes in ruminants. *Innovative achievements of science and technology of agroindustrial complex. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Samara. 2017; 33–37 (In Russian). <https://elibrary.ru/yxmbog>
28. 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 Medicine, Zootechnics and Biotechnology*. 2018; (4): 79–88 (In Russian). <https://elibrary.ru/urldcm>
29. Lopaeva N.L., Brylina V.S. Innovative technology of pine needles application. *Diversity and sustainable development of agrobiocenoses of the Omsk Irtysh region*. Omsk. 2000; 313–316 (In Russian).
30. Lanzerstorfer P., Sandner G., Pitsch J., Pitsch J., Mascher B., Aumiller T., Weghuber J. Acute, reproductive, and developmental toxicity of essential oils assessed with alternative in vitro and in vivo systems. *Archives of Toxicology*. 2021; 95(2): 673–691. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02945-6>
31. Korobkova E.A., Kashipova Y.R., Khasanova D.F., Kuzmin P.A. The content of ascorbic acid in the conifers of blue spruce (*Picea pungens*), European spruce (*Picea abies*), common pine (*Pinus sylvestris*) in the urban environment. *Environmental monitoring of hazardous industrial facilities. Collection of scientific papers based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference*. Saratov. 2019; 1: 148–151 (In Russian). <https://elibrary.ru/fhpiqv>
32. Repina V.I., Ivakhnov A.D., Skrebets T.E., Bogolitsyn K.G. Obtaining extracts enriched with chlorophylls and carotenoids from spruce needles. *Physicochemistry of plant polymers. Proceedings of the IX International Conference*. Arkhangelsk. 2021; 189–192 (In Russian). <https://elibrary.ru/rzaqxq>
33. Novikova T.V., Britvina I.V., Ryzhakina E.A., Korotkiy V.P. Analysis of health condition, milk production and reproduction of cows when using in rations food additives based on needles. *Molochno-khozyaystvenny Vestnik*. 2019; (1): 27–39 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/2225-4269-2019-00003>
34. Mikson D.S., Roshchin V.I. The Siberian larch group composition and acid needles at different vegetation periods. *Chemistry of Plant Raw Material*. 2019; (4): 207–214 (In Russian). <https://doi.org/10.14258/jcprm.2019045477>
35. Podobed L. Phytobiotics in animal feeding. *Animal Husbandry of Russia*. 2019; (S2): 34–35 (In Russian). <https://doi.org/10.25701/ZZR.2019.51.47.020>
36. Yildirim E. et al. Is there a safe alternative to antibiotics? *Tsenovik*. 2018; (7): 25–27 (In Russian).
37. Ivanovskiy A.A., Latushkina N.A., Timofeev N.P. Effects of plant-based supplement on piglets. *Efficient animal husbandry*. 2020; (9): 25–27 (In Russian). <https://doi.org/10.24412/cl-33489-2020-9-25-27>
38. Devyatkin V.A., Kolodina E.N. Enzymatic and microbiological processes in the rumen and intestines of sheep when feeding an energy-antioxidant complex. *Veterinary Medicine, Zootechnics and Biotechnology*. 2022; (3): 28–37 (In Russian). <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202203005>
39. Mishurov A.V., Bogolyubova N.V., Devyatkin V.A., Korotkiy V.P. The use of coniferous energy supplements in the diet of cows in dry and new year. *Doklady TSKhA*. 2018; 290(3): 255–257 (In Russian). <https://elibrary.ru/xndrut>
40. Lefler T.F., Murzina T.V., Kirienko N.N., Turitsyna E.G., Rakhimov A.I. Influence of coniferous energy supplement on dairy productivity of cows. *Bulletin of Kras GAU*. 2020; (11): 114–121 (In Russian).
41. Bogolyubova N.V., Rykov A.A. Biochemical status of the organism of dairy cows and young cattle using energy and phytobiotic components in the diet. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2019; 239(3): 44–51 (In Russian). <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-239-3-44-50>
42. Volnin A.A., Bogolyubova N.V., Rykov R.A. Effect of dietary coniferous extract supplementation on blood concentration of trace elements in growing bull calves. *Problems of productive animal biology*. 2019; (1): 85–94 (In Russian). <https://doi.org/10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2019.1.85-94>

43. Jin L.-Z., Dersjant-Li Y., Giannenas I. Application of aromatic plants and their extracts in diets of broiler chickens. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). *Feed Additives. Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health. Academic Press*. 2020; 159–185. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00010-8>

44. Остапчук П.С., Зубоченко Д.В., Кувейда Т.А. Роль антиоксидантов и использование их в животноводстве и птицеводстве. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2019; 20(2): 103–117. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.2.103-117>

45. Harrington D., Hall H., Wilde D., Wakeman W. Application of aromatic plants and their extracts in the diets of laying hens. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). *Feed Additives. Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health. Academic Press*. 2020; 187–203. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00011-X>

46. Некрасова В.Б. и др. Биологически активный продукт из хвои. Патент № 2074704 Российской Федерации. Дата начала отчета срока действия патента: 29.12.1992. Дата подачи заявки: 29.12.1992. Дата публикации патента: 10.03.1997.

47. Кулакова, Т.С., Третьяков Е.А., Фомина Л.Л., Закрепина Е.Н., Журавлева С.Г. Влияние адсорбента и фитобиотика на плотность инфузорной фауны рубца и молочную продуктивность коров. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2019; (1): 43–45. <https://doi.org/10.31857/S2500-26272019143-45>

48. Ярован Н.И., Северинова А.В. Сравнительная оценка антиоксидантного действия различных препаративных форм из хвои сосны и ели. *Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году экологии в России. Солонное Займище*. 2017; 1530–1532. <https://elibrary.ru/ztkrxf>

49. Фомичев Ю.П. Эффективность применения белково-витаминного кормового продукта с антиоксидантными и пребиотическими свойствами при выращивании телят на ЗЦМ на основе растительных ингредиентов. *Зоотехния*. 2021; (10): 12–16. <https://doi.org/10.25708/ZT.2021.40.17.003>

50. Короткий В.П., Максим Е.А., Марисов С.С., Юрина Н.А., Юрин Д.А., Рыжов В.А. Способ применения хвойно-энергетической добавки в кормлении молоди осетровых рыб. Патент № 2676727 Российской Федерации. Дата начала отчета срока действия патента: 2018.03.20. Опубликовано: 2019.01.10.

51. Кцова И.И., Максим Е.А., Юрина Н.А. Новый способ выращивания карпа. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2013; 50(3): 99–101. <https://elibrary.ru/rcdgiq>

52. Склиаров В.Я., Бондаренко Л.Г., Коваленко Ю.И., Петрашов В.И., Каширин А.В., Черных Е.Н. Аквакультура юга России: перспективы развития. *Труды ВНИРО*. 2013; (150): 50–55.

43. Jin L.-Z., Dersjant-Li Y., Giannenas I. Application of aromatic plants and their extracts in diets of broiler chickens. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). *Feed Additives. Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health. Academic Press*. 2020; 159–185. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00010-8>

44. Ostapchuk P.S., Zubochenko D.V., Kuevda T.A. The role of antioxidants and their use in animal breeding and poultry farming (review). *Agricultural Science Euro-North-East*. 2019; 20(2): 103–117 (In Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.2.103-117>

45. Harrington D., Hall H., Wilde D., Wakeman W. Application of aromatic plants and their extracts in the diets of laying hens. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). *Feed Additives. Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health. Academic Press*. 2020; 187–203. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00011-X>

46. Nekrasova V.B. et al. Biologically active product from coniferous needles. Patent No. 2074704 Russian Federation. The start date of the patent validity period is 29.12.1992. Application date: 29.12.1992. Date of publication of the patent: 10.03.1997 (In Russian).

47. Kulakova T.S., Tretyakov E.A., Fomina L.L., Zakrepina E.N., Zhuravlyova S.G. The effect of adsorbent and phytobiotic the density of diatomaceous fauna of the rumen and milk productivity of cows. *Russian Agricultural Science*. 2019; (1): 43–45 (In Russian). <https://doi.org/10.31857/S2500-26272019143-45>

48. Yarov N.I., Severinova A.V. Comparative evaluation of the antioxidant effect of various preparative forms from pine and spruce needles. *Scientific and practical ways to improve environmental sustainability and socio-economic support of agricultural production. Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the Year of Ecology in Russia. Solonoye Zaymishche*. 2017; 1530–1532 (In Russian). <https://elibrary.ru/ztkrxf>

49. Fomichev Yu.P. The effectiveness of the use of a protein-vitamin feed product with antioxidant and prebiotic properties when raising calves on milk replacer based on plant ingredients. *Zootekhnika*. 2021; (10): 12–16 (In Russian). <https://doi.org/10.25708/ZT.2021.40.17.003>

50. Korotkiy V.P., Maksim E.A., Marisov S.S., Yurina N.A., Yurin D.A., Ryzhov V.A. Method of application of coniferous-energy supplement in feeding young sturgeons. Patent No. 2676727 of the Russian Federation. Starting date of the patent validity period: 2018. 03.20. Published: 2019. 01.10 (In Russian).

51. Ktsoeva I.I., Maksim E.A., Yurina N.A. A new method of fry carp breeding. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2013; 50(3): 99–101 (In Russian). <https://elibrary.ru/rcdgiq>

52. Skliarov V.J., Bondarenko L.J., Kovalenko J.I., Petrashov V.I., Kashirin A.V., Chernykh E.N. Aquaculture of the South of Russia: development prospects. *Proceedings of VNIRO*. 2013; (150): 50–55. (In Russian)

ОБ АВТОРЕ:

Владимир Анатольевич Девяткин,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных,

Федеральный исследовательский центр животноводства —

ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста,

пос. Дубровицы, д. 60, г. о. Подольск, Московская обл., 142132, Россия

Vladimir.devjatkin@mail.ru

ABOUT THE AUTHOR:

Vladimir Anatolyevich Devyatkin,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of farm animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst,

60 Dubrovitsy, Podolsk city district, Moscow region, 142132, Russia

Vladimir.devjatkin@mail.ru

Е.В. Шейда, ✉
В.А. Рязанов,
Г.К. Дускаев,
Ш.Г. Рахматуллин,
О.В. Кван

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН,
Оренбург, Россия

✉ elena-shejda@mail.ru

Поступила в редакцию:
20.04.2023

Одобрена после рецензирования:
04.05.2023

Принята к публикации:
20.05.2023

Elena V. Sheida, ✉
Vitaly A. Ryazanov,
Galimzhan K. Duskaev,
Shamil G. Rakhmatullin,
Olga V. Kvan

Federal Scientific Center of Biological
Systems and Agrotechnologies of the
Russian Academy of Sciences, Orenburg,
Russia

✉ elena-shejda@mail.ru

Received by the editorial office:
20.04.2023

Accepted in revised:
04.05.2023

Accepted for publication:
20.05.2023

Влияние добавок растительных масел на микробиоту рубца жвачных и течение обменных процессов в рубце в *in vitro* исследованиях

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В исследовании с использованием метода *in vitro* изучались изменения таксономического рубца и течение процессов ферментации в ответ на добавление различных липидных добавок в рацион жвачных животных.

Методы. Были сформированы три образца: контроль — без добавления масла, опытные дополнялись подсолнечным маслом (3%) (I) и соевым (3%) (II). Объектом исследования является рубцовое содержимое, полученное от бычков казахской белоголовой породы с хронической фистулой рубца ($n = 3$) методом латинского квадрата. Исследования переваримости СВ проводили с помощью инкубатора ANKOM Daisyll по специализированной методике. Лабораторные исследования: уровень летучих жирных кислот (ЛЖК) в содержимом рубца определяли методом газовой хроматографии на хроматографе газовом «Кристаллюкс-4000М», определение форм азота — по ГОСТ 26180-84. Микробное биоразнообразие содержимого рубца проводили с помощью MiSeq (Illumina, США) методом секвенирования нового поколения (NGS) с набором реагентов MiSeq® Reagent Kit v3 (600 cycle).

Результаты. Добавление масел оказывало стимулирующее влияние на переваримость СВ корма в рубце, увеличивая данный показатель на 2,7%. По сравнению с контролем добавление масла уменьшало концентрацию общего и белкового азота в рубцовом содержимом, содержание небелкового азота при этом увеличивалось (на 5,4%) при использовании подсолнечного и (на 7,8%) соевого масла. Дополнительное включение масел показало повышение уровня уксусной и масляной кислот, соответственно: в группе с использованием подсолнечного масла — на 46,8% и 55,6%, в группе с соевым маслом — на 51,5% и 60,5% относительно контроля. Дополнительное включение подсолнечного масла в рацион показало изменение численности микроорганизмов в РЖ, но качественный состав микробиоты относительно контрольной группы изменялся незначительно.

Ключевые слова: азот, летучие жирные кислоты, микробиом, рубец, крупный рогатый скот, липиды

Для цитирования: Шейда Е.В., Рязанов В.А., Дускаев Г.К., Рахматуллин Ш.Г., Кван О.В. Влияние различных добавок на микробиоту рубца жвачных и течение обменных процессов в рубце в *in vitro* исследованиях. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 58–64, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-58-64>

© Шейда Е.В., Рязанов В.А., Дускаев Г.К., Рахматуллин Ш.Г., Кван О.В.

The effect of various additives on the microbiota of ruminant rumen and the course of metabolic processes in the rumen *in vitro* studies

ABSTRACT

Relevance. In an *in vitro* study, changes in the taxonomic scar and the course of fermentation processes in response to the addition of various lipid additives to the ruminant diet were studied.

Methods. Three samples were formed: control — without the addition of oil, the experimental ones were supplemented with sunflower oil (3%) (I) and soy (3%) (II). The object of the study is the scar content obtained from Kazakh white-headed bulls with chronic scar fistula ($n = 3$) by the Latin square method. Studies of the digestibility of SV were carried out using the incubator «ANKOM Daisyll» according to a specialized technique. Laboratory studies: the level of volatile fatty acids (VFA) in the contents of the scar was determined by gas chromatography on a gas chromatograph «Crystallux-4000M», determination of nitrogen forms according — to GOST 26180-84. Microbial biodiversity of the rumen contents was carried out using MiSeq («Illumina», USA) by the new generation sequencing method (NGS) with a set of reagents MiSeq® Reagent Kit v3 (600 cycle).

Results. The addition of oils had a stimulating effect on the digestibility of SV feed in the rumen, increasing this indicator by 2.7%. Compared with the control, the addition of oil reduced the concentration of total and protein nitrogen in the scar content, while the content of non-protein nitrogen increased (by 5.4%) when using sunflower and (by 7.8%) soybean oil. The additional inclusion of oils showed an increase in the level of acetic and butyric acids, respectively: in the group using sunflower oil — by 46.8% and 55.6%, in the group with soybean oil — by 51.5% and 60.5% relative to the control. The additional inclusion of sunflower oil in the diet showed a change in the number of microorganisms in the RYE, but the qualitative composition of the microbiota relative to the control group did not change significantly.

Key words: nitrogen, volatile fatty acids, microbiome, rumen, cattle, lipids

For citation: Sheida E.V., Ryazanov V.A., Duskaev G.K., Rakhmatullin Sh.G., Kvan O.V. The effect of various additives on the microbiota of ruminant rumen and the course of metabolic processes in the rumen *in vitro* studies. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 58–64 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-58-64>

© Sheida E.V., Ryazanov V.A., Duskaev G.K., Rakhmatullin Sh.G., Kvan O.V.

Введение / Introduction

Одним из глобальных воздействий животноводства на окружающую среду является выброс в атмосферу метана. Метан вырабатывается в рубце археями, и эти микробы часто обнаруживаются в тесной связи с видами бактерий и простейших, которые продуцируют CH_4 [1]. Однако, помимо воздействия на выбросы метана или количество метаногенных микробов, существует необходимость продемонстрировать влияние на состав микробного сообщества, переваримость питательных веществ рациона и ферментативные процессы в рубце [2].

Жиры добавляют в рационы жвачных животных для повышения энергетической ценности рациона [3].

Добавки растительных жиров также могут быть использованы для коррекции структуры микробного сообщества и управления процессами ферментации в рубце [4]. Специфические микробные группы и их взаимодействие играют ключевую роль в некоторых аспектах животноводства, включая воздействие на окружающую среду [5], мясную и молочную продуктивность [6], эффективность использования кормов [7]. Поэтому использование растительных масел в питании крупного рогатого скота с целью коррекции метаболических процессов представляет большой интерес. Жиры и масла снижают выработку метана в рубце, и включение их в рацион жвачных животных рассматривается как одна из наиболее перспективных стратегий смягчения воздействия парниковых газов [2, 8].

В некоторых исследованиях показано, что отдельные группы бактерий в рубце могут быть вовлечены в процессы биогидрирования, хотя их вклад зависит от источника липидов, поскольку природа двойной связи может отличаться от состава жирных кислот растительных масел [4]. Для снижения воздействия на окружающую среду и улучшения качества продукта обработка кормов (или внесение дополнительных компонентов в рацион) не должна оказывать отрицательное влияние на ключевые виды, участвующие в важнейшей задаче расщепления пищевых волокон [7].

Необходимо учитывать, какое влияние окажет та или иная кормовая добавка на состав микробного сообщества рубца [9]. Баланс видов бактерий также отвечает за поддержание здорового pH рубца. Поэтому очень интересно, может ли добавление масел в рацион питания повлиять на выработку и утилизацию летучих жирных кислот (ЛЖК) и азотистых фракций.

Существует нехватка данных, характеризующих влияние пищевых добавок с маслом на виды бактерий, которые играют важную роль в некоторых аспектах животноводства, описанных ранее.

Очень часто в исследованиях по изучению влияния добавок липидов на переваримость питательных веществ в рубце не рассматривается их влияние на снижение общей переваримости, анаэробную ферментацию, синтез микробного белка, липидный обмен и сдвиги в ключевых видах микробов и структуре сообщества в целом.

Цель исследования — изучение влияния подсолнечного и рапсового масел на ферментацию рубца и таксономический состав микробного сообщества *in vitro*.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Объектом исследования является рубцовое содержимое, полученное от бычков казахской белоголовой породы средней массы 240–255 кг в возрасте 10–11 месяцев с хронической фистулой рубца. В условиях отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина во Всероссийском научно-исследовательском институте мясного скотоводства были сформированы кормовые смеси, в качестве биосубстрата использовали пшеничные отруби, в качестве жировых компонентов — растительные масла (подсолнечное и соевое) в дозировке 3% от СВ рациона.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования осуществлялись в соответствии с требованиями инструкций и рекомендаций к выполнению биологических исследований^{1, 2}. При проведении исследований были предприняты меры свести к минимуму страдания животных. Исследования производили методом *in vitro* с помощью инкубатора ANKOM DaisyII (ANKOM Technology, США) (модификация D200 и D200I) по специализированной методике. В качестве дисперсионной среды была выбрана дистиллированная вода. Экспериментальные исследования производили на модели бычков с фистулой рубца ($n = 3$) методом латинского квадрата.

Для исследования были приготовлены: I контрольный (в качестве субстрата — пшеничные отруби) и II и III опытные образцы. В состав опытных образцов входили: II — подсолнечное масло, III — соевое масло в количестве 3% от сухого вещества (СВ) рациона.

В исследованиях использовали нерафинированное подсолнечное масло первичного холодного отжима высшего сорта ТУ 10.41.59-001-95662146-2017 (ООО «Хлебодар», Россия), нерафинированное соевое масло — СТО 40490379-001-2015 (ООО «Планета вкуса», Россия).

Образцы корма взвешивали по 500 мг и насыпали в полиамидные мешочки. Затем мешочки помещались для инкубации при температуре +39,5 °C — 48 часов в смеси буферного раствора с рубцовым жидкостью. По окончании инкубации образцы промывались и высушивались при температуре +60 °C до константного веса.

Коэффициент переваримости сухого вещества *in vitro* вычисляли как разницу масс образца корма с мешочком до и после инкубации по формуле:

$$K = (A - B) / C \times 100\%,$$

где: K — коэффициент переваримости СВ корма (%); A — исходная масса 1 (образец корма с мешочком), мг; B — масса после инкубации (образец корма с мешочком), мг; C — исходная масса 2 (образец корма без массы мешочка), мг.

Лабораторные исследования проводили в Испытательном центре коллективного пользования Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук: уровень летучих жирных кислот (ЛЖК) в содержимом рубца определяли методом газовой хроматографии на хроматографе газовом «Кристаллюкс-4000М» (СКБ «Хроматек», Россия), определение форм азота — по ГОСТ 26180-84³, ГОСТ 13496.4-2019⁴.

¹ Сарымсакова Б.Е., Розенсон Р.И., Баттакова Ж.Е. Руководство по этике научных исследований: методические рекомендации. Астана. 2007; 98.

² Веселова Т.А., Мальцева А.А., Швец И.М. Биоэтические проблемы в биологических и экологических исследованиях: учебно-методическое пособие в электронном виде. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. 2018; 18.

³ ГОСТ 26180-84 Корма. Методы определения аммиачного азота и активной кислотности (pH).

⁴ ГОСТ 13496.4-2019 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина.

Микробное биоразнообразие содержимого рубца проводили с помощью MiSeq (Illumina, США) методом секвенирования нового поколения (NGS) с набором реагентов MiSeq® Reagent Kit v3 (600 cycle) в Центре коллективного пользования научным оборудованием «Персистенция микроорганизмов» (Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН).

При выделении ДНК отобранные пробы содержимого инкубировали при +37 °С в течение 30 минут в 300 мкл стерильного буфера для лизиса (20 mM EDTA, 1400 mM NaCl, 100 mM Tris-HCl, pH 7,5; 50 мкл раствора лизоцима в концентрации 100 мг/мл). К смеси добавляли 10 мкл протеиназы K (Thermo Fisher Scientific, Inc., США) в концентрации 10 мг/мл и SDS до конечной концентрации 1,0% и инкубировали в течение 30 минут при +60 °С. ДНК очищали смесью фенола и хлороформа (1:1), осаждали добавлением ацетата натрия (3 М до 10% по объему) и трех объемов абсолютного этанола при +20 °С в течение 4 часов. После экстракции смесью фенол-хлороформ-изоамиловый спирт (25:24:1) и хлороформ-изоамиловый спирт (24:1) ДНК в водной фазе осаждали 1 М ацетатом аммония (до 10% по объему) и трехкратным объемом безводного этанола в течение 12 часов при +20 °С. Осадок ДНК отделяли центрифугированием (12 000 об/мин, 10 мин.), дважды промывали 80%-ным этанолом, сушили и растворяли в ТЕ-буфере (1 М Tris-HCl, pH 8,0 — 1 мл, 0,5 М EDTA, pH 8,0 — 200 мкл, H₂O — до 100 мл; «Евроген», Россия). Чистоту экстракции оценивали по отрицательному контролю выделения (100 мкл автоклавируемой деионизированной воды). Чистоту полученных препаратов ДНК проверяли электрофорезом в 1,5%-ном агарозном геле с фотометрией (NanoDrop 8000, Thermo Fisher Scientific, Inc., США). Концентрацию ДНК измеряли флуориметрическим методом (прибор Qubit 2.0 с высокой чувствительностью определения dsDNA, Life Technologies, США).

ДНК-библиотеки для секвенирования были созданы по протоколу Illumina, Inc. (США) с праймерами S-D-Bact-0341-b-S-17 и S-D-Bact-0785-a-A-21 к варибельному участку V3-V4 гена 16S рНК. NGS-секвенирование выполняли на платформе MiSeq (Illumina, Inc., США) с набором реагентов MiSeq Reagent Kit V3 PE600 (Illumina, Inc., США). Классификацию полученных операционных таксономических единиц (OTE) проводили с использованием интерактивного инструмента VAMPS и базы данных RDP⁵. Некоторые OTE выравнивали с помощью алгоритма BLAST⁶, используя базы данных нуклеотидных последовательностей nr/nt⁷ и выровненных последовательностей генов рибосомальной РНК SILVA⁸.

Для биоинформатической обработки результатов использовалась программа PEAR⁹.

Результаты секвенирования обрабатывали с использованием пакета анализа данных Microsoft Excel 10, программного обеспечения Microsoft Office (США).

Статистическая обработка. Численные данные были обработаны с помощью программы SPSS Statistics 20 (IBM, США), рассчитывали средние (М), среднеквадратичные отклонения ($\pm\sigma$), ошибки стандартного отклонения ($\pm SE$).

Таблица 1. Жирнокислотный состав растительных масел, %
Table 1. Fatty acid composition of vegetable oils, %

Условное обозначение жирной кислоты	Наименование жирной кислоты	Содержание, %	
		подсолнечное масло	соевое масло
C ₁₄	Миристиновая	–	–
C _{16:0}	Пальмитиновая	6,3	10,6
C _{16:1}	Пальмитолеиновая	–	–
C _{18:0}	Стеариновая	4,0	4,6
C _{18:1}	Олеиновая	18,8	24,3
C _{18:2}	Линолевая	70,8	52,5
C _{18:3}	Линоленовая	0,1	7,3
C _{22:0}	Бегеновая	–	0,4
C _{22:1}	Эруковая	–	0,2
C _{22:2}	Арахидовая	–	–

Примечание: «–» — не обнаружено

Для сравнения вариантов использовали непараметрический метод анализа. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

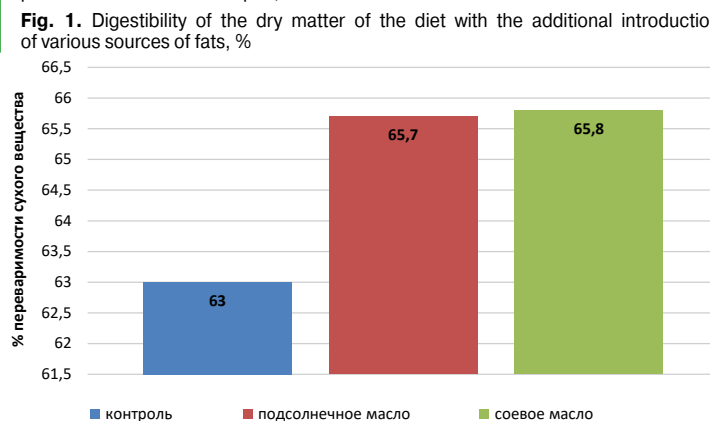
При изучении жирнокислотного состава масел установлено, что различия были незначительны (табл. 1).

Переваримость СВ контрольного рациона (пшеничные отруби) составила 63%. Включение подсолнечного и соевого масел повышало переваримость СВ относительно контроля на 2,7% и 2,8% соответственно (рис. 1).

В рубцовой жидкости конечным продуктом сбраживания углеводов являются ЛЖК. При высокой интенсивности бродильных процессов в рубце больший процент поступающих углеводов подвергается расщеплению, что приводит к количественному увеличению микробиоты рубца и, следовательно, к повышению концентрации ЛЖК. В ходе исследований *in vitro* установлено, что уровень ЛЖК в образцах при введении жиров был различным (рис. 2). В контрольной группе был отмечен достаточно низкий уровень ЛЖК, за исключением капроновой кислоты, однако ее уровень был ниже, чем в опытных группах.

Дополнительное включение масел показало повышение уровня уксусной кислоты: в группе с использованием подсолнечного масла — на 46,8%, в группе с соевым маслом — на 51,5% относительно контроля. Уровень

Рис. 1. Переваримость сухого вещества рациона при дополнительном введении различных источников жиров, %
Fig. 1. Digestibility of the dry matter of the diet with the additional introduction of various sources of fats, %



⁵ <https://vamps.mbl.edu>

⁶ https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&PAGE_TYPE=BlastSearch&LINK_LOC=blasthome

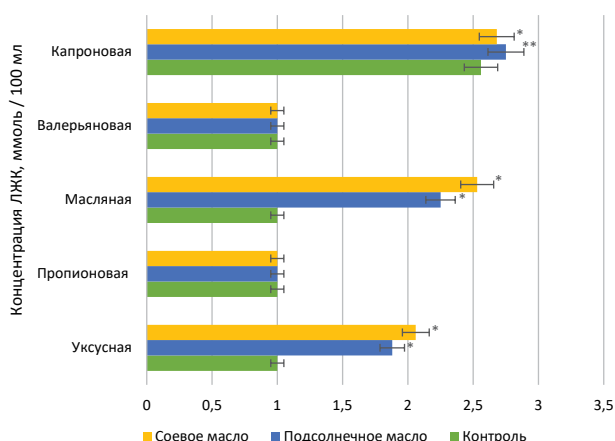
⁷ National Center for Biotechnological Information, NCBI, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

⁸ <https://www.arb-silva.de>

⁹ Pair-End Assembler, PEAR v0.9.8. Zhang J., Kobert K., Flouri T., Stamatakis A. PEAR: A fast and accurate Illumina Paired-End reAd merger. Bioinformatics. 2014; 30(5): 614–620.

Рис. 2. Концентрация летучих жирных кислот в рубцовой жидкости при дополнительном включении жиров и УДЧ, мм / 100 мл

Fig. 2. Concentration of volatile fatty acids in the scar fluid with additional inclusion of fats and UDP, mmol / 100 ml



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

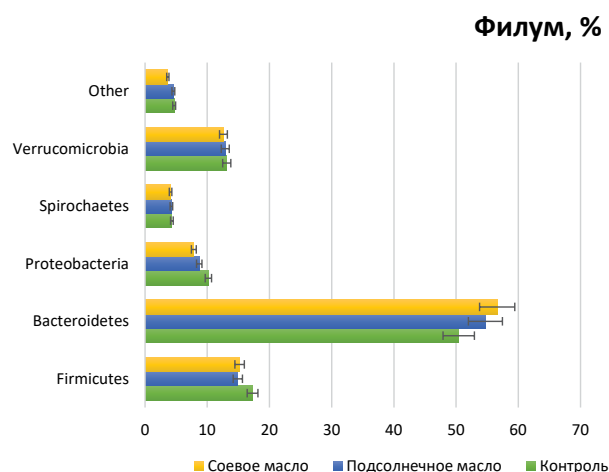
масляной кислоты был также выше относительно контроля на 55,6% и 60,5%, соответственно, в I и II группах. В данных группах концентрация пропионовой и валерьяновой кислот была на одном уровне с контрольными значениями, при этом уровень капроновой кислоты (также в сравнении с контролем) значительно не изменялся.

Содержание азотистых компонентов рубцовой жидкости (РЖ) является одним из показателей степени усвояемости азота корма, а также общей направленности процессов рубцового пищеварения. Отмечено, что уровень общего белка при дополнительном введении жировых компонентов значительно снижался (табл. 2): при введении подсолнечного масла — на 22,8%, соевого масла — на 25,2%. Между концентрацией общего и белкового азота выявлена прямая взаимосвязь. Белковый азот был ниже на 9,3% в I образце, на 12% во II образце (относительно контрольных значений). Концентрация небелкового азота в опытных группах была выше относительно контроля: на 5,4% — при использовании подсолнечного масла, на 7,8% — соевого масла. Уровень аммиачного и мочевиного азота в контрольной и опытной группах отличался незначительно.

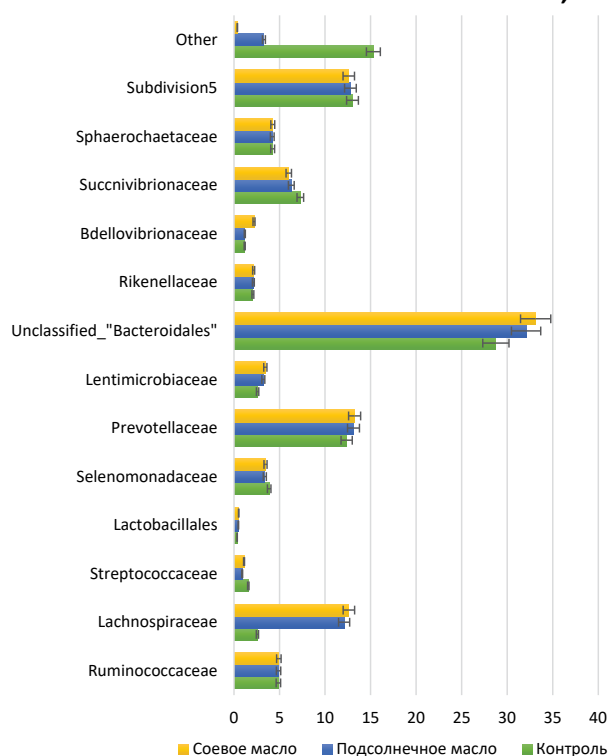
Дополнительное включение подсолнечного масла в рацион показало изменение численности микроорганизмов в РЖ, но качественный состав микробиоты относительно контрольной группы изменялся незначительно. Метагеномное секвенирование РЖ контрольной группы показало наличие 12 филумов, из них 4 — доминирующих, в частности филум *Firmicutes* (17,28%), *Bacteroidetes* (50,42%), *Verrucomicrobia* (13,13%),

Рис. 3. Таксономический состав микробиома рубцовой жидкости *in vitro* при дополнительном введении растительных масел, %

Fig. 3. Taxonomic composition of the microbiome of scar fluid *in vitro* with additional administration of vegetable oils, %



Семейство, %



Proteobacteria (10,18%). При включении подсолнечного масла отмечено снижение численности: *Firmicutes* — на 13,7%, *Verrucomicrobia* — на 2,7%, *Proteobacteria* — на 14,4%. Включение соевого масла увеличивало численность *Firmicutes* (на 12%), *Verrucomicrobia* (на 4%), *Proteobacteria* (на 23%), *Spirochaetes* (на 4,9%) относительно контрольных значений. Установлено, что при введении в рацион животным дополнительных компонентов численность *Bacteroidetes*, напротив, была выше на 7,8% при использовании подсолнечного жира и на 10,9% при использовании соевого масла (рис. 3).

В присутствии подсолнечного масла отмечено увеличение численности представителей семейства *Prevotellaceae* на 5,7% относительно контроля, однако никакого прогностического признака выявлено не было.

Добавление 3% растительных масел (независимо от источника) вызывало незначительное снижение числа

Таблица 2. Содержание азотистых фракций в рубцовой жидкости при дополнительном включении жиров, мг/%
Table 2. The content of nitrogenous fractions in the scar fluid with additional inclusion of fats, mg/%

№/п	Формы азота, мг/%				
	общий	небелко- вый	амми- ачный	моче- винный	белковый
Контроль	91,2 ± 1,6	21,2 ± 1,2	4,1 ± 0,8	5,14 ± 1,4*	70,8 ± 1,8*
Подсолнеч- ное масло	70,4 ± 1,01*	22,4 ± 1,1	3,8 ± 0,7	6,2 ± 1,2**	64,2 ± 1,1*
Соевое масло	68,2 ± 1,12*	23,0 ± 1,2*	3,6 ± 0,6	5,8 ± 0,9	62,3 ± 1,1*

Примечание: * $p \leq 0,05$

копий общих бактерий по сравнению с контролем. В ряде исследований *in vivo* сообщалось об ингибирующем действии масел на рубцовые бактерии [10] и чистые культуры *in vitro* [7], хотя в этих случаях более высокая доза, возможно, способствовала большему эффекту. Общее бактериальное разнообразие и обилие согласуются с результатами ферментации рубца. Переваримость СВ в рубце и общая продукция ЛЖК были увеличены добавлением масел в рацион. Добавление жира в рацион жвачных животных ранее было связано со снижением переваримости корма [11]. Этот эффект был объяснен изменениями в микробных сообществах, снижением ферментативной активности или ограничением доступа микробов и ферментов к частицам корма из-за физического покрытия [12].

В исследовании бактериальные группы, участвующие в переваривании рациона, существенно не модифицировались. Представители семейства *Ruminococcaceae* показали небольшое увеличение числа копий: на 0,4% — при включении подсолнечного масла, на 1% — при включении соевого масла ($p \leq 0,05$). Следовательно, добавление масел в дозах, использованных и в данном эксперименте, оказывало позитивное влияние на переваримость СВ в рубце [9]. Количество и источник добавленного липида [13] могут объяснить несоответствие эффектов добавления масла на численность бактерий и переваримость в рубце, наблюдаемых в данном исследовании, с другими, описанными в литературе. Однако некоторые исследования показали, что включение масел в дозировке 2% не изменяло переваримость органических веществ в рубце жвачных [14]. Работы некоторых авторов [15] показали, что включение жиров в рацион молочных коров не влияли на пищеварительный тракт в целом и переваримость СВ в рубце. Патра (2014) пришел к выводу, что усвояемость клетчатки отрицательно сказывается только при добавлении жира в рацион жвачных в высоких концентрациях [16]. Также в согласии с данным исследованием отмечено увеличение концентрации ЛЖК в рубцовой жидкости при использовании в рационе различных источников масла [17].

В целом, всесторонне рассматривая все данные, было бы разумно предположить, что влияние добавок масла на переваримость кормов не имеет большого биологического значения. Количество копий *Succinivibrionaceae* на примере группы протеобактерий рубца было снижено. Однако было несколько исключений, когда представители *Prevotellaceae* и *Lachnospiraceae*, по-видимому, получали выгоду от добавления масла. Эти универсальные в питательном отношении группы, возможно, смогли расширить свою нишу в результате общего сокращения численности других видов.

Группы бактерий *Butyrivibrio* включают виды, которые связаны с биогидрированием ненасыщенных жирных кислот [18]. В исследованиях *in vivo* численность *Butyrivibrio* после добавления растительных масел [19] незначительно снижалась, что согласуется с нашим исследованием, при добавлении подсолнечного масла численность данного представителя снижалась на 54,5% при добавлении соевого масла на 27,3% ($p \leq 0,05$). Очевидно, что существуют значительные различия между животными в реакции микробов рубца на пищевое масло [20].

Количество копий *Streptococcus bovis* было значительно снижено при добавлении растительных масел. Являясь известным продуцентом лактата, *S. bovis* ассоциируется с ацидозом у жвачных животных домашнего скота часто в ответ на кормление высококонцентрированными рационами [21]. Уменьшая размножение этой микробной группы с добавлением в рацион масел, можно исправить такое состояние. Введение подсолнечного масла снижало численность представителей данного рода на 42,7% ($p \leq 0,05$), соевого масла — на 44,4% ($p \leq 0,05$).

Влияние добавок масла на профиль летучих жирных кислот в рубцовом содержимом зависит от типа и количества добавляемого масла, а также от диеты, в которую оно включено [22]. Добавление растительных масел в соответствующей дозе теоретически может способствовать производству более здоровых продуктов при условии, что это не сопровождается общим снижением синтеза жира [5].

Выводы / Conclusion

В исследованиях *in vitro* было показано, что существует реальный потенциал для корректирования метаболических процессов и структуры бактериального сообщества в рубце путем добавления растительных масел. Равновесие различных групп микробного сообщества может, в свою очередь, способствовать ряду важных аспектов животноводства, описанных ранее. Влияние растительных масел на микробное сообщество было отражено в активности производства ЛЖК и различных форм азота со значительным сдвигом в сторону производства ацетата и бутирата и повышения концентрации небелкового азота. Кроме того, отмечено увеличение переваримости СВ рациона на 2,7–2,8% при включении растительных масел. Увеличение численности в РЖ представителей филума *Bacteroidetes* в опытных группах относительно контроля на 7,8–10,9%, являющихся нормофлорой рубца жвачных и участвующих в синтезе уксусной кислоты, способствовало повышению уровня уксусной и масляной кислот в группе с использованием подсолнечного масла на 46,8% и 55,6% соответственно, в группе с соевым маслом — на 51,5% и 60,5% относительно контроля.

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 соответствии с планом НИР за 2021–2023 гг. Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН (№ 0761-2019-0005)

FUNDING:

The work was carried out in accordance with the research plan for 2021-2023. Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (No. 0761-2019-0005)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Morgavi D.P., Forano E., Martin C., Newbold C.J. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. *Animal*. 2010; 4(7): 1024–1036. <https://doi.org/10.1017/S1751731110000546>
- Gerber P.J., Henderson B., Makkar H.P.S. (eds.). Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production — A review of technical options for non-CO₂ emissions. FAO Animal Production and Health Paper No. 177. Rome: FAO. 2013; xvi + 206. ISBN: 978-92-5-107658-3
- Vargas-Bello-Pérez E., Cancino-Padilla N., Romero J., Garnsworthy P.C. Quantitative analysis of ruminal bacterial populations involved in lipid metabolism in dairy cows fed different vegetable oils. *Animal*. 2016; 10(11): 1821–1828. <https://doi.org/10.1017/S1751731116000756>
- Huws S.A., Lee M.R.F., Muetzel S.M., Scott M.B., Wallace R.J., Scollan N.D. Forage type and fish oil cause shifts in rumen bacterial diversity. *FEMS Microbiology Ecology*. 2010; 73(2): 396–407. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2010.00892.x>
- Shingfield K.J., Reynolds C.K., Hervás G., Grinari J.M., Grandison A.S., Beever D.E. Examination of the Persistency of Milk Fatty Acid Composition Responses to Fish Oil and Sunflower Oil in the Diet of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 2006; 89(2): 714–732. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72134-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72134-8)
- Shingfield K.J., Bonnet M., Scollan N.D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. *Animal*. 2013; 7(S1): 132–162. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001681>
- Myer P.R., Smith T.P.L., Wells J.E., Kuehn L.A., Freely H.C. Rumen Microbiome from Steers Differing in Feed Efficiency. *PLoS ONE*. 2015; 10(6): e0129174. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129174>
- Bodas R., Prieto N., García-González R., Andrés S., Giraldez F.J., López S. Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. *Animal Feed Science and Technology*. 2012; 176(1–4): 78–93. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.07.010>
- Denman S.E., McSweeney C.S. Development of a real-time PCR assay for monitoring anaerobic fungal and cellulolytic bacterial populations within the rumen. *FEMS Microbiology Ecology*. 2006; 58(3): 572–582. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2006.00190.x>
- Vargas J.E., Andrés S., Snelling T.J., López-Ferreras L., Yáñez-Ruiz D.R., García-Estrada C., López S. Effect of Sunflower and Marine Oils on Ruminant Microbiota, *In vitro* Fermentation and Digesta Fatty Acid Profile. *Frontiers in Microbiology*. 2017; 8: 1124. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01124>
- Palmquist D.L., Jenkins T.C. Fat in lactation rations: review. *Journal of Dairy Science*. 1980; 63(1): 1–14. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)82881-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82881-5)
- Nagaraja T.G., Newbold C.J., van Nevel C.J., Demeyer D.I. Manipulation of ruminal fermentation. Hobson P.N., Stewart C.S. (eds.). The Rumen Microbial Ecosystem. Dordrecht: Springer. 1997; 523–632. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1453-7_13
- Jenkins T.C. Lipid metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*. 1993; 76(12): 3851–3863. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77727-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77727-9)
- Doreau M., Arousseau E., Martin C. Effects of linseed lipids fed as rolled seeds, extruded seeds or oil on organic matter and crude protein digestion in cows. *Animal Feed Science and Technology*. 2009; 150(3–4): 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.09.004>
- Weld K.A., Armentano L.E. The effects of adding fat to diets of lactating dairy cows on total-tract neutral detergent fiber digestibility: a meta-analysis. *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(3): 1766–1779. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11500>
- Patra A.K. A meta-analysis of the effect of dietary fat on enteric methane production, digestibility and rumen fermentation in sheep, and a comparison of these responses between cattle and sheep. *Livestock Science*. 2014; 162: 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.01.007>
- Gao J., Wang M.Z., Jing Y.J., Sun X.Z., Wu T.Y., Shi L.F. Impacts of the unsaturation degree of long-chain fatty acids on the volatile fatty acid profiles of rumen microbial fermentation in goats *in vitro*. *Journal of Integrative Agriculture*. 2016; 15(12): 2827–2833. [https://doi.org/10.1016/s2095-3119\(16\)61418-1](https://doi.org/10.1016/s2095-3119(16)61418-1)
- Рязанов В.А., Шейда Е.В., Дускаев Г.К., Рахматуллин Ш.Г., Кван О.В. Оценка воздействия фитобактериальных препаратов *Salviae folia*, *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare* на обменные процессы в модели рубца. *Аграрная наука*. 2022; (7–8): 86–92. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-86-92>
- Kim E.J. et al. Fish Oil Increases the Duodenal Flow of Long Chain Polyunsaturated Fatty Acids and trans-11 18:1 and Decreases 18:0 in Steers via Changes in the Rumen Bacterial Community. *The Journal of Nutrition*. 2008; 138(5): 889–896. <https://doi.org/10.1093/jn/138.5.889>
- Belenguer A., Toral P.G., Frutos P., Hervás G. Changes in the rumen bacterial community in response to sunflower oil and fish oil supplements in the diet of dairy sheep. *Journal of Dairy Science*. 2010; 93(7): 3275–3286. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3101>
- Шейда Е.В. Изучение влияния различных добавок на ферментативные процессы в рубце и таксономический состав микробиома. *Аграрный вестник Урала*. 2022; (3): 72–82. <https://www.elibrary.ru/ngcbpt>
- Shingfield K.J. et al. Dietary Fish Oil Supplements Modify Ruminal Biohydrogenation, Alter the Flow of Fatty Acids at the Omasum, and Induce Changes in the Ruminal Butyriivibrio Population in Lactating Cows. *The Journal of Nutrition*. 2012; 142(8): 1437–1448. <https://doi.org/10.3945/jn.112.158576>

REFERENCES

- Morgavi D.P., Forano E., Martin C., Newbold C.J. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. *Animal*. 2010; 4(7): 1024–1036. <https://doi.org/10.1017/S1751731110000546>
- Gerber P.J., Henderson B., Makkar H.P.S. (eds.). Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production — A review of technical options for non-CO₂ emissions. FAO Animal Production and Health Paper No. 177. Rome: FAO. 2013; xvi + 206. ISBN: 978-92-5-107658-3
- Vargas-Bello-Pérez E., Cancino-Padilla N., Romero J., Garnsworthy P.C. Quantitative analysis of ruminal bacterial populations involved in lipid metabolism in dairy cows fed different vegetable oils. *Animal*. 2016; 10(11): 1821–1828. <https://doi.org/10.1017/S1751731116000756>
- Huws S.A., Lee M.R.F., Muetzel S.M., Scott M.B., Wallace R.J., Scollan N.D. Forage type and fish oil cause shifts in rumen bacterial diversity. *FEMS Microbiology Ecology*. 2010; 73(2): 396–407. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2010.00892.x>
- Shingfield K.J., Reynolds C.K., Hervás G., Grinari J.M., Grandison A.S., Beever D.E. Examination of the Persistency of Milk Fatty Acid Composition Responses to Fish Oil and Sunflower Oil in the Diet of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 2006; 89(2): 714–732. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72134-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72134-8)
- Shingfield K.J., Bonnet M., Scollan N.D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. *Animal*. 2013; 7(S1): 132–162. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001681>
- Myer P.R., Smith T.P.L., Wells J.E., Kuehn L.A., Freely H.C. Rumen Microbiome from Steers Differing in Feed Efficiency. *PLoS ONE*. 2015; 10(6): e0129174. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129174>
- Bodas R., Prieto N., García-González R., Andrés S., Giraldez F.J., López S. Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. *Animal Feed Science and Technology*. 2012; 176(1–4): 78–93. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.07.010>
- Denman S.E., McSweeney C.S. Development of a real-time PCR assay for monitoring anaerobic fungal and cellulolytic bacterial populations within the rumen. *FEMS Microbiology Ecology*. 2006; 58(3): 572–582. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2006.00190.x>
- Vargas J.E., Andrés S., Snelling T.J., López-Ferreras L., Yáñez-Ruiz D.R., García-Estrada C., López S. Effect of Sunflower and Marine Oils on Ruminant Microbiota, *In vitro* Fermentation and Digesta Fatty Acid Profile. *Frontiers in Microbiology*. 2017; 8: 1124. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01124>
- Palmquist D.L., Jenkins T.C. Fat in Lactation Rations: Review. *Journal of Dairy Science*. 1980; 63(1): 1–14. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)82881-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82881-5)
- Nagaraja T.G., Newbold C.J., van Nevel C.J., Demeyer D.I. Manipulation of ruminal fermentation. Hobson P.N., Stewart C.S. (eds.). The Rumen Microbial Ecosystem. Dordrecht: Springer. 1997; 523–632. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1453-7_13
- Jenkins T.C. Lipid Metabolism in the Rumen. *Journal of Dairy Science*. 1993; 76(12): 3851–3863. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77727-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77727-9)
- Doreau M., Arousseau E., Martin C. Effects of linseed lipids fed as rolled seeds, extruded seeds or oil on organic matter and crude protein digestion in cows. *Animal Feed Science and Technology*. 2009; 150(3–4): 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.09.004>
- Weld K.A., Armentano L.E. The effects of adding fat to diets of lactating dairy cows on total-tract neutral detergent fiber digestibility: a meta-analysis. *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(3): 1766–1779. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11500>
- Patra A.K. A meta-analysis of the effect of dietary fat on enteric methane production, digestibility and rumen fermentation in sheep, and a comparison of these responses between cattle and sheep. *Livestock Science*. 2014; 162: 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.01.007>
- Gao J., Wang M.Z., Jing Y.J., Sun X.Z., Wu T.Y., Shi L.F. Impacts of the unsaturation degree of long-chain fatty acids on the volatile fatty acid profiles of rumen microbial fermentation in goats *in vitro*. *Journal of Integrative Agriculture*. 2016; 15(12): 2827–2833. [https://doi.org/10.1016/s2095-3119\(16\)61418-1](https://doi.org/10.1016/s2095-3119(16)61418-1)
- Ryazanov V.A., Sheida E.V., Duskaev G.K., Rakhmatullin S.G., Kvan O.V. Assessment of the effect of phytobiotic drugs *Salviae folia*, *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare* on metabolic processes in the rumen model. *Agrarian science*. 2022; (7–8): 86–92 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-86-92>
- Kim E.J. et al. Fish Oil Increases the Duodenal Flow of Long Chain Polyunsaturated Fatty Acids and trans-11 18:1 and Decreases 18:0 in Steers via Changes in the Rumen Bacterial Community. *The Journal of Nutrition*. 2008; 138(5): 889–896. <https://doi.org/10.1093/jn/138.5.889>
- Belenguer A., Toral P.G., Frutos P., Hervás G. Changes in the rumen bacterial community in response to sunflower oil and fish oil supplements in the diet of dairy sheep. *Journal of Dairy Science*. 2010; 93(7): 3275–3286. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3101>
- Sheyda E.V. Study of the effect of various additives on enzymatic processes in the rumen and the taxonomic composition of the microbiome. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; (3): 72–82 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ngcbpt>
- Shingfield K.J. et al. Dietary Fish Oil Supplements Modify Ruminal Biohydrogenation, Alter the Flow of Fatty Acids at the Omasum, and Induce Changes in the Ruminal Butyriivibrio Population in Lactating Cows. *The Journal of Nutrition*. 2012; 142(8): 1437–1448. <https://doi.org/10.3945/jn.112.158576>

ОБ АВТОРАХ:

Елена Владимировна Шейда,
кандидат биологических наук, научный сотрудник
лаборатории биологических испытаний и экспертиз,
Федеральный научный центр биологических систем
и агротехнологий Российской академии наук,
ул. 9 Января, 2, Оренбург, 460000, Россия
Тел. +7 (922) 862-64-02
<https://orcid.org/0000-0002-2586-613X>
elena-shaejjda@mail.ru

Виталий Александрович Рязанов,
кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник
отдела кормления сельскохозяйственных животных
и технологии кормов им. С.Г. Леушина,
Федеральный научный центр биологических систем
и агротехнологий Российской академии наук,
ул. 9 Января, 2, Оренбург, 460000, Россия
Тел. +7 (3532) 43-46-79
<https://orcid.org/0000-0003-0903-9561>
vita7456@yandex.ru

Галимжан Калиханович Дускаев,
доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник
отдела кормления сельскохозяйственных животных
и технологии кормов им. С.Г. Леушина,
Федеральный научный центр биологических систем
и агротехнологий Российской академии наук,
ул. 9 Января, 2, Оренбург, 460000, Россия
Тел. +7 (3532) 30-81-70
<https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>
gduskaev@mail.ru

Шамиль Гафиуллович Рахматуллин,
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
отдела кормления сельскохозяйственных животных
и технологии кормов им. С.Г. Леушина,
Федеральный научный центр биологических систем
и агротехнологий Российской академии наук,
ул. 9 Января, 2, Оренбург, 460000, Россия
Тел. +7 (922) 815-72-25
<https://orcid.org/0000-0003-0143-9499>
shahm2005@rambler.ru

Ольга Вилориевна Кван,
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
отдела кормления сельскохозяйственных животных
и технологии кормов им. С.Г. Леушина,
Федеральный научный центр биологических систем
и агротехнологий Российской академии наук,
ул. 9 Января, 2, Оренбург, 460000, Россия
Тел. +7 (922) 548-56-57
<https://orcid.org/0000-0003-0561-7002>
kwan111@yandex.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Elena Vladimirovna Sheida,
Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Laboratory
of Biological Tests and Examinations,
Federal Scientific Center of Biological Systems and
Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
2 January 9th str., Orenburg, 460000, Russia
Tel. +7 (922) 862-64-02
<https://orcid.org/0000-0002-2586-613X>
elena-shejjda@mail.ru

Vitaly Aleksandrovich Ryazanov,
Candidate of Agricultural Sciences, Researcher of the Department
of Animal Feeding and Feed Technology named after S.G. Leushin,
Federal Scientific Center for Biological Systems and
Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
2 January 9th str., Orenburg, 460000, Russia
Tel. +7 (3532) 43-46-79
<https://orcid.org/0000-0003-0903-9561>
vita7456@yandex.ru

Galimzhan Kalihanovich Duskaev,
Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher of the
Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named
after S.G. Leushin,
Federal Scientific Center of Biological Systems and
Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
2 January 9th str., Orenburg, 460000, Russia
Tel. +7 (3532) 30-81-70
<https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>
gduskaev@mail.ru

Shamil Gafullovich Rakhmatullin,
Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the S.G.
Leushin Department of Animal Feeding and Feed Technology,
Federal Scientific Center for Biological Systems and
Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
2 January 9th str., Orenburg, 460000, Russia
Tel.: +7 (922) 815-72-25
<https://orcid.org/0000-0003-0143-9499>
shahm2005@rambler.ru

Olga Vilorievna Kvan,
Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the
S.G. Leushin Department of Animal Feeding and Feed
Technology, Federal Scientific Center for Biological Systems and
Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
2 January 9th str., Orenburg, 460000, Russia
Tel. +7 (922) 548-56-57
<https://orcid.org/0000-0003-0561-7002>
kwan111@yandex.ru

УДК 636.5.033

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-65-70

С.А. Кудинов¹, ✉
М.И. Хохлов¹,
И.А. Кошчаев²

¹ООО «КРЦ «ЭФКО-Каскад», Алексеевка, Белгородская обл., Россия

²Белгородский государственный аграрный университет, пос. Майский, Белгородская обл., Россия

✉ s.a.kudinov@efko.ru

Поступила в редакцию:
04.03.2023

Одобрена после рецензирования:
04.05.2023

Принята к публикации:
20.05.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-65-70

Sergey A. Kudinov¹, ✉
Mikhail I. Hohlov¹,
Ivan A. Koshchaev²

¹LLC «KRC «EFKO-Kaskad», Alekseevka, Belgorod region, Russia

²Belgorod State Agricultural University, Maisky, Belgorod region, Russia

✉ s.a.kudinov@efko.ru

Received by the editorial office:
04.03.2023

Accepted in revised:
04.05.2023

Accepted for publication:
20.05.2023

Кальциевые соли жирных кислот в кормлении цыплят-бройлеров: влияние на продуктивность и сохранность

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Продукты ферментации клетчатки автохтонными микроорганизмами называют постбиотиками. Постбиотиками — комплекс веществ, обладающих синергичным воздействием на обмен веществ и просвет кишечника в организме хозяина. Эти продукты жизнедеятельности молочнокислых бактерий (каприновая, каприловая и лауриновая кислоты) обладают выраженным антибиотическим действием на гнилостную микрофлору кишечника. Рассматривается влияние на продуктивность, сохранность и состав крови выделенного и синтезированного купаж короткоцепочечных жирных кислот в форме кальциевых солей.

Методы. Опыт был проведен на базе учебно-научной птицефабрики УНИЦ «Агротехнопарк» Белгородский ГАУ в феврале — апреле 2022 года. Объект исследований — цыплята-бройлеры, на которых изучали влияние кальциевых солей жирных кислот «Кальцифид Чикен». Из партии цыплят суточного возраста одного вывода кросса Ross 308 были сформированы три группы по 240 голов (с разбивкой по 40 голов в каждой клетке). Опыт длился 42 суток. Рассматривались показатели продуктивности и сохранности.

Результаты. Применение нового продукта способствовало снижению конверсии в рационах 1-й и 2-й опытных групп. Сохранность контрольной группы на окончание опыта составила 97,08 %, 1-й опытной — 97,08%, 2-й опытной — 96,7%. Использование продукта «Кальцифид Чикен» способствовало повышению рентабельности: в 1-й опытной группе — на 4463 руб / 1000 гол, во 2-й опытной группе — на 3684 руб / 1000 гол в сравнении с контролем.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кальциевые соли жирных кислот, «Кальцифид Чикен», сохранность, конверсия, рентабельность

Для цитирования: Кудинов С.А., Хохлов М.И., Кошчаев И.А. Кальциевые соли жирных кислот в кормлении цыплят-бройлеров: влияние на продуктивность и сохранность. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 65–70, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-65-70>

© Кудинов С.А., Хохлов М.И., Кошчаев И.А.

Calcium salts of fatty acids in the feeding of broiler chickens: impact on productivity and safety

ABSTRACT

Relevance. The products of fiber fermentation by autochthonous microorganisms are called postbiotics. Postbiotics are a complex of substances that have a synergistic effect on the metabolism and intestinal contents in the host organism. These products of the vital activity of lactic acid bacteria (capronic, capric and lauric acids) have a pronounced antibiotic effect on the putrefactive intestinal microflora. The influence of the isolated and synthesized blend of short-chain fatty acids in the form of calcium salts on the productivity, safety and blood composition is considered.

Methods. To confirm its effectiveness, the experiment has been conducted on the basis of the educational and scientific poultry farm of the Educational and Scientific Innovation Center «Agrotechnopark» at FSBEI Belgorod State Agricultural University in February — April 2022. The object of research is broiler chickens, on which the effect of calcium salts of fatty acids «Calcifid Chicken» was studied. Three groups of 240 heads (with a breakdown of 40 heads in each cage) were formed from a batch of chickens of the daily age of one brood of the Ross 308 cross. The experiment lasted 42 days. Productivity and safety indicators were considered.

Results. The use of the new product contributed to a decrease in conversion in the diets of the 1st and 2nd experimental groups. The safety of the control group at the end of the experiment was 97.08%, the 1st experimental group — 97.08%, the 2nd experimental group — 96.7%. The use of the «Calcifid Chicken» product contributed to an increase in profitability: in the 1st experimental group — by 4463 rubles / 1000 goals, in the 2nd experimental group — by 3684 rubles / 1000 goals in comparison with the control.

Keywords: broiler chickens, calcium salts of fatty acids, «Calcifid Chicken», livability, conversion, profitability

For citation: Kudinov S.A., Hohlov M.I., Koshchaev I.A. Calcium salts of fatty acids in the feeding of broiler chickens: impact on productivity and safety. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 65–70 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-65-70>

© Kudinov S.A., Hohlov M.I., Koshchaev I.A.

Введение / Introduction

Укрупнение производств и интенсификация с целью снижения издержек производства часто приводят к повышенному риску возникновения вспышек инфекционных заболеваний. Распространенные методы защиты животных от инфекционных заболеваний, применяемых в хозяйствах, — вакцинация и профилактическое применение антибиотиков. Вакцинация проводится для контроля возникновения особо опасных вирусных и бактериальных заболеваний. Антибактериальные средства применяют для контроля вспышек заболевания, как правило, стационарной секундарной микрофлоры. Дополнительные ветеринарные вмешательства также способствуют увеличению производственных затрат. Нарушение баланса микрофлоры возникает на фоне скученности и постоянного стресса, что увеличивает падеж, снижает эффективность использования (повышение конверсии) и потребления корма, ослабляет иммунитет и резистентность организма [1, 2].

Бесконтрольное и несистемное применение антибиотиков в качестве ростостимуляторов или для «плановой профилактики» привело к возникновению форм бактерий, устойчивых к антибиотикам [3, 4], что способствовало возникновению мутировавших форм и росту вирулентности как у патогенных, так и у условно патогенных микроорганизмов, которые могут привести к увеличению рисков развития зоонозов. Это создает условия, при которых дальнейшее применение антибиотиков в лечебных целях становится малоэффективным.

В связи с ограничением использования антибиотиков в качестве ростостимуляторов всё большую популярность получили кормовые добавки, улучшающие перевариваемость пищи, негативно влияющие на гнилостную и патогенную микрофлору: органические и неорганические кислоты [5, 6], пробиотики и пребиотики [7–10], синбиотики, фитобиотики [11, 12], постбиотики — короткоцепочечные жирные кислоты [13, 14]. Они имеют такой же (или более слабый) эффект действия, как кормовые антибиотики, но исключают вышеперечисленные негативные факторы.

Известны исследования по применению короткоцепочечных жирных кислот, так как они способны не только подавлять рост патогенной микрофлоры в просвете кишечника [15] и легко всасываться в кровеносное русло, но и служить прекрасным источником доступной легкоусвояемой энергии.

При переработке масел тропических культур выделяют коротко- и среднецепочечные жирные кислоты, которые обладают уникальными (в сравнении с остальными жирными кислотами) свойствами. В просвете кишечника они проявляют фунгицидный, бактерицидный и бактериостатический эффект [16–18]. Имея высокую гидрофильность, способны проникать в кровь и клетку без носителя, не повреждая при этом клеточную мембрану. Окисляясь в митохондриях, короткоцепочечные жирные кислоты преобразовываются в энергию и не откладываются в абдоминальный или подкожный жир.

Цели исследований — использование коротко- и среднецепочечных жирных кислот в форме кальциевых солей в комбикормах цыплят-бройлеров в период

откорма (42 дня), изучение их влияния на здоровье, продуктивность, сохранность и рентабельность.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Исследование влияния на продуктивность и сохранность короткоцепочечных жирных кислот в форме кальциевых солей в рецептах комбикормов цыплят-бройлеров проводилось на базе учебно-научной птицефабрики УНИЦ «Агротехнопарк» Белгородского государственного аграрного университета в феврале — апреле 2022 года. Объектом исследований были цыплята-бройлеры, на которых изучали влияние новой кормовой добавки «Кальцифид Чикен» (Россия) на основе короткоцепочечных жирных кислот в форме кальциевых солей (табл. 1).

Таблица 1. Питательная ценность продукта «Кальцифид Чикен»
Table 1. Nutritional value of the «Calcifed Chicken»

Наименование	Ед. изм.	Значение
Валовая энергия	МДж/кг	26,53
Влажность	%	3,98
Сухое вещество (СВ)	%	96,02
Зола, а. с. в.	%	15,07
Содержание кальция, а. с. в.	%	9,1
Содержание жира, а. с. в.	%	80,95

Показатели питательной ценности продукта «Кальцифид Чикен» определяли согласно методикам: содержание валовой энергии — по ГОСТ ISO 9831-2017¹, содержание влаги и летучих веществ — по ГОСТ Р 50456-92², золы — по ГОСТ Р ИСО 6884-2010³, кальция — по ГОСТ 26570-95⁴, жира — по ГОСТ 32189-2013⁵.

Опыт длился 42 суток. Из партии цыплят суточного возраста одного вывода кросса Ross 308 были сформированы три группы по 240 голов (с разбивкой по 40 голов в каждой клетке, размещенных рядами со смещением в «шахматном» порядке).

В процессе эксперимента определяли следующее:

- расход и потребление корма — ежедневно по ГОСТ 33215-2014⁶, п. 6.6, 6.7;
- учет заболеваний и падежа — ежедневно по ГОСТ 33215-2014⁶, п. 6.11.2;
- взвешивание в возрасте: 0 (1-й) день, 14-й день, 28-й день и 42-й день — по ГОСТ 33215-2014, п. 2.12, 6.10;
- расчет привеса, конверсии корма и падежа за период 0–14 дней, 14–28 дней, 28–42 дня и общий — за период опыта (42 дня).

Производство рецептов комбикормов «Старт», «Рост» и «Финиш» было выполнено согласно «Спецификации бройлерных рационов Ross»⁷.

Всем группам скормливались рецепты комбикормов «Старт», «Рост» и «Финиш» согласно схеме и рекомендациям для данного кросса с постоянным доступом к корму:

- группа «контроль»: основной рацион (ОР) + производили выпойку антибиотическим препаратом и кокцидиостатиком согласно технологии выращивания, принятой в хозяйстве;

¹ ГОСТ ISO 9831-2017 Корма для животных, продукция животноводства, экскременты или моча. Определение валовой энергии методом сжигания в калориметрической бомбе.

² ГОСТ Р 50456-92 Жиры и масла животные и растительные. Определение содержания влаги и летучих веществ.

³ ГОСТ Р ИСО 6884-2010 Жиры и масла животные и растительные. Определение содержания золы.

⁴ ГОСТ 26570-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция.

⁶ ГОСТ 32189-2013 Маргариты, жиры для кулинарии, кондитерской, хлебопекарной и молочной промышленности. Правила приемки и методы контроля.

⁷ ГОСТ 33215-2014 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила оборудования помещений и организации процедур.

- 1-я опытная группа: ОР + антибиотик + кокцидиостатик + «Кальцифид Чикен» (норма ввода — 1,5 кг/т корма);
- 2-я опытная группа: ОР без антибиотических препаратов и кокцидиостатика с пониженным содержанием масла в рационе, но выровненным по энергии с ОР группы «контроль» + «Кальцифид Чикен» (норма ввода — 1,5 кг/т корма).

Выпойка антибиотиком и кокцидиостатиком. С момента посадки (1–3-е сутки жизни) непрерывно в течение 72 часов производилась выпойка раствором для орального применения «Энрофлон®» с действующим веществом «Энрофлоксацин-10%» (антибактериальный лекарственный препарат группы фторхинолонов, Россия). Препарат разводился в питьевой воде в дозировке 1 мл «Энрофлоксацин-10%» на 1 л питьевой воды согласно инструкции производителя. Последующие 48 часов производилось поение обычной питьевой водой. Далее осуществляли выпойку раствором для орального применения «Байкокс®» с действующим веществом «Толтразурил-2,5%» (противоэймериозный препарат группы триазинтриона, Германия). Препарат разводился в питьевой воде в дозировке 1 мл лекарственного 2,5%-ного раствора на 1 л питьевой воды согласно инструкции производителя. Выпойку осуществляли непрерывно в течение 48 часов.

Повторная выпойка с возраста 22–28 суток препаратами «Энрофлон®» и «Байкокс®» производилась по вышеприведенной схеме.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order on 12.08.1977 No. 755 the USSR Ministry of Health) and The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996). При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшить количество используемых образцов.

По окончании опыта (42-й день) у цыплят-бройлеров (двух животных из каждой клетки — курочки и петушка) произвели отбор крови из подкрыльцовой вены по ГОСТ 25581-91⁸. Производили отбор крови по 2–4 мл при помощи вакуумных пробирок Vacuette (Австрия) Greiner Bio-One. Транспортировку проб крови производили согласно ГОСТ 25581-91⁸, п. 1.3, 1.4. Кровь исследовали на автоматическом биохимическом анализаторе Ascent 200 Cormay (Польша) по нижеприведенным показателям: общий белок, альбуминовая и глобулиновая фракции белка, мочевины, фосфор и кальций, глюкоза, креатинин, билирубин общий, LDH (лактатдегидрогеназа), ALT (аланинаминотрансфераза), AST (аспартатаминотрансфераза).

Данные по экономической эффективности использования экспериментального продукта «Кальцифид Чикен» при норме ввода 1,5 кг/т корма отражены в таблице 4, расчет произведен в апреле 2022 года по формуле:

$$ЧП = В - ПС,$$

где: ЧП — чистая прибыль, руб.; В — выручка от реализации продукции, руб.; ПС — полная себестоимость, руб.

$$P = \frac{В}{ПС} \times 100\%,$$

где: Р — рентабельность, %; В — выручка от реализации продукции, руб.; ПС — полная себестоимость, руб.

$$\frac{ДЧП \text{ руб.}}{1000 \text{ голов}} = \left(\left(\frac{В - ПС}{КРЦГ} \right) - \left(\frac{В \text{ "контроль"} - ПС \text{ "контроль"}}{КРЦГ \text{ "контроль"}} \right) \right) \times 100\% \text{ голов,}$$

где: ДЧП — дополнительная чистая прибыль, руб.; В — выручка от реализации продукции; ПС — полная себестоимость, руб.; КРЦГ — количество реализованных цыплят в исследуемой группе (1-я опытная или 2-я опытная), гол.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программного пакета Statistica 10.0 (Dell, США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

За первый период откорма (0–14 дней) потребление комбикорма «Старт» (табл. 2) в 1-й опытной группе было ниже на 1,137 кг, чем в группе «контроль», при конверсии корма 1,0137 кг / кг ж. м., во 2-й опытной группе было отмечено увеличение потребления комбикорма «Старт» на 2,663 кг в сравнении с группой «контроль», конверсия корма составила 1,0139 кг / кг ж. м. Конверсия корма в группе «контроль» за 0–14 дней составила 0,9852 кг / кг ж. м., потреблено — 106,363 кг комбикорма.

Из данных видно, что применение в рецептах «Старт» короткоцепочечных жирных кислот способствовало повышению потребления корма во 2-й опытной группе (предположительно) за счет меньшего токсического эффекта антибиотика и снижению потребления корма в 1-й опытной группе и группе «контроль» за счет сбалансированной энергии рациона.

За второй период откорма (с 15-го по 28-й день) потребление комбикорма «Рост» в 1-й опытной группе было ниже на 9,218 кг при конверсии корма 1,36 кг / кг ж. м., а во 2-й опытной группе — ниже на 4,371 кг при конверсии 1,36 кг / кг ж. м., чем в группе «контроль». Конверсия корма в группе «контроль» с 15-го по 28-й день составила 1,33 кг / кг ж. м., потреблено — 380,772 кг комбикорма.

Повышенное содержание энергии рецепта «Рост» в 1-й опытной группе способствовало снижению общего потребления корма в сравнении с группами «контроль» и 2-я опытная, что негативно отразилось на интенсивности роста и наборе живой массы.

В третий период откорма (с 29-го по 42-й день) при потреблении комбикорма рецепта «Финиш» в 1-й опытной группе было отмечено увеличение потребления комбикорма на 1,861 кг, чем в группе «контроль», при конверсии 2,16 кг / кг ж. м., во 2-й опытной группе было снижение потребления комбикорма «Финиш» на 16,5 кг, конверсия корма составила 2,24 кг / кг ж. м. в сравнении с группой «контроль». Потребление комбикорма в группе «контроль» за указанный период составило 726,424 кг, конверсия была самой высокой (2,33 кг / кг ж. м.), что может быть связано с дисбалансом в генетической потребности организма в питательных веществах и недостаточной метаболической функцией печени.

В общем, за весь период выращивания (42 дня) потребление комбикорма самым низким было во 2-й опытной группе, что составило 1195,296 кг, это может быть связано с меньшей сохранностью. В 1-й опытной группе потребление корма было 1205,065 кг, что ниже, чем в группе «контроль» (1213,559 кг), при одинаковой

⁸ Спецификации рационов корма Ross. Режим доступа: https://ru.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/RUS_TechDocs/Ross-BroilerNutritionSpecifications2022-RU.pdf (дата обращения: 21.03.2023).

Таблица 2. Динамика потребления корма, конверсия и сохранность
Table 2. Feed consumption dynamics, conversion and preservation

Рацион	Живая масса по группам, средняя, день/кг				Съедено корма, кг	Прирост по группе, кг	Конверсия, кг/кг	Сохранность по группам, %
	0	14	28	42				
Контроль	0,042 ± 0,11	0,492 ± 3,7	1,702 ± 13,9	3,068 ± 25,6	1213,559	704,79	1,72	97,08
1-я опытная	0,042 ± 0,12	0,481 ± 3,8	1,644 ± 15,3	3,126 ± 29,0	1205,065	718,38	1,68	97,08
2-я опытная	0,042 ± 0,12	0,490 ± 3,7	1,669 ± 15,4	3,084 ± 30,9	1195,296	705,45	1,70	96,7

сохранности. Конверсия корма была самой низкой в 1-й опытной группе (1,68 кг / кг ж. м.) за счет высокой энергии основного рациона, что ниже на 0,04 кг / кг ж. м. в сравнении с группой «контроль» и ниже на 0,02 кг / кг ж. м. в сравнении со 2-й опытной.

Сохранность за период 0–14 дней во всех трех группах составила 100%. Сохранность с 14-го по 28-й день во всех группах была одинаковая (98,75%) (пали по четыре головы). Сохранность с 28-го по 42-й день в группах «контроль» и 1-я опытная составила по 98,31% (пало по три головы в каждой группе), во 2-й опытной группе — 97,9% (падеж — четыре головы).

Биохимические исследования крови дают объективные данные о физиологическом состоянии живого организма, поддерживаемом гомеостазе и уровне напряженности обменных процессов, протекающих в нем, так как показатели системы крови первыми реагируют на изменения от эндо- и экзогенных факторов внешней среды, в том числе и от условий кормления (табл. 3).

Общий белок крови, глобулиновые и альбуминовые фракции служат не только переносчиками некоторых питательных веществ, но и создают запасной буфер, реагирующий на изменения в обмене веществ, так как тесно связаны с органами и тканями тела.

Из таблицы 3 видно, что показатели крови — альбумины и продукт распада белка (мочевина) — во всех трех группах были одинаковыми, то есть в пределах погрешности определений. Альбуминовая фракция белка используется в основном как резервная фракция аминокислот, формирует и поддерживает осмотическое давление крови. Глобулиновая фракция белка служит маркером наличия высокого уровня иммунных антител и может переносить значительную часть микроэлементов, карбоновых кислот и моноглицеридов. Снижение содержания глобулиновой фракции белка в 1-й опытной группе в сравнении с незначительными

расхождениями в группе «контроль» и со 2-й опытной группой может свидетельствовать о дегенеративных процессах в печени, патологии поджелудочной железы, снижении иммунитета, хронических инфекционных процессах, недостатком отдельных витаминов группы В. Наибольшее соотношение коэффициента глобулиновой фракции к альбуминовой, равного 1,635, во 2-й опытной группе может свидетельствовать о более интенсивном анаболическом процессе, повышенном иммунном статусе и более интенсивном транспорте моноглицеридов карбоновых кислот. Низкие показатели АЛТ $3,83 \pm 1,87$ ед/л и АСТ $709,5 \pm 99,13$ ед/л в 1-й опытной группе могут указывать на дегенеративные процессы вследствие токсического воздействия антибиотиков и кокцидиостатиков на печень и поджелудочную железу.

Содержание глюкозы и креатинина в крови отражает уровень энергообмена в мышцах и других тканях организма. Показатель содержания креатинина в группе «контроль» был максимальным ($17,98 \pm 2,13$ ммоль/л), а глюкозы — наименьшим, то есть $12,1 \pm 1,41$ ммоль/л,

Таблица 4. Экономическая эффективность применения продукта «Кальцифид Чикен»
Table 4. Economic efficiency of the use of the «Calcifid Chicken»

Показатели	Группа		
	контроль	1-я опытная	2-я опытная
Исходная информация			
Поголовье при посадке, гол.	240	240	240
Поголовье на финише, гол.	233	233	232
Живая масса одной головы в 42-й день, кг	3,068	3,126	3,084
Доходы			
Получено живой массы, кг	714,8	728,4	715,5
Стоимость 1 кг живой массы, руб/кг	100	100	100
Доход, тыс. руб.	71,480	72,84	71,55
Расходы			
Суточный цыпленок (35 руб/гол), тыс. руб.	8,40	8,40	8,40
Съедено кормов, «Старт», кг	106,363	105,226	109,026
Стоимость, тыс. руб / т	43,12	43,48	43,27
Съедено корма, «Рост», кг	380,772	371,554	376,401
Стоимость, тыс. руб / т	38,24	38,6	38,39
Съедено корма, «Финиш», кг	726,424	728,285	709,869
Стоимость, тыс. руб / т	33,925	34,285	34,075
Съедено корма всего, кг	1213,559	1205,065	1195,296
Итого затраты на корма, тыс. руб.	43,79	43,89	43,36
Затраты на антибиотики и кокцидиостатики (2,69 руб/гол), тыс. руб.	0,646	0,646	0
Вакцины (0,9 руб/гол), тыс. руб.	0,216	0,216	0,216
«Кальцифид Чикен», тыс. руб.	0	0,289	0,286
Обслуживание (10 руб/гол), тыс. руб.	2,400	2,400	2,400
Итого затраты, тыс. руб.	55,5	55,789	54,686
Чистая прибыль, тыс. руб.	15,98	17,051	16,864
Рентабельность, %	28,79	30,56	30,84
Дополнительная чистая прибыль тыс. руб / 1000 гол	0	4,463	3,684

Таблица 3. Морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров
Table 3. Morphological and biochemical parameters of broiler chicken blood

Показатель	Группа		
	контроль	1-я опытная	2-я опытная
Общий белок, г/л	43,25 ± 2,9	42,6 ± 3,0	43,92 ± 2,3
Глобулины, г/л	26,55 ± 0,87	26,05 ± 0,93	27,13 ± 0,88
Альбумины, г/л	16,5 ± 0,81	16,35 ± 0,51	16,59 ± 1,09
Мочевина, ммоль/л	1,02 ± 0,12	1,07 ± 0,21	1,08 ± 0,04
Кальций, ммоль/л	3,28 ± 0,14	3,42 ± 0,06	3,39 ± 0,13
Фосфор, ммоль/л	2,74 ± 0,26	2,77 ± 0,18	2,50 ± 0,31
Глюкоза, ммоль/л	12,1 ± 1,41	12,22 ± 0,92	13,15 ± 1,01
Креатинин, ммоль/л	17,98 ± 2,13	17,62 ± 2,43	17,1 ± 2,24
Билирубин общий, ммоль/л	8,28 ± 1,54	5,03 ± 2,63	5,27 ± 2,13
ЛДГ, ед/л	1428,33 ± 183,21	1626,83 ± 184,39	1724 ± 175,13
АЛТ, ед/л	4,33 ± 1,3	3,83 ± 1,87	4,5 ± 1,51
АСТ, ед/л	901,67 ± 91,8	709,5 ± 99,13	837,6 ± 86,3

в сравнении с группами 1-я опытная и 2-я опытная, что указывает на большую подверженность стрессу и недостаточную энергообеспеченность мышечных тканей.

Показатель «билирубин общий» в группе «контроль» выше, чем в 1-й опытной, на 3,25 ммоль/л, и выше, чем во 2-й опытной, на 3,01 ммоль/л. Высокий уровень билирубина ($8,28 \pm 1,54$ ммоль/л), АСТ ($901,67 \pm 91,8$ ммоль/л) и низкий уровень ЛДГ ($428,33 \pm 183,21$ ммоль/л), глюкозы ($12,1 \pm 1,41$ ммоль/л) в группе «контроль» в сравнении с группами 1-я опытная и 2-я опытная указывает на хронические дегенеративные процессы в клетках печени, снижение иммунитета.

Введение в рацион новых кормовых добавок приводит к увеличению их стоимости. Немаловажную роль от их применения имеет экономический эффект (табл. 4).

Использование кальциевых солей короткоцепочечных жирных кислот продукта «Кальцифид Чикен» в комбикормах цыплят-бройлеров за весь период выращивания способствовало дополнительной прибыли в денежном выражении: в 1-й опытной группе — 4463 руб / 1000 гол, во 2-й опытной группе — 3684 руб / 1000 гол в сравнении с группой «контроль».

Выводы/Conclusion

По результатам исследования установлено, что применение кальциевых солей короткоцепочечных жирных кислот экспериментального продукта «Кальцифид Чикен» при норме ввода 1,5 кг/т комбикорма способствует снижению потребления корма и конверсии, улучшению показателей крови, повышению рентабельности в технологиях откорма цыплят-бройлеров.

Несмотря на то, что прибыль в 1-й опытной группе с повышенной ОЭ в комбикорме составила 4463 руб / 1000 гол, результаты 2-й опытной группы (но с выровненной ОЭ в комбикорме с группой «контроль») позволили получить дополнительную прибыль 3684 руб / 1000 гол, что является более перспективным, так как позволяет при увеличении прибыли (в сравнении с группой «контроль») выращивать продукцию с меньшим воздействием на здоровье животного.

Важно отметить, что при совместном использовании антибактериальных средств с кальциевыми солями жирных кислот продукта «Кальцифид Чикен» было отмечено снижение конверсии, получены дополнительный привес в живой массе цыплят-бройлеров и прибыль. Сохранность птицы с группой «контроль» была одинаковой.

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 выполнено за счет средств ООО «КРЦ «ЭФКО-Каскад»

FUNDING:

The research was carried out at the expense of «KRC «EFKO-Kaskad»» LLC

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Lin J., Hunkapiller A.A., Layton A.C., Chang Y.-J., Robbins K.R. Response of intestinal microbiota to antibiotic growth promoters in chickens. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2013; 10(4): 331–337. <https://doi.org/10.1089/fpd.2012.1348>
- Emborg H.-D., Ersbøll A.K., Heuer O.E., Wegener H.C. The effect of discontinuing the use of antimicrobial growth promoters on the productivity in the Danish broiler production. *Preventive Veterinary Medicine*. 2001; 50(1–2): 53–70. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(01\)00218-5](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(01)00218-5)
- Кисиль О.В., Габриэлян Н.И., Малеев В.В. Устойчивость к антибиотикам: что можно сделать? *Терапевтический архив*. 2023; 95(1): 90–95. <https://doi.org/10.26442/00403660.2023.01.202040>
- Young I., Rajić A., Wilhelm B.J., Waddell L., Parker S., McEwen S.A. Comparison of the prevalence of bacterial enteropathogens, potentially zoonotic bacteria and bacterial resistance to antimicrobials in organic and conventional poultry, swine and beef production: a systematic review and meta-analysis. *Epidemiology & Infection*. 2009; 137(9): 1217–1232. <https://doi.org/10.1017/S0950268809002635>
- Таринская Т.А., Гамко Л.Н. Эффективность применения подкислителей воды в разные периоды выращивания цыплят-бройлеров. *Аграрная наука*. 2018; (10): 23–24. <https://doi.org/10.3263/0869-8155-2018-319-10-23-24>
- Hansen C.F., Riis A.L., Bresson S., Højbjerg O., Jensen B.B. Feeding organic acids enhances the barrier function against pathogenic bacteria of the piglet stomach. *Livestock Science*. *Livestock Science*. 2007; 108(1–3): 206–209. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.01.059>
- Anadón A., Ares I., Martínez-Larrañaga M.R., Martínez M.A. Prebiotics and Probiotics in Feed and Animal Health. Gupta R.C., Srivastava A., Lall R. (eds.). *Nutraceuticals in Veterinary Medicine*. Cham: Springer. 2019; 261–285. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04624-8_19
- Панин А.Н., Малик Н.И. Пробиотики — неотъемлемый компонент рационального кормления животных. *Ветеринария*. 2006; (7): 11–22. <https://elibrary.ru/hugsnz>
- Алимкин Ю. Пробиотики вместо антибиотиков — это реально. *Птицеводство*. 2005; (2): 15. <https://elibrary.ru/obsbqt>
- Hoseinifar S.H., Sun Y.-Z., Wang A., Zhou Z. Probiotics as Means of Diseases Control in Aquaculture, a Review of Current Knowledge and Future Perspectives. *Frontiers in Microbiology*. 2018; 9: 2429. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02429>
- Селиванова Ю.А. Широкий спектр фитонцидов — максимальная функциональность фитобиотика. *Птицеводство*. 2018; (1): 37–40. <https://elibrary.ru/yqnnge>

REFERENCES

- Lin J., Hunkapiller A.A., Layton A.C., Chang Y.-J., Robbins K.R. Response of intestinal microbiota to antibiotic growth promoters in chickens. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2013; 10(4): 331–337. <https://doi.org/10.1089/fpd.2012.1348>
- Emborg H.-D., Ersbøll A.K., Heuer O.E., Wegener H.C. The effect of discontinuing the use of antimicrobial growth promoters on the productivity in the Danish broiler production. *Preventive Veterinary Medicine*. 2001; 50(1–2): 53–70. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(01\)00218-5](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(01)00218-5)
- Kisil O.V., Gabrielyan N.I., Maleev V.V. Antibiotic resistance: what can be done? A review. *Therapeutic archive*. 2023; 95(1): 90–95 (In Russian). <https://doi.org/10.26442/00403660.2023.01.202040>
- Young I., Rajić A., Wilhelm B.J., Waddell L., Parker S., McEwen S.A. Comparison of the prevalence of bacterial enteropathogens, potentially zoonotic bacteria and bacterial resistance to antimicrobials in organic and conventional poultry, swine and beef production: a systematic review and meta-analysis. *Epidemiology & Infection*. 2009; 137(9): 1217–1232. <https://doi.org/10.1017/S0950268809002635>
- Tarin'skaya 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://doi.org/10.3263/0869-8155-2018-319-10-23-24>
- Hansen C.F., Riis A.L., Bresson S., Højbjerg O., Jensen B.B. Feeding organic acids enhances the barrier function against pathogenic bacteria of the piglet stomach. *Livestock Science*. *Livestock Science*. 2007; 108(1–3): 206–209. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.01.059>
- Anadón A., Ares I., Martínez-Larrañaga M.R., Martínez M.A. Prebiotics and Probiotics in Feed and Animal Health. Gupta R.C., Srivastava A., Lall R. (eds.). *Nutraceuticals in Veterinary Medicine*. Cham: Springer. 2019; 261–285. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04624-8_19
- Panin A.N., Malik N.I. Probiotics are an integral component of rational animal feeding. *Veterinary medicine*. 2006; (7): 11–22 (In Russian). <https://elibrary.ru/hugsnz>
- Alimkin Y. Probiotics instead of antibiotics is real. *Ptisevodstvo*. 2005; (2): 15 (In Russian). <https://elibrary.ru/obsbqt>
- Hoseinifar S.H., Sun Y.-Z., Wang A., Zhou Z. Probiotics as Means of Diseases Control in Aquaculture, a Review of Current Knowledge and Future Perspectives. *Frontiers in Microbiology*. 2018; 9: 2429. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02429>
- Selivanova Y.A. A wide range of phytoncides is the maximum functionality of a phytobiotic. *Ptisevodstvo*. 2018; (1): 37–40 (In Russian). <https://elibrary.ru/yqnnge>

12. Nazzaro F., Frantianni F., De Marino L., Coppala R., De Feo V. Effect of essential oils on pathogenic bacteria. *Pharmaceuticals*. 2013; 6(12): 1451–1474. <https://doi.org/10.3390/ph6121451>
13. Zeitz J.O., Fennhoff J., Kluge H., Stangl G.I., Eder K. Effects of dietary fats rich in lauric and myristic acid on performance, intestinal morphology, gut microbes, and meat quality in broilers. *Poultry Science*. 2015; 94(10): 2404–2413. <https://doi.org/10.3382/ps/pev191>
14. Huyghebaert G., Ducatelle R., Van Immerseel F. An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. *The Veterinary Journal*. 2011; 187(2): 182–188. <https://doi.org/10.1016/J.TVJL.2010.03.003>
15. Бодрякова М.А. и др. Определение антибактериальной активности новых веществ из ряда амидов жирных кислот. *Ветеринарная патология*. 2014; (1): 55–60. <https://elibrary.ru/sicxpn>
16. Fortuoso B.F. et al. Glycerol monolaurate in the diet of broiler chickens replacing conventional antimicrobials: Impact on health, performance and meat quality. *Microbial pathogenesis*. 2019; 129: 161–167. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.02.005>
17. Cochrane R.A. et al. Evaluating the Inclusion Level of Medium Chain Fatty Acids to Reduce the Risk of Porcine Epidemic Diarrhea Virus in Complete Feed and Spray-Dried Animal Plasma. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*. 2016; 2(8): 2. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.1279>
18. Gebhardt J.T. et al. Effect of dietary medium-chain fatty acids on nursery pig growth performance, fecal microbial composition, and mitigation properties against porcine epidemic diarrhea virus following storage. *Journal of Animal Science*. 2020; 98(1): skz358. <https://doi.org/10.1093/jas/skz358>
12. Nazzaro F., Frantianni F., De Marino L., Coppala R., De Feo V. Effect of essential oils on pathogenic bacteria. *Pharmaceuticals*. 2013; 6(12): 1451–1474. <https://doi.org/10.3390/ph6121451>
13. Zeitz J.O., Fennhoff J., Kluge H., Stangl G.I., Eder K. Effects of dietary fats rich in lauric and myristic acid on performance, intestinal morphology, gut microbes, and meat quality in broilers. *Poultry Science*. 2015; 94(10): 2404–2413. <https://doi.org/10.3382/ps/pev191>
14. Huyghebaert G., Ducatelle R., Van Immerseel F. An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. *The Veterinary Journal*. 2011; 187(2): 182–188. <https://doi.org/10.1016/J.TVJL.2010.03.003>
15. Bodryakova M.A. et al. Determination of antibacterial activity of new agents from fatty acid amides series. *Veterinary Pathology*. 2014; (1): 55–60 (In Russian). <https://elibrary.ru/sicxpn>
16. Fortuoso B.F. et al. Glycerol monolaurate in the diet of broiler chickens replacing conventional antimicrobials: Impact on health, performance and meat quality. *Microbial pathogenesis*. 2019; 129: 161–167. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.02.005>
17. Cochrane R.A. et al. Evaluating the Inclusion Level of Medium Chain Fatty Acids to Reduce the Risk of Porcine Epidemic Diarrhea Virus in Complete Feed and Spray-Dried Animal Plasma. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*. 2016; 2(8): 2. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.1279>
18. Gebhardt J.T. et al. Effect of dietary medium-chain fatty acids on nursery pig growth performance, fecal microbial composition, and mitigation properties against porcine epidemic diarrhea virus following storage. *Journal of Animal Science*. 2020; 98(1): skz358. <https://doi.org/10.1093/jas/skz358>

ОБ АВТОРАХ:

Сергей Анатольевич Кудинов,
инженер-технолог,
ООО «КРЦ «ЭФКО-Каскад»»,
ул. Фрунзе, д. 4, Алексеевка, Белгородская обл., 309850, Россия
s.a.kudinov@efko.ru
89092089913

Михаил Иванович Хохлов,
директор,
ООО «КРЦ «ЭФКО-Каскад»»,
ул. Фрунзе, д. 4, Алексеевка, Белгородская обл., 309850, Россия

Иван Александрович Кошчаев,
кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель
кафедры технологии производства и переработки
сельскохозяйственной продукции,
Белгородский государственный аграрный университет,
ул. Вавилова, д. 1, пос. Майский, Белгородская обл., 308503,
Россия
koshchaev@yandex.ru
Тел. 8(952) 422-80-15

ABOUT THE AUTHORS:

Sergey Anatoliyevich Kudinov,
Engineer-Technologist,
«KRC «EFKO-Kaskad»» LLC,
4 Frunze str., Alekseevka, Belgorod region, 309850, Russia
s.a.kudinov@efko.ru
89092089913

Mikhail Ivanovich Hohlov,
Director,
«KRC «EFKO-Kaskad»» LLC,
4 Frunze str., Alekseevka, Belgorod region, 309850, Russia

Ivan Aleksandrovich Koshchaev,
Candidate of Agricultural Sciences, senior lecturer of the Department
of technology of production and processing of agricultural products,
Belgorod State Agricultural University,
1 Vavilova str., village Maisky, Belgorod region, 308503, Russia
koshchaev@yandex.ru
Tel. 8(952) 422-80-15

УДК 633:375:633.2

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-71-75

А.Д. Капсамун, ✉
Е.Н. Павлючик,
Н.Н. Иванова

Почвенный институт им. В.В. Докучаева,
Москва, Россия

✉ 2016vniimz-noo@list.ru

Поступила в редакцию:

21.03.2023

Одобрена после рецензирования:

05.05.2023

Принята к публикации:

19.05.2023

Сравнительная оценка питательной ценности кормов из малораспространенных силосных культур

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Статья посвящена изучению питательной и энергетической ценности кормов из многолетних малораспространенных силосных культур — козлятника восточного и силфий пронзеннолистной, способов улучшения качества их силосуемости с использованием малозатратных способов консервирования.

Методы. Исследования проводились в 2019–2021 гг. на агрополигоне Губино ВНИИМЗ (Тверская обл.). Изучались высокопродуктивные силосные культуры: козлятник восточный свежескошенный; козлятник восточный плюс овсяница луговая (60:40%); козлятник восточный плюс силфия пронзеннолистной (60:40%); козлятник восточный слабoproвяленный; силфия пронзеннолистной; силфия пронзеннолистной плюс отава козлятника восточного (60:40%); кукуруза плюс отава козлятника восточного (60:40%); кукуруза (контроль). Площадь опыта — 6,1 га, размещение вариантов — рендомизированное, в три яруса, повторность трехкратная, использование двухукосное.

Результаты. Приготовление высококачественного силоса из многолетних малораспространенных силосных культур требует таких особых технологических приемов, как выбор фазы вегетации, в которой культура имеет оптимальное соотношение питательных веществ, использование углеводистых добавок, проявление массы. В ходе исследований в сравнительном аспекте проанализированы образцы силоса из всех вариантов культур и травосмесей. Установлено, что общее содержание органических кислот в силосе было высоким (1,68–3,22%). Во всех вариантах преобладало молочнокислое брожение, что обеспечило получение силоса 1-го класса. Наибольшая доля молочной кислоты (более 80%) приходится на силос из козлятника восточного, силфий пронзеннолистной и кукурузы. Концентрация обменной энергии была наибольшей в силосе из козлятника восточного (11,8 МДж/кг), смеси козлятника и овсяницы луговой (11,1 МДж/кг), силфий пронзеннолистной (10,9 МДж/кг) и совместном силосовании силфий с отавой козлятника (10,8 МДж/кг) сухого вещества (СВ) соответственно (значимость различий — $p < 0,05$).

Ключевые слова: высокопродуктивные силосные культуры, козлятник восточный, силфия пронзеннолистной, кукуруза, злаковые травы, силос, органические кислоты, молочная, уксусная, масляная, кормовая ценность

Для цитирования: Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н. Сравнительная оценка питательной ценности силосов из малораспространенных кормовых культур. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 71–75. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-71-75>

© Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-71-75

Andrey D. Kapsamun, ✉
Ekaterina N. Pavlyuchik,
Nadezhda N. Ivanova

Federal Research Centre
V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,
Moscow, Russia

✉ 2016vniimz-noo@list.ru

Received by the editorial office:

21.03.2023

Accepted in revised:

05.05.2023

Accepted for publication:

19.05.2023

Comparative assessment of the nutritional value of feed from rare silage crops

ABSTRACT

Relevance. The article is devoted to the study of the nutritional and energy value of feed from perennial rare silage crops — goat's rue eastern and pierced leaf silphium, ways to improve the quality of their silage using low-cost methods of conservation.

Methods. The research was carried out in 2019–2021 at the Gubino agricultural polygon of VNIIMZ (Tver region). Highly productive silage crops were studied: eastern goat, freshly mown eastern goat, plus meadow fescue (60:40%); eastern goat, plus pronzennolistnaya silfia (60:40%); eastern goat, slightly dried; pronzennolistnaya silfia; pronzennolistnaya silfia plus otava eastern goat (60:40%); corn plus from the eastern goat (60:40%); corn (control). The area of the experiment is 6.1 hectares, the placement of options is randomized, in three tiers, the repetition is three-fold, the use is two-axis.

Results. The preparation of high-quality silage from perennial, uncommon silage crops requires special technological methods: the choice of the vegetation phase in which the culture has the optimal ratio of nutrients, the use of carbohydrate additives, and wilting of the mass. In the course of the research, silage samples from all varieties of crops and grass mixtures were analyzed in a comparative aspect. It was found that the total content of organic acids in the silage was high (1.68–3.22%). Lactic acid fermentation prevailed in all variants, which ensured the production of silage of the 1st class. The largest share of lactic acid (more than 80%) falls on silage from the eastern goat, silfia pronzennolistnaya and corn. The concentration of the exchange energy was highest in the silage from the eastern goat (11.8 MJ/kg), a mixture of goat and meadow fescue (11.1 MJ/kg), silfia pronzennolistnaya (10.9 MJ/kg) and the joint silage of the silfia with the otava of the goat (10.8 MJ/kg) of dry matter (SV), respectively (the significance of the differences is $p < 0.05$).

Key words: highly productive silage crops, goat's rue eastern, silphium perforata, corn, cereal grasses, silage, organic acids, lactic, acetic, oil, fodder value

For citation: Kapsamun A.D., Pavlyuchik E.N., Ivanova N.N. Comparative assessment of the nutritional value of feed from rare silage crops. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 71–75 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-71-75>

© Kapsamun A.D., Pavlyuchik E.N., Ivanova N.N.

Введение / Introduction

Животноводство является одной из основных отраслей агропромышленного комплекса, развитие которой во многом определяет уровень потребления населением продовольствия, качество продуктов питания, состояние внутреннего рынка и в конечном итоге продовольственную безопасность страны. Известно, что продуктивность сельскохозяйственных животных зависит от многих факторов, но главным остается обеспеченность высококачественными кормами, которые должны содержать не менее 10,5–11,0 МДж ОЭ, 15–18% (злаки) и до 18–23% (бобовые) сырого протеина в СВ [1]. Корма такого качества можно получить из растительного сырья, обладающего ценными свойствами по концентрации обменной энергии и питательных веществ, при строгом соблюдении научно обоснованных агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур и приемов заготовки кормов (сроки скашивания растений, степень их провяливания, измельчения, уплотнения и герметизации массы) [2–4].

В кормовом балансе животноводства России 65–70% и более приходится на объемистые корма (сено, сенаж, силос, зеленые корма), остальная часть рациона — концентраты [4, 5]. При этом в валовом производстве объемистых кормов (по сбору кормовых единиц) особое место занимают многолетние травы, которые дают до 40% их объема [6].

В Нечерноземной зоне РФ большую часть осушенных земель занимают кормовые культуры, основу которых составляют многолетние травы. Научно-исследовательская работа, проведенная сотрудниками Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель (ВНИИМЗ) и другими исследователями, позволила разработать технологию возделывания кукурузы на силос [7–9].

В последние годы всё больше возрастает роль менее требовательных к теплу силосных культур, способных вегетировать при относительно низких положительных температурах и давать высокие урожаи за короткий вегетационный период. Среди таких культур выделяются козлятник восточный (*Gabega orientalis*) и сильфия пронзеннолистная (*Silphium perfoliatum* L.), отличающиеся многолетностью, высокой продуктивностью, хорошими кормовыми достоинствами зеленой массы и получаемых из них кормов [5, 6].

Сильфия пронзеннолистная может возделываться почти во всех почвенно-климатических зонах, но особенно благоприятны для нее условия Нечерноземья, поскольку она способна произрастать на почвах с повышенным увлажнением, с близким залеганием грунтовых вод, а также переносит продолжительное затопление (до 12–15 дней) [5]. Последнее качество делает эту культуру ценной для возделывания на осушаемых минеральных почвах, где часто бывают временные переувлажнения после таяния снега и обильных осадков.

Кроме того, возделывание сильфии пронзеннолистной и козлятника восточного на осушаемых землях позволяет получать ценную кормовую массу, повысить выход растительного белка с единицы площади и сбалансировать корма по переваримому протеину.

Цель работы — сравнительная оценка питательной ценности силосов, получаемых из этих малораспро-

страненных культур и их смесей с другими кормовыми культурами.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования проводились в 2019–2021 гг. на агрополигоне Губино ВНИИМЗ (ныне филиал ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева») в Тверской области.

Почва на опытном участке — дерново-подзолистая суглинистая, осушенная. Пахотный слой характеризуется следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} — 6,7, обеспеченность легкогидролизуемым азотом — 50,1 мг на 1 кг почвы, подвижным фосфором (P_2O_5) — 72,5–186,0 мг на 1 кг почвы, обменным калием (K_2O) — 58,0–140,5 мг на 1 кг почвы. Удельная масса почвы — 2,59 г/см³, междреннее расстояние регулирующей сети — 18–40 м, глубина закладки дерн — 0,8–1,1 м, содержание гумуса в почве — 1,4–1,9%, площадь опыта — 6,1 га. Размещение вариантов — рендомизированное, в три яруса, повторность трехкратная. Использование двухукосное. Наблюдения, учеты и измерения выполнялись с соблюдением требований к полевым опытам, принятым в кормопроизводстве, учет урожая зеленой массы и первый укос проводились 19–20 июля в фазе «бутонизация — начало цветения растений», второй укос (отава) осуществляли в III декаде сентября при обязательном проявлении зеленой массы до влажности 65–70% (на силос) и до 60–65% (на сенаж) с применением косилок-плющилок. Биомассу козлятника смешивали со злаковыми травами и сильфией пронзеннолистной (сахоросодержащими культурами) [4–6].

Изучались кормовые культуры: козлятник восточный (*Galega orientalis*), сильфия пронзеннолистная (*Silphium perfoliatum* L.), злаковые травы: овсяница луговая (*Festuca pratensis*), кукуруза (*Zea mays* L.).

Силосование кормовых культур осуществляли в следующих вариантах.

1. Козлятник восточный свежескошенный (100%).
2. Козлятник восточный плюс овсяница луговая (60:40%).
3. Козлятник восточный плюс сильфия пронзеннолистная (60:40%).
4. Козлятник восточный слабопроявленный (100%).
5. Сильфия пронзеннолистная (100%).
6. Сильфия пронзеннолистная плюс отава козлятника восточного (60:40%).
7. Кукуруза плюс отава козлятника восточного (60:40%).
8. Кукуруза (100%) (контроль).

Силосование массы из многолетних бобовых, злаковых трав и кукурузы проводилось в лабораторных условиях. Измельченную зеленую массу силосовали в банках объемом 3 л в течение 40 и 60 дней при хранении в темном помещении и постоянной температуре $t = 4^\circ C$ [10–12].

Силос оценивали по органолептическим показателям, активной кислотности, соотношению молочной, уксусной и масляной кислот (ГОСТ Р 55986-2014¹) и питательной ценности (ГОСТ 32933-2014², ГОСТ 31675-2012³, ГОСТ 32044.1-2012⁴).

Статистическая обработка результатов исследований проводилась по Плохинскому⁵. Статистический анализ предусматривал расчет среднего значения

¹ ГОСТ Р 55986-2014 Силос из кормовых растений. Общие технические условия.

² ГОСТ 32933-2014 Корма, комбикорма. Метод определения содержания сырой золы (ISO 5984:2002, MOD).

³ ГОСТ 31675-2012 Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации.

⁴ ГОСТ 32044.1-2012 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина (ISO 5983-1:2005, MOD).

⁵ Плохинский Н.А. Биометрия. М.: Изд-во МГУ. 1970; 342.

Таблица 1. Показатели качества силоса
Table 1. Silos quality indexes

Вариант	запах	Цвет	Влага, %	pH	Содержание кислот, %				Класс получаемого силоса
					всего кислот	молочной	уксусной	масляной	
Козлятник свежескошенный	слабокисл.	желто-зел.	86,00	5,10	1,99	1,35 ⁻ 67,84**	0,64 ⁻ 32,16**	–	1
Козлятник плюс овсяница луговая	уксуснокислый	темно-зел.	84,99	5,30	1,94	0,62 ⁺ 31,96**	1,01 ⁺ 52,06**	0,31 ⁺ 15,98**	1
Козлятник плюс сільфия пронзеннолистная	слабокисл.	темно-зел.	78,55	6,15	1,68	1,03 ⁺ 61,31**	0,65 ⁺ 38,69**	–	1
Козлятник слабопроявленный	слабокисл.	светло-корич.	72,95	6,60	2,93	2,21 ⁺ 75,43**	0,61 ⁺ 20,82**	0,11 ⁺ 3,75**	1
Сільфия пронзеннолистная	слабокисл.	темно-зел.	86,34	4,20	2,47	2,06 ⁺ 83,40**	0,41 ⁺ 16,60**	–	1
Сільфия плюс отава козлятника	слабокисл.	темно-зел.	85,31	3,80	3,18	2,80 ⁺ 88,05**	0,32 ⁺ 10,06**	0,06 ⁺ 1,89**	1
Кукуруза плюс отава козлятника	слабокисл.	темно-зел.	80,18	3,80	3,22	2,76 ⁺ 85,70**	0,33 ⁺ 10,20**	0,13 ⁺ 4,10**	1
Кукуруза	слабокисл.	темно-зел.	85,38	3,8	2,61	2,13 ⁺ 81,60**	0,48 ⁺ 18,40**	0	1

Примечание: * количество кислот в силосе, ** процент содержания кислоты от общего количества кислот в силосе

признака (X) и его стандартной ошибки (Sx). Значимость различий была установлена на уровне $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Проведенные наблюдения за развитием многолетних бобовых растений, в том числе малораспространенных, и травосмесей на их основе показали, что сроки наступления фаз развития определяются видовыми и сортовыми особенностями культур, а также складывающимися погодными условиями [5]. Получение высококачественного силоса из многолетних силосных культур основывается на выборе оптимальной фазы вегетации «бутонизация — начало цветения», в которой данные культуры имеют наилучший состав и соотношение питательных веществ при обязательном проявлении силосуемой массы и использовании углеводистых добавок.

Органолептические показатели, активная кислотность и соотношение молочной, уксусной и масляной кислот в получаемых силосах приведены в таблице 1. Из данных видно, что в процессе консервирования зеленой массы всех кормовых культур преимущественным было молочнокислое брожение.

Общее содержание органических кислот в силосе было довольно высоким (1,68–3,22%). Наибольшая доля молочной кислоты (более 80%) приходилась на полученный силос из кукурузы, кукурузы плюс отавы козлятника, сільфии пронзеннолистной — как в чистом виде, так и в смеси с отавой козлятника восточного.

При консервировании свежескошенной массы козлятника восточного в фазе «бутонизация — начало

цветения» (при влажности массы 86%) также преобладало молочнокислое брожение (67,84%). Был получен силос желто-зеленого цвета со слабокислым запахом. Структура растений в силосе сохранена (он был влажный). Содержание органических кислот составило 1,99%, при этом величина pH силоса была 5,1.

Добавление к силосуемой массе злакового компонента (овсяницы луговой) привело к сдвигу процесса в сторону уксуснокислого брожения, содержание уксусной кислоты составило 52,09%, молочной — 31,96%.

Следует отметить, что процесс силосования козлятника восточного прошел не в полной мере, уровень pH силоса был довольно высокий — 5,1–6,6 (табл. 1).

Сільфия пронзеннолистная обеспечила нормальный процесс силосования и получение доброкачественного корма 1-го класса с pH 4,2.

Результаты химического анализа силоса показывают, что силосуемые кормовые культуры (козлятник, сільфия и кукуруза) характеризовались относительно низким содержанием сухого вещества (14,0–27,05%) (табл. 2). Силос, полученный с участием козлятника восточного и его смесей с травами, выделяется по содержанию сырого протеина (более 15,19%). В силосе из кукурузы (контроль) содержание протеина было наименьшим, что связано с биологическими особенностями этой культуры, а в силосе из сільфии пронзеннолистной содержание сырого протеина было промежуточным.

Содержание сырой клетчатки в силосе из козлятника восточного возрастало при его предварительном проявлении, а также при использовании в силосуемой смеси злакового компонента. При силосовании

Таблица 2. Питательная ценность силоса
Table 2. Nutritional value of silage

Силосуемые культуры	СВ, %	Содержание питательных веществ (в % на абсолютно СВ)					Содержится в 1 кг СВ		Переваримый протеин на 1корм ед.
		Протеин		Сырая клетчатка	Зола	БЭВ	ОЭ, МДж	корм. ед.	
		сырой	переваримый						
Козлятник свежескошенный	14,00	16,44	12,21	24,30	9,80	46,76	11,80	0,98	124
Козлятник плюс овсяница луговая	15,01	15,19	11,54	25,80	8,70	48,01	11,10	0,93	124
Козлятник плюс сільфия пронзеннолистная	21,45	18,44	14,66	25,21	7,81	53,28	10,70	0,99	148
Козлятник слабопроявленный	27,05	15,64	11,89	29,60	9,80	42,46	9,90	0,81	147
Сільфия пронзеннолистная	13,64	12,68	9,23	25,90	12,30	46,42	10,90	0,90	102
Сільфия плюс отава козлятника	14,69	16,13	11,36	23,8	8,90	45,83	10,40	0,88	129
Кукуруза плюс отава козлятника	19,82	14,23	9,84	22,10	7,90	41,23	10,80	0,95	114
Кукурзуа (контроль)	14.62	8.55	5.56	26.10	6.9	47.13	10.0	0.82	68

сильфии этот показатель был на уровне контроля, в смеси сильфии с отавой козлятника восточного — уменьшался.

Концентрация обменной энергии в консервированных кормах различалась в зависимости от вида растительного сырья и способов силосования. Наибольшей она была в силосе из свежескошенного козлятника в чистом виде (при совместном силосовании козлятника восточного с овсяницей луговой и из сильфии пронзеннолистной) (10,9–11,8 МДж).

Характерной особенностью кукурузного силоса является несбалансированность корма по белку. На одну кормовую единицу приходится 68 г переваримого протеина (62% от нормы). Совместное силосование кукурузы с высокобелковыми культурами позволяет повысить содержание протеина до зоотехнических норм. При добавлении к массе кукурузы 40% отавы козлятника восточного количество переваримого протеина в расчете на одну кормовую единицу возросло до 114 г.

Внешние признаки силоса из свежескошенной массы козлятника восточного, скошенного в фазе «бутинизация — начало цветения», с внесением злакового компонента были несколько лучше, чем в силосе из свежескошенного козлятника. Силос имел хорошо сохранившуюся структуру, но буро-зеленый цвет указывал на возможность нежелательного направления развития микробиологических процессов.

В силосе из свежескошенной сильфии пронзеннолистной преобладал запах консервированных овощей и фруктов, цвет силоса был буро-зеленый, в силосе из сильфии с отавой козлятника восточного запах был фруктовый, а цвет силоса — желто-бурый.

Выводы / Conclusion

Концентрация обменной энергии в кормах различалась в зависимости от вида растительного сырья и способов силосования. Наибольшей она была в силосе из свежескошенного козлятника восточного — 11,8 МДж/кг СВ, смеси козлятника восточного и овсяницы луговой — 11,1 МДж/кг, сильфии пронзеннолистной в чистом виде — 10,9 МДж/кг и при совместном силосовании сильфии пронзеннолистной с отавой козлятника восточного — 10,8 МДж/кг СВ. При этом во всех перечисленных вариантах преобладало молочнокислое брожение, что обеспечило получение силоса 1-го класса.

Проявление козлятника восточного, учитывающее особенности продукционного процесса и технологические свойства зеленой массы, позволяет свести до минимума потери питательных веществ и заготовить силос высокого качества.

Совместное силосование кукурузы (60%) с высокобелковой культурой (отава козлятника восточного) (40%) позволяет повысить содержание протеина в силосе на 35%.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Материалы подготовлены при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель — филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального исследовательского центра «Почвенный институт имени В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ) (тема № 043920210001).

FUNDING:

The materials were prepared with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the State assignment of the All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands — branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Federal Research Center «V.V. Dokuchaev Soil Institute» (VNIIMZ) (No. 043920210001).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кутузова А.А., Шпаков А.С., Косолапов В.М., Тебердиев Д.М., Воловик В.Т. Состояние и перспективы развития кормопроизводства в Нечерноземной зоне РФ. *Кормопроизводство*. 2021; (2): 3–9. <https://elibrary.ru/ikjio1>
2. Kiryushin V.I. The Management of Soil Fertility and Productivity of Agroecosystems in Adaptive-Landscape Farming Systems. *Eurasian Soil Science*. 2019; 52(9): 1137–1145. <https://doi.org/10.1134/S1064229319070068>
3. Udén P. Fresh and ensiled forage plants-total composition, silage losses and the prediction of silage composition from the crop. *Grass and Forage Science*. 2018; 73(2): 420–431. <https://doi.org/10.1111/gfs.12328>
4. Кутузова А.А. и др. Агроэнергетическая эффективность усовершенствованных технологий и современных систем производства высококачественных объемистых кормов на луговых сенокосах в Нечерноземной зоне. *Кормопроизводство*. 2021; (7): 3–10. <https://elibrary.ru/satprc>
5. Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н. Многолетние бобовые травы на осушаемых землях Нечерноземья. Тверь: ТГУ. 2018; 178. ISBN: 978-5-7609-1388-3 <https://elibrary.ru/ynyspb>
6. Кутузова А.А., Проворная Е.Е., Цыбенко Н.С. Эффективность усовершенствованных технологий создания пастбищных травостоев с использованием новых сортов бобовых видов и агротехнических приемов. *Кормопроизводство*. 2019; (1): 7–11. <https://elibrary.ru/yusbzr>
7. Терещенко С.А., Мудрова Л.Д. Зависимость качества силоса от элементов технологии возделывания кукурузы (*Zea mays* L.). *Известия КГТУ*. 2019; 52: 133–142. <https://elibrary.ru/yvoafn>
8. Crevalari J.A. et al. Phenotypic correlation and path analysis between morphoagronomic and bromatological traits in corn hybrids for silage production. *Australian Journal of Crop Science*. 2020; 14(12): 1905–1912. <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.12.2721>

REFERENCES

1. Kutuzova A.A., Shpakov A.S., Kosolapov V.M., Teberdiev D.M., Volovik V.T. Current state and potential of forage production in the Non-Chernozem region. *Kormoproizvodstvo*. 2021; (2): 3–9 (In Russian). <https://elibrary.ru/ikjio1>
2. Kiryushin V.I. The Management of Soil Fertility and Productivity of Agroecosystems in Adaptive-Landscape Farming Systems. *Eurasian Soil Science*. 2019; 52(9): 1137–1145. <https://doi.org/10.1134/S1064229319070068>
3. Udén P. Fresh and ensiled forage plants-total composition, silage losses and the prediction of silage composition from the crop. *Grass and Forage Science*. 2018; 73(2): 420–431. <https://doi.org/10.1111/gfs.12328>
4. Kutuzova A.A. et al. Energy efficiency of improved technologies and modern systems of bulk feed production of high quality on haylands of the Non-Chernozem region. *Kormoproizvodstvo*. 2021; (7): 3–10 (In Russian). <https://elibrary.ru/satprc>
5. Kapsamun A.D., Pavlyuchik E.N., Ivanova N.N. Perennial leguminous grasses on drained lands of the Non-Chernozem Region. Tver: Tver State University. 2018; 178 (In Russian). ISBN: 978-5-7609-1388-3 <https://elibrary.ru/ynyspb>
6. Kutuzova A.A., Provornaya E.E., Tsybenko N.S. Pasture ecosystems of new legume varieties as affected by improved cultivation methods. *Kormoproizvodstvo*. 2019; (1): 7–11 (In Russian). <https://elibrary.ru/yusbzr>
7. Tereschenko S.A., Mudrova L.D. Dependence of silage quality on the elements of maize (*Zea mays* L.) cultivation technology. *KSTU News*. 2019; 52: 133–142 (In Russian). <https://elibrary.ru/yvoafn>
8. Crevalari J.A. et al. Phenotypic correlation and path analysis between morphoagronomic and bromatological traits in corn hybrids for silage production. *Australian Journal of Crop Science*. 2020; 14(12): 1905–1912. <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.12.2721>

9. Lou F. *et al.* Selection of suitable silage maize varieties in the Bijie region based on yield, agronomic and nutritional evaluation. *Acta Prataculturae Sinica*. 2020; 29(6): 214–224. (На кит. яз.) <https://doi.org/10.11686/cyxb2019485>

10. Косолапов В.М., Бондарев В.А., Ахламов Ю.Д., Насонова Н.П., Георгиади Н.И. (ред.). Проведение опытов по консервированию и хранению объемистых кормов. Методические рекомендации. Москва: *РЦСК*. 2008; 67. <https://elibrary.ru/oizwvk>

11. Косолапов В.М., Бондарев В.А., Клименко В.П. Перспективные технологии приготовления качественных объемистых кормов из трав. *Аграрная наука*. 2010; (8): 20–23. <https://elibrary.ru/mvcrst>

12. Бондарев В.А., Косолапов В.М., Клименко В.П., Кричевский А.Н. Приготовление силоса и сенажа с применением отечественных биологических препаратов. Москва: *ВНИИ кормов им. В.П. Вильямса*. 2016; 212. <https://elibrary.ru/xkppqv>

9. Lou F. *et al.* Selection of suitable silage maize varieties in the Bijie region based on yield, agronomic and nutritional evaluation. *Acta Prataculturae Sinica*. 2020; 29(6): 214–224 (In Chinese). <https://doi.org/10.11686/cyxb2019485>

10. Kosolapov V.M., Bondarev V.A., Akhlov Yu.D., Nasonova N.P., Georgiadi N.I. (eds.). Conducting experiments on the conservation and storage of bulky feed. Methodological recommendations. Moscow: *Russian center for agricultural consulting*. 2008; 67 (In Russian). <https://elibrary.ru/oizwvk>

11. Kosolapov V.M., Bondarev V.A., Klimenko V.P. Perspective technologies for preparing a qualitative bulk food from grass. *Agrarian science*. 2010; (8): 20–23 (In Russian). <https://elibrary.ru/mvcrst>

12. Bondarev V.A., Kosolapov V.M., Klimenko V.P., Krichevsky A.N. Preparation of silage and haylage using domestic biological preparations. Moscow: *All-Russian Williams Fodder Research Institute*. 2016; 212 (In Russian). <https://elibrary.ru/xkppqv>

ОБ АВТОРАХ:

Андрей Дмитриевич Капсамун,

доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией луговых агроценозов отдела мелиоративного земледелия, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Пыжевский пер., д. 7, стр. 2, Москва, 119017, Россия
2016vniimz-noo@list.ru
<http://orcid.org/0000-0002-3639-8490>

Екатерина Николаевна Павлючик,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории луговых агроценозов отдела мелиоративного земледелия, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Пыжевский пер., д. 7, стр. 2, Москва, 119017, Россия
2016vniimz-noo@list.ru
<http://orcid.org/0000-0001-5989-6065>

Надежда Николаевна Иванова,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории луговых агроценозов отдела мелиоративного земледелия, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Пыжевский пер., д. 7, стр. 2, Москва, 119017, Россия
2016vniimz-noo@list.ru
<http://orcid.org/0000-0001-6923-5180>

ABOUT THE AUTHORS:

Andrei Dmitrievich Kapsamun,

Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Meadow Agrocenoses of the Department of Reclamation Agriculture, V.V. Dokuchaev Soil Institute, 7 Pyzhevsky Lane, building 2, Moscow, 119017, Russia
2016vniimz-noo@list.ru
<http://orcid.org/0000-0002-3639-8490>

Ekaterina Nikolaevna Pavlyuchik,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Meadow Agrocenoses of the Department of Ameliorative Agriculture, Federal Research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, 7 Pyzhevsky Lane, building 2, Moscow, 119017, Russia
2016vniimz-noo@list.ru
<http://orcid.org/0000-0001-5989-6065>

Nadezhda Nikolaevna Ivanova,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Meadow Agrocenoses of the Department of Reclamation Agriculture, V.V. Dokuchaev Soil Institute, 7 Pyzhevsky Lane, building 2, Moscow, 119017, Russia
2016vniimz-noo@list.ru
<http://orcid.org/0000-0001-6923-5180>

Л.А. Гречушкина-Сухорукова

Северо-Кавказский федеральный
научный аграрный центр, Михайловск,
Ставропольский край, Россия

✉ grechushkina@mail.ru

Поступила в редакцию:
13.01.2023

Одобрена после рецензирования:
05.05.2023

Принята к публикации:
19.05.2023

Research article

 creative commons

Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-76-80

Lyudmila A. Grechushkina-Sukhorukova

North Caucasus Federal Agrarian
Research Center, Mikhaylovsk, Stavropol
Territory, Russia

✉ grechushkina@mail.ru

Received by the editorial office:
13.01.2023

Accepted in revised:
05.05.2023

Accepted for publication:
19.05.2023

Перспективный ассортимент и интродукция декоративных злаков в степной зоне

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В современных декоративных садах и объектах озеленения постоянно расширяется ассортимент орнаментальных злаков. Их высаживают в рокариях, каменистых садах, используют для устройства миксбордеров, живых изгородей, украшения берегов водоемов.

Цели работы — разработка и расширение ассортимента орнаментальных злаков, обладающих высокой декоративностью, интродукционной устойчивостью и перспективностью для использования в декоративном садоводстве края.

Методы. Проводились морфобиологические исследования. Оценивалась интродукционная устойчивость к комплексу экологических факторов — зимостойкость и морозоустойчивость, засухоустойчивость, степень поражения болезнями и вредителями. Учитывались время и продолжительность декоративного состояния, дана оценка перспективности.

Результаты. Исследованы 17 культиваров теплосезонных декоративных злаков, относящихся к *Panicum* L., *Chasmanthium* Link, *Imperata* Cirillo, и холодносезонных — *Sesleria* Scop., *Calamagrostis* Adans., *Festuca* L., *Leymus* Hochst., *Phalaris* L., *Deschampsia* (L.) P. Beauv. Изученные растения, согласно шкале интродукционной устойчивости, отнесены к группе устойчивых растений. Отличаются зимостойкостью и засухоустойчивостью, не повреждаются болезнями и вредителями. Сохранили природный габитус и жизненную форму, способность к прохождению полного цикла развития побегов, природные ритмы онтогенеза, хорошо размножаются вегетативным путем. Проявляют стабильное декоративное состояние в течение длительного срока — от 64 до 180 дней. Отнесены к группе перспективных растений. По способам использования в озеленении исследованные злаки принадлежат к разным группам (низкорослым, среднерослым и высокорослым) и выполняют различные ролевые задачи. Могут быть рекомендованы для использования в озеленении края.

Ключевые слова: орнаментальные злаки, ассортимент, интродукция, озеленение, декоративное состояние, интродукционная устойчивость, перспективность

Для цитирования: Гречушкина-Сухорукова Л.А. Перспективный ассортимент и интродукция декоративных злаков в степной зоне. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 76–80, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-76-80>

© Гречушкина-Сухорукова Л.А.

Promising range and introduction of ornamental grasses in the steppe zone

ABSTRACT

Relevance. In modern ornamental gardens and landscaping objects, the range of ornamental cereals is constantly expanding. They are planted in rockeries, rocky gardens, used for arranging mixborders, hedges, decorating the banks of reservoirs.

The aim of our work was to develop and expand the range of ornamental grasses that are highly decorative, introductory resistance and promising for use in the region's ornamental horticulture.

Methods. We have carried out morph-biological studies. Introductory resistance to a complex of bioecological factors was assessed — the degree of damage by diseases and pests, winter hardiness and frost resistance, drought resistance. We took into account the decorative state. The assessment of prospects is given.

Results. 17 cultivars of warm-season ornamental cereals belonging to *Panicum* L., *Chasmanthium* Link, *Imperata* Cirillo, and cold-season — *Sesleria* Scop., *Calamagrostis* Adans., *Festuca* L., *Leymus* Hochst., *Phalaris* L., *Deschampsia* (L.) P. Beauv were studied. The studied plants, according to the scale of introduction resistance, are assigned to the group of resistant plants. They differ in winter, frost and drought resistance, are not damaged by diseases and pests. They have preserved their natural habitus and vital form, the ability to undergo a full cycle of shoot development, the natural rhythms of ontogenesis, reproduce well vegetatively. They exhibit a stable decorative condition for a long time — from 64 to 180 days. They are assigned to the group of promising plants. According to the methods of use in gardening, the studied cereals belong to different groups (short, medium-sized and tall) and perform various role tasks. They can be recommended for use in landscaping the edge.

Key words: ornamental cereals, assortment, introduction, landscaping, decorative state, introduction resistance, prospects

For citation: Grechushkina-Sukhorukova L.A. Promising range and introduction of ornamental grasses in the steppe zone. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 76–80 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-76-80>.

© Grechushkina-Sukhorukova L.A.

Введение / Introduction

Орнаментальные злаки благодаря разнообразию форм, окрасок и декоративности в течение всего сезона широко используются в дизайне современных садов для украшения берегов водоемов, устройства живых изгородей, каменистых садов, рокариев, миксбордеров, в качестве солитеров на газоне. Наряду с холодоустойчивыми многолетниками, они выступают как структурообразующий компонент в декоративных садах новой волны Пита Удольфа, устроенных в стиле *Naturgarden* [1–3]. Благодаря большой интродукционной работе в ботанических садах расширяется региональный ассортимент декоративных злаков, используемых в современном ландшафтном дизайне [4–6]. В Ставропольском ботаническом саду исследуются виды и культивары как теплосезонных декоративных злаков *Miscanthus Anderss.*, *Arundo L.*, *Panicum L.*, *Chasmanthium Link*, *Imperata Cirillo*, *Erianthus Michx.*, *Spartina Schreb.*, так и холодосезонных — *Sesleria Scop.*, *Calamagrostis Adans.*, *Festuca L.*, *Leymus Hochst.*, *Phalaris L.*, *Deschampsia (L.) P. Beauv.*, *Melica L.*, *Phragmites Adans.* [7].

Цели работы — разработка и расширение ассортимента орнаментальных злаков, обладающих высокой декоративностью, интродукционной устойчивостью и перспективностью для использования в декоративном садоводстве края.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Работа выполнена на базе интродукционной генетической коллекции декоративных злаков и осок ЦКП Ставропольского ботанического сада, которая насчитывает 89 образцов, включающих 48 видов и 57 сортов, и расположена на опытном участке сада — 640–660 м над уровнем моря, III зона неустойчивого увлажнения (ГТК = 1,00–1,09), среднегодовая температура — 9,7–11,0 °C, самый холодный месяц — январь (–4,9 °C), самый теплый — июль (19,6 °C), абсолютный температурный минимум — –31 °C, абсолютный максимум температуры отмечен в августе (+39,7 °C). Среднегодовое количество осадков — 633–720 мм. Сумма температур выше 10 °C — 3300–3650 °C. Объектами интродукционных испытаний 2020–2022 гг. были 17 культиваров декоративных злаков *Sesleria*, *Calamagrostis*, *Festuca*, *Leymus*, *Phalaris*, *Deschampsia*, *Panicum*, *Chasmanthium*, *Imperata*. Исследуемые образцы культивировались в рядковых посадках с междурядьями 120 см, повторность — 7–10 экземпляров. Работа по уходу — междурядная культивация, капельный полив, подкормки минеральными удобрениями. Проводились измерения морфологических параметров, фенологические исследования¹. Степень поражения болезнями и повреждения вредителями учитывалась по пятибалльной шкале (отсутствие поражения — 0), учет зимостойкости проводили в

период массового весеннего отрастания по пятибалльной шкале (отсутствие поражения — 5 баллов). Оценка засухоустойчивости — по пятибалльной шкале (отсутствие поражения — 5 баллов)². Зоны морозостойкости определялись по USDA-шкале³. Определение результатов интродукционного эксперимента проводили по методике В.Н. Былова, Р.А. Карпионовой [8]. Оценка перспективности — по методике Р.А. Карпионовой, А.С. Демидова [9]. Математическая обработка данных проводилась с помощью офисного программного комплекса Microsoft Office с применением программы Excel (Microsoft США, 2010), а результаты фенологических наблюдений — в соответствии с методикой Г.Н. Зайцева [10].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В результате интродукционных испытаний 2020–2022 гг. были исследованы декоративные злаки холодного сезона *Sesleria heuffleriana Schur.*, *Calamagrostis x acutiflora (Schrad.) DC.* — *cv. Karl Foerester*, *cv. Overdam.*, *Deschampsia caespitosa (L.) P. Beauv.*, *Festuca gautieri (Hack.) K. Richt.*, *Festuca glauca Vill.* — *cv. Elijah Blue*, *cv. Intevsiv Blau*, *Festuca pallens Host* — *cv. Superba*, *Leymus arenarius (L.) Hochst.*, *Phalaris arundinacea L.* — *cv. Picta*, *cv. Luteopicta*, *cv. Tricolor*, злаки теплого сезона — *Chasmanthium latifolium (Michx.) H.O. Yates*, *Imperata cylindrica (L.) Raeusch.*, *cv. Red Baron*, *Panicum virgatum L.* *cv. Rehbraun* *cv. Heavy Metal* и видовой образец PV-1 (рис. 1–6). Изучались морфометрические характеристики, показатели устойчивости — зимо- и морозоустойчивость, засухоустойчивость, устойчивость к болезням и вредителям, время и периоды декоративного состояния растений (табл. 1, 2).

Исследуемые злаки отличались разнообразием географического происхождения и экологическими особенностями. Сеслерия Хеффлера, овсяница Готье, овсяница бледноватая растут на каменистых склонах и скалах,

Рис. 1 Коллекция декоративных злаков: а — *Chasmanthium latifolium (Michx.) H.O. Yates*; б — *Panicum virgatum L.*, видовой образец PV-1. Фото автора

Fig. 1. Collection of ornamental cereals: a — *Chasmanthium latifolium (Michx.) H.O. Yates*; b — *Panicum virgatum L.*, species specimen PV-1. Photo of the author



Рис. 2. *Phalaris arundinacea L.*, *cv. Picta*. Фото автора

Fig. 2. *Phalaris arundinacea L.*, *cv. Picta*. Photo of the author



¹ Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М.: Патент. 1975; 27.

² Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: КолосС. 1968; 6: 223.

Рис. 3. Коллекция декоративных злаков: а — *Imperata cylindrica* (L.) Raeusch., cv. Red Baron; б — *Leymus arenarius* (L.) Hochst.
Fig. 3. Collection of ornamental cereals: а — *Imperata cylindrica* (L.) Raeusch., cv. Red Baron; б — *Leymus arenarius* (L.) Hochst.
 Photo of the author

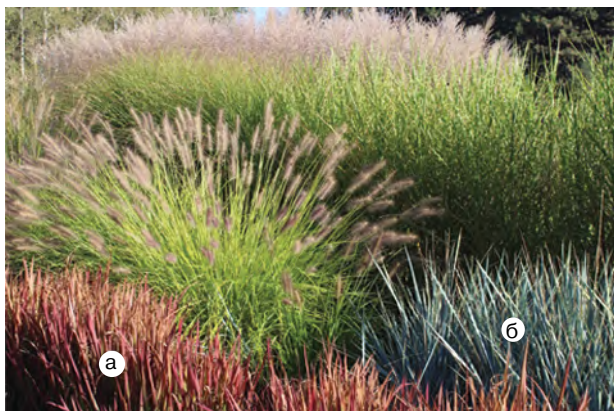


Рис. 4. *Calamagrostis* × *acutiflora* (Schrud.) DC. cv. Overdam.
 Фото автора
Fig. 4. *Calamagrostis* × *acutiflora* (Schrud.) DC. cv. Overdam.
 Photo of the author



хасмантиум широколистный, колосняк песчаный, овсяница сизая произрастают на песчаных дюнах (ксерофиты, ксеромезофиты). К сырым лугам, болотистым местам и берегам рек приурочены щучка дернистая, вейник остроцветковый, канареечник тростниковый, императа цилиндрическая (мезофиты, мезоксерофиты).

В исследуемый период начало вегетации у интродуцированных злаков наступало в разные сроки. Злаки холодного сезона начинали отрастать в последние дни марта. Вегетация злаков теплого сезона начиналась 10–15 апреля. Генеративная фаза у основного числа холоднотерпимых злаков наступала с 28.04 до 2.06, а у злаков теплого сезона — с 30.06 до 4.08 со средней разницей у обеих групп злаков в 36 дней. Ранними сроками начала генеративной фазы (26–28.03), которые совпадали с датой возобновления вегетации (27–29.03), отличалась сеслерия Хефлера.

Исследуемые злаки относятся к различным жизненным формам: плотнокустовым (щучка дернистая, сеслерия Хефлера, культивары овсяниц, вейник остроцветковый), рыхлокустовым (хасмантиум широколистный) и длиннокорневищным (колосняк песчаный, канареечник тростниковый, просо прутьевидное, императа цилиндрическая). По способам ветвления и характеру подземных органов принадлежат к группам розеточных или

безрозеточных злаков, которые отличаются по габитусу. У розеточных видов формируются кочка (культивары овсяниц, щучка дернистая, сеслерия Хефлера), генеративные побеги без листьев, у безрозеточных генеративные побеги облиственные (хасмантиум широколистный) [11]. Эти морфологические различия придают растениям большое разнообразие форм и габитусов. Исследуемые растения не поражались болезнями и не повреждались вредителями, зимо- и морозоустойчивы, засухоустойчивы. Сохраняли стабильное декоративное состояние в течение длительного срока — от 64 до 180 дней. Хорошо размножаются вегетативно. По итогам исследования всеизученные виды и культивары отнесены к группе перспективных растений и могут быть рекомендованы для объектов озеленения края.

Работы по уходу — междурядная культивация, внесение минеральных подкормок, капельный полив. В период засух для злаков, относящихся к группе мезофитов и мезоксерофитов, необходим ежедневный полив.

По способам использования в озеленении исследуемые злаки принадлежат к разным группам: низкорослым, среднерослым и высокорослым. Высота низкорослых злаков не превышает 20–50 см, они могут использоваться в качестве почвопокровных культур, газонной травы (овсяница Готье), в альпинариях, каменистых садах и

Таблица 1. Средние показатели морфобиологических параметров декоративных злаков в условиях интродукции в 2020–2022 гг.
Table 1. Average indicators of morphobiological parameters of ornamental grasses under the conditions of introduction in 2020–2022

Название вида, сорта	Начало		Генеративный побег (n = 20)					Листья вегетативных побегов, см (n = 20)	
	вегетации	генеративн. фазы	длина, см	метелки, колоса	кол-во	длина, см	ширина, см	длина	ширина
<i>Sesleria heufleriana</i>	27.03 ± 3	28.03 ± 3	83,8 ± 18,2	2,3 ± 0,5	—	—	—	44,2 ± 10,2	0,4 ± 0,06
<i>Calamagrostis</i> × <i>acutiflora</i> cv. Karl Foerester	30.03 ± 4	2.06 ± 4	167,5 ± 31,1	22,1 ± 1,1	2,6 ± 0,4	33,1 ± 2,1	0,77 ± 0,01	54,3 ± 20,5	0,6 ± 0,04
cv. Overdam,.	2.04 ± 3	5.06 ± 5	158,4 ± 22,1	20,5 ± 2,6	2,7 ± 0,2	31,4 ± 3,4	0,67 ± 0,01	40,8 ± 12,5	0,6 ± 0,01
<i>Descampsia caespitosa</i>	28.03 ± 4	1.04 ± 4	157,5 ± 14,9	50,9 ± 3,0	—	—	—	61,4 ± 26,5	0,6 ± 0,02
<i>Festuca gautieri</i>	28.03 ± 3	13.05 ± 6	36,4 ± 11,0	4,6 ± 0,6	—	—	—	7,5 ± 1,2	0,1 ± 0,01
<i>F. glauca</i> cv. Elijah Blue	29.03 ± 3	5.05 ± 5	41,1 ± 16,9	6,1 ± 0,2	—	—	—	18,5 ± 2,8	0,1 ± 0,01
<i>Intevisiv Blau</i>	28.03 ± 3	30.04 ± 4	34,4 ± 12,8	5,5 ± 0,1	—	—	—	20,7 ± 2,4	0,2 ± 0,01
<i>F. pallens</i> cv. Superba	28.03 ± 3	30.04 ± 4	56,1 ± 20,9	3,7 ± 0,1	—	—	—	33,8 ± 2,0	0,2 ± 0,01
<i>Leymus arenarius</i>	29.03 ± 3	13.05 ± 5	150,5 ± 31,9	28,5 ± 2,1	6,6 ± 1,0	25,3 ± 2,5	1,2 ± 0,06	51,4 ± 20,2	1,2 ± 0,03
<i>Phalaris arundinacea</i> cv. Picta	29.03 ± 3	23.05 ± 5	145,2 ± 22,9	27,4 ± 2,0	6,8 ± 0,6	23,5 ± 1,1	1,3 ± 0,03	22,7 ± 10,2	1,9 ± 0,06
cv. Luteopicta	29.03 ± 3	20.05 ± 5	142,5 ± 36,4	26,6 ± 3,0	6,9 ± 1,1	24,5 ± 0,9	1,2 ± 0,04	23,6 ± 9,6	1,2 ± 0,04
cv. Tricolor	29.03 ± 3	23.05 ± 6	139,4 ± 26,2	15,6 ± 1,8	7,4 ± 1,2	22,6 ± 0,6	1,1 ± 0,04	20,4 ± 1,2	1,3 ± 0,02
<i>Imperata cylindrica</i> cv. Red Baron	14.04 ± 3	—	—	—	—	—	—	51,4 ± 6,9	0,8 ± 0,05
<i>Chasmanthium latifolium</i>	15.04 ± 3	1.07 ± 3	97,2 ± 14,5	27,7 ± 0,9	7,5 ± 2,0	17,5 ± 1,0	1,5 ± 0,04	11,1 ± 0,6	0,9 ± 0,06
<i>Panicum virgatum</i> , образец PV-1	13.04 ± 4	6.07 ± 3	165,1 ± 29,9	25,4 ± 1,6	6,7 ± 1,8	32,3 ± 2,0	1,1 ± 0,08	—	—
cv. Rehbraun	13.04 ± 3	14.07 ± 3	142,5 ± 25,0	44,1 ± 2,6	6,4 ± 0,5	33,4 ± 2,6	0,6 ± 0,02	—	—
cv. Heavy Metal	17.04 ± 3	5.08 ± 3	165,6 ± 21,9	46,1 ± 3,1	5,6 ± 1,0	33,2 ± 1,9	1,3 ± 0,03	—	—

— не измеряли

Таблица 2. Показатели устойчивости и время декоративного состояния

Table 2. Stability indicators and decorative state time

Название вида, сорта	Устойчивость			Продолжительность декоративного состояния	
	к болезн. и вредител.	зим- и морозо-устойч.	к засухе	период	дни
<i>Sesleria heufleriana</i>	0	5(4)*	5	10–15.04 — 1–15.10	180,8 ± 33,2
<i>Calamagrostis × acutiflora</i> cv. Karl Foerester	0	5(4)	4	1.06 — 1–15.10	129 ± 28,3
cv. Overdam.	0	5(4)	4	6–10.06 — 1–15.10	124,3 ± 19,3
<i>Deschampsia caespitosa</i>	0	5(4)	4	1–5.06 — 1–15.10	128,9 ± 21,8
<i>Festuca gautieri</i>	0	5(4)	5	1–3.05 — 1–15.10	160,2 ± 11,4
<i>F. glauca</i> cv. Elijah Blue	0	5(4)	5	8–12.05 — 1–15.10	152,3 ± 26,8
<i>Intevisiv Blau</i>	0	5(4)	5	8–12.05 — 1–15.10	151,2 ± 31,1
<i>F. pallens</i> cv. Superba	0	5(4)	5	8–12.05 — 1–15.10	152,6 ± 24,9
<i>Leymus arenarius</i>	0	5(4)	5	12–15.05 — 1–15.10	148,7 ± 22,4
<i>Phalaris arundinacea</i> cv. Picta	0	5(4)	4	12–15.05 — 1–15.10	148,3 ± 25,1
cv. Luteopicta	0	5(4)	4	12–15.05 — 1–15.10	148,2 ± 10,8
cv. Tricolor	0	5(4)	4	12–15.05 — 1–15.10	148,8 ± 21,1
<i>Imperata cylindrica</i> cv. Red Baron	0	5(7)	3	15–20.05 — 1–15.10	145,3 ± 23,3
<i>Chasmantium latifolium</i>	0	5(4)	3	1–5.07 — 1–15.10	98,7 ± 19,8
<i>Panicum virgatum</i> , образец PV-1	0	5(5)	4	5–10.07 — 1–15.10	94,0 ± 19,9
cv. Rehbraun	0	5(5)	4	10–15.07 — 1–15.10	89,5 ± 18,9
cv. Heavy Metal	0	5(5)	4	1–10.08 — 1–15.10	64,7 ± 24,1

* В скобках указана зона морозостойкости.

рокариях, для бордюров и ковровых цветников (сеслерия Хефлера, культивары овсяниц). У среднерослых злаков высота варьируется в диапазоне 50–100 см, они хороши для оформления миксбордеров и многоярусных цветников (канареечник тростниковидный cv. *Picta*, cv. *Luteopicta*, cv. *Tricolor*, императа цилиндрическая cv. *Red Baron*). Высокорослые злаки имеют высоту от 1 м и выше. Их используют для создания фона в многоуровневых растительных композициях, в качестве экранов и ширм (хазмантиум широколистный, колосняк песчаный, щучка дернистая, вейник остроцветковый cv. *Karl Foerester*, cv. *Overdam*., просо прутьевидное cv. *Rehbraun*, cv. *Heavy Metal* и видовой образец PV-1).

Выводы / Conclusion

1. Установлено, что изученные в условиях интродукции декоративные злаки холодного сезона *Sesleria heufleriana* Schur, *Calamagrostis × acutiflora* (Schrad.) DC. cv. *Karl Foerester*, cv. *Overdam*., *Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv., *Festuca gautieri* (Hack.) K. Richt., *Festuca glauca* Vill. cv. *Elijah Blue*, cv. *Intevisiv Blau*, *Festuca pallens* Host cv. *Superba*, *Leymus arenarius* (L.) Hochst., *Phalaris*

Рис. 5. *Festuca glauca* Vill. — cv. *Elijah Blue*. Фото автора

Fig. 5. *Festuca glauca* Vill. — cv. *Elijah Blue*. Photo of the author



Рис. 6. *Festuca gautieri* (Hack.) K. Richt. Фото автора

Fig. 6. *Festuca gautieri* (Hack.) K. Richt. Photo of the author



arundinacea L. cv. *Picta*, cv. *Luteopicta*, cv. *Tricolor*, злаки теплого сезона *Chasmantium latifolium* (Michx.) H.O. Yates, *Imperata cylindrica* (L.) Raeusch. cv. *Red Baron*, *Panicum virgatum* L. cv. *Rehbraun*, cv. *Heavy Metal* и видовой образец PV-1 сохранили природный габитус и жизненную форму, способность к прохождению полного цикла развития побегов, природные ритмы онтогенеза, хорошо размножаются вегетативным путем. Согласно шкале интродукционной устойчивости, которая служит интегральным показателем биологической приспособленности к новым условиям существования, отнесены к группе устойчивых растений. Отличаются зимо-, морозо- и засухоустойчивостью. Не повреждаются болезнями и вредителями. Исследованные злаки характеризуются стабильностью декоративного состояния, которое сохраняется в течение длительного срока — от 64 до 180 дней, отличаются относительной малоухудшаемостью. По итогам хозяйственно-биологической оценки они отнесены к группе перспективных растений и могут быть рекомендованы к использованию в объектах озеленения края.

2. Исследованные злаки принадлежат к различным группам по способам их использования в озеленении, отличаются разнообразием габитусов, цветов и ролей в ландшафтных композициях. Растения могут служить в качестве ярко-голубого акцента у колосняка песчаного, видов и культиваров овсяниц, багряно-красного — у императы цилиндрической, пестролистностью отличаются сорта канареечника тростникового. Высокорослые виды — отличные растения для создания фона, вертикали. Они могут быть высажены массивами или использоваться в качестве солитеров (хазмантиум широколистный, колосняк песчаный, щучка дернистая, вейник остроцветковый, просо прутьевидное). Низкорослые злаки высаживают при оформлении каменистых садов, альпинариев и рокариев, а также используются для создания бордюров и ковровых цветников (овсяница сизая, овсяница бледноватая).

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

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Материалы подготовлены в рамках выполнения 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, ресурсо- 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. Oudolf P., Gerritsen H. Planting the Natural Garden. Portland: Timber Press. 2019; 289. ISBN: 978-1604699739
2. Желтовская Т.Т. Декоративные травы в вашем саду. Москва: Фитон XXI. 2014; 176. ISBN: 978-5-906171-56-6
3. Стефанович Г.С., Оконешникова Т.Ф., Рымарь В.П., Китова А.С. Фитоценоз из декоративных злаков в ландшафтном дизайне. Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики — 2019. Материалы Международной научно-технической конференции. Саратов: ЦесАин. 2019; 117–119. <https://elibrary.ru/ooffcv>
4. Зайнуллина К.С., Шалаева О.В., Михович Ж.Э. Интродукция видов семейства Poaceae для декоративного использования на Севере. Аграрный вестник Урала. 2019; (8): 28–33. <https://elibrary.ru/edmhvt>
5. Зуева Г.А. Интродукция декоративных злаков и осок в Центральном сибирском ботаническом саду Сибирского отделения Российской академии наук. Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. 2020; (3): 30–41. <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2020.35.3>
6. Кабанов А.В. Декоративные злаки в городском озеленении: перспективный ассортимент и особенности использования. Субтропическое и декоративное садоводство. 2019; 69: 208–214. <https://doi.org/10.31360/2225-3068-2019-69-208-214>
7. Гречушкина-Сухорукова Л.А., Тазина С.В. Коллекция декоративных злаков и осок в Ставропольском ботаническом саду. Новости науки в АПК. 2019; (1-2): 53–58. <https://doi.org/10.25930/etbw-rd25>
8. Былов В.Н., Карпионов Р.А. Принципы создания и изучения коллекции декоративных многолетников. Бюллетень Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина. 1978; 107: 77–82. <https://elibrary.ru/wghbsf>
9. Карпионов Р.А., Демидов А.С. Принципы создания и изучения коллекций декоративных растений Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина. Совет ботанических садов России. Информационный бюллетень. Москва: ГБС РАН. 2001; 7: 7–9.
10. Зайцев Г.Н. Фенология травянистых многолетников. Москва: Наука. 1978; 149.
11. Серебрякова Т.И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков. Москва: Наука. 1971; 359.

ОБ АВТОРАХ:

Людмила Андреевна Гречушкина-Сухорукова, кандидат биологических наук, Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, ул. Никонова, д. 49, Михайловск, Ставропольский край, 356241, Россия
grechushkina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0665-5548>

REFERENCES

1. Oudolf P., Gerritsen H. Planting the Natural Garden. Portland: Timber Press. 2019; 289. ISBN: 9781604699739
2. Zheltovskaya T.T. Ornamental grasses in your garden. Moscow: Fiton XXI. 2014; 176 (In Russian). ISBN: 978-5-906171-56-6
3. Stefanovich G.S., Okoneshnikova T.F., Rymar' V.P., Kitova A.S. Phytocenosis of ornamental cereals in landscape design. Landscape architecture and environmental management: from project to economy — 2019. Proceedings of the International Scientific and technical conference. Saratov: Center of social agroinnovations of SSAU. 2019; 117–119 (In Russian). <https://elibrary.ru/ooffcv>
4. Zainullina K.S., Shalaeva O.V., Mikhovich Zh.E. Introduction of Poaceae species for decorative use in the North. Agrarian Bulletin of the Urals. 2019; (8): 28–33 (In Russian). <https://elibrary.ru/edmhvt>
5. Zueva G.A. Introduction of ornamental cereals and sedges in the Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. 2020; (3): 30–41 (In Russian). <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2020.35.3>
6. Kabanov A.V. Ornamental grasses in urban landscaping: promising assortment and specifications of use. Subtropical and ornamental horticulture. 2019; 69: 208–214 (In Russian). <https://doi.org/10.31360/2225-3068-2019-69-208-214>
7. Grechushkina-Sukhorukova L.A., Tazina S.V. Collection of ornamental grasses and sedges in the Stavropol Botanical Garden. Novosti nauki v APK. 2019; (1-2): 53–58 (In Russian). <https://doi.org/10.25930/etbw-rd25>
8. Bylov V.N., Karpisonova R.A. Principles of creating and studying a collection of decorative perennials. Bulletin of the Main Botanical Garden. 1978; 107: 77–82 (In Russian). <https://elibrary.ru/wghbsf>
9. Karpisonova R.A., Demidov A.S. Principles of creation and study of collections of ornamental plants of Tsitsin Main Botanical Garden. Council of Botanical Gardens of Russia. Newsletter. Moscow: Tsitsin Main Botanical Garden of Academy of Sciences. 2001; 7: 7–9 (In Russian).
10. Zaitsev G.N. Phenology of herbaceous perennials. Moscow: Nauka. 1978; 149 (In Russian).
11. Serebryakova T.I. Morphogenesis of shoots and evolution of life forms of cereals. Moscow: Nauka. 1971; 359 (In Russian).

ABOUT THE AUTHORS:

Lyudmila Andreevna Grechushkina-Sukhorukova, Candidate of Biological Sciences, North Caucasus Federal Agrarian Research Center, 49 Nikonova str., Михайловск, Stavropol Territory, 356241, Russia
grechushkina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0665-5548>

УДК 634.1:631.52:634.232

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-81-88

Б.М. Гусейнова¹, ✉
М.Д. Абдулгамидов²

¹ Федеральный аграрный научный центр
Республики Дагестан, Махачкала, Россия

² Дагестанская селекционная опытная
станция плодовых культур — филиал
«Федеральный аграрный научный центр
Республики Дагестан», Буйнакск, Россия

✉ batuch@yandex.ru

Поступила в редакцию:
05.02.2023

Одобрена после рецензирования:
05.05.2023

Принята к публикации:
19.05.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-81-88

Batuch M. Guseynova¹, ✉
Magomed D. Abdulgamidov²

¹ Dagestan Agriculture Science Center,
Makhachkala, Russia

² Dagestan Breeding Experimental Station
of Fruit Crops — branch of the «Dagestan
Agriculture Science Center», Buynaksk,
Russia

✉ batuch@yandex.ru

Received by the editorial office:
05.02.2023

Accepted in revised:
05.05.2023

Accepted for publication:
19.05.2023

Комплексная оценка новых перспективных сортов черешни дагестанской селекции

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Создание новых сортов с комплексом хозяйственно ценных и биологически ценных признаков — актуальное направление селекционных исследований, обновляющих и расширяющих сортимент черешни.

Методы. Представлены характеристика хозяйственно-биологических свойств и описание восьми новых сортов черешни дагестанской селекции: Память Покровской, Буйнакская черная, Марал, Элитная форма 129/1, Ленинградская гвардейская, Долорес, Жемчужная и Поздняя Лермонтова. Исследовали черешню, применяя биохимические методы анализа и стандартные методики сортоизучения.

Результаты. Определено, что все изучаемые сорта черешни, кроме сорта Память Покровской, характеризуются значительным содержанием в плодах растворимых сухих веществ (13,7–17,9%), сахаров (10,1–13,2%) и кислот (0,40–1,12%). Крупноплодными (7–9 г), с хорошими дегустационными оценками (4,8–5,0 баллов) оказались Буйнакская черная, Ленинградская гвардейская, Долорес, Жемчужная и Элитная форма 129/1. Поздняя Лермонтова, Марал и Долорес высокоустойчивы к весенним заморозкам (подмерзание цветков не превышало 17,5%). Плоды черешни Буйнакская черная, Марал, Элитная форма 129/1, Жемчужная и Поздняя Лермонтова наиболее устойчивы к растрескиванию (от 8,0 до 18,0%) в процессе созревания при высокой влажности воздуха. Новые селекционные сорта маловосприимчивы к коккомикозу и монилиальной гнили плодов (поражение 21–23%). Определено, что в основном все исследованные сорта черешни отличаются стабильно высокой урожайностью, улучшенными товарно-потребительскими свойствами и устойчивостью к стрессорам среды.

Ключевые слова: черешня (*Prunus avium* L.), сорт, дагестанские селекционные сорта, селекция, характеристика сортов, товарно-потребительские показатели, урожайность, морфолого-биологические признаки

Для цитирования: Гусейнова Б.М., Абдулгамидов М.Д. Комплексная оценка новых перспективных сортов черешни дагестанской селекции. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 81–88. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-81-88>

© Гусейнова Б.М., Абдулгамидов М.Д.

Comprehensive assessment of new promising varieties of sweet cherry of Dagestan breeding

ABSTRACT

Relevance. The creation of new varieties with a complex of economically valuable and biologically valuable traits is an urgent direction of breeding research, updating and expanding the assortment of cherries.

Methods. The characteristics of the economic and biological properties and the description of eight new varieties of cherries of Dagestan selection are presented: Pokrovskaya Memory, Buinakskaya black, Maral, Elite form 129/1, Leningrad Guards, Dolores, Pearl and Late Lermontov. The cherries were examined using biochemical methods of analysis and standard methods of variety study.

Results. It was determined that all the studied varieties of cherries, except the Memory Pokrovskaya variety, are characterized by a significant content of soluble solids (13.7–17.9%), sugars (10.1–13.2%) and acids (0.40–1.12%) in the fruits. Large-fruited (7–9 g), with good tasting ratings (4.8–5.0 points) were Buinak black, Leningrad Guards, Dolores, Pearl and Elite form 129/1. Late Lermontov, Maral and Dolores are highly resistant to spring frosts (the freezing of flowers did not exceed 17.5%). The fruits of the Buinak black cherry, Maral, Elite form 129/1, Pearl and Late Lermontov are most resistant to cracking (from 8.0 to 18.0%) during ripening at high humidity. New breeding varieties are not susceptible to cocomycosis and monilial burn, but Leningrad Guards and Dolores distinguished themselves by low resistance to monilial rot of fruits (21–23% lesion). It is determined that basically all the studied varieties of cherries are characterized by consistently high yields, improved commodity and consumer properties and resistance to environmental stressors.

Key words: sweet cherry (*Prunus avium* L.), variety, dagestan breeding varieties, selection, characteristics of varieties, commodity and consumer indicators, yield, morphological and biological characteristics

For citation: Guseynova B.M., Abdulgamidov M.D. Comprehensive assessment of new promising varieties of sweet cherry of dagestan breeding. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 81–88 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-81-88>

© Guseynova B.M., Abdulgamidov M.D.

Введение / Introduction

Республика Дагестан из-за наличия пригодных для возделывания многих плодовых культур почвенно-климатических условий и вертикальной поясности территории входит в число главных регионов промышленного садоводства России.

Особое место среди садовых культур в целом ряде стран мира занимает черешня (*Prunus avium* L.), которая ценится ранним созреванием и обладает высокими вкусовыми, товарно-потребительскими и питательными свойствами [1–8]. Черешня пользуется большой популярностью в современном садоводстве республики, а ее плоды — неограниченным спросом на потребительском рынке плодовой продукции [1, 5]. На сегодняшний день удельный вес черешни среди других возделываемых в Дагестане косточковых культур составляет 12% [5].

В решении проблемы обеспечения населения страны качественной отечественной фруктово-ягодной продукцией в необходимых объемах и ассортименте центральное место принадлежит селекции, созданию и использованию новых сортов садовых культур с улучшенным биохимическим составом плодов, повышенной адаптивностью к абиотическим и биотическим стрессорам среды, высокой продуктивностью и товарными качествами, а также созданию и выделению ценных доноров и ген-источников для селекции, которые должны быть основаны на максимально возможном раскрытии биотического потенциала сорта [2, 5, 7, 9, 10]. Необходимость постоянного совершенствования сортамента садовых культур обусловлена изменениями климата, социальных условий и новых требований производства к сорту. Вклад сортов плодовых культур в увеличении качества и количества урожая может достигать 50–80%, поэтому роль селекционного улучшения растений будет непрерывно возрастать. Одной из важных задач современного садоводства является создание селекционных сортов, пригодных для интенсивного садоводства, превосходящих по хозяйственно-биологическим признакам существующий сортимент.

На сегодняшний день в результате эффективной селекционной работы ученых Дагестанской селекционной опытной станции плодовых культур (ДСОСПК) выведено и создано 36 гибридных форм и 26 селекционных сортов черешни для формирования промышленного сортимента Республики Дагестан и Северо-Кавказского региона.

Как известно, абиотическими стрессорами среды являются возвратные весенние заморозки, обильные осадки в период вегетации и созревания, засухи и высокие температуры во время цветения, вызывающие повреждения репродуктивных органов, способствующие распространению плодовой гнили и, как следствие, приводящие к снижению урожая. Садоводам в настоящее время приходится принимать во внимание и стрессовые природные факторы, обусловленные происходящими глобальными климатическими изменениями [11, 12]. По прогнозам ученых, в перспективе вероятно повышение средней температуры воздуха на 1,5–2,7 °C [11, 13], что может привести к сдвигу годичного ритма развития и нарушению продукционного процесса у плодовых культур [14]. Доля влияния погодных условий на продуктивность плодовых культур составляет около 50% [15],

биологических особенностей сорта — 40%, антропогенных факторов — 10% [16].

Успешное решение задач по созданию новых перспективных сортов садовых культур во многом определяется наличием большого разнообразия исходного материала (доноров и ген-источников селекционно ценных признаков) и правильным подбором родительских пар [18]. Использование нового исходного материала открывает и новые селекционные возможности, а местные формы плодовых культур, как правило, хорошо адаптированы к почвенно-климатическим условиям зоны выращивания [2, 4, 5, 17].

Цель работы — на основе многолетнего мониторинга дать комплексную оценку новым сортам черешни селекции ДСОСПК по ценным хозяйственно-биологическим и товарно-потребительским признакам и показателям адаптивности, что важно для оптимизации промышленного сортимента черешни в условиях Дагестана, и тем самым решению проблемы импортозамещения.

Материал и методы исследования / Material and methods

Исследования проводились в 2015–2022 гг. в условиях центральной предгорной провинции Дагестана в экспериментальных насаждениях Дагестанской селекционной опытной станции плодовых культур (ДСОСПК) согласно программе и методике сортоизучения плодовых культур^{1, 2}. Сад — 2002 года посадки, деревья — полного периода плодоношения. Объектами исследования служили восемь новых перспективных сортов черешни селекции ДСОСПК: Память Покровской, Буйнакская черная, Марал, Элитная форма 129/1, Ленинградская гвардейская, Долорес, Жемчужная и Поздняя Лермонтова. Схема посадки черешни — 6 × 5 м. Подвой — антипка. Каждый опытный сортобразец представлен пятью-семью деревьями. Проводили следующие агротехнические мероприятия: осеннюю вспашку междурядий на глубину 18–22 см; осенние и ранневесенние влагозарядковые поливы (800–900 м³/га); вегетационные поливы (600–700 м³/га) в первых декадах июня и августа; санитарную обрезку, перекопку приствольных кругов, побелку штамбов деревьев известью с добавлением медного купороса; четырехкратную культивацию междурядий в период вегетации для борьбы с сорной растительностью, а также для закрытия влаги. Наряду с общими агротехническими приемами проводились мероприятия по защите черешни от болезней и вредителей.

Климат в зоне проведения исследований — умеренно континентальный. Среднегодовая температура во время проведения исследований варьировалась в пределах 10,7–11,2 °C. По количеству осадков территория хозяйства относится к зоне недостаточного увлажнения (365–463 мм в год), поэтому разность между испарением (780 мм в год) и осадками восполнялась вегетационными и влагозарядковыми поливами. Сумма активных температур (CAT) в годы исследований — 3360–3456 °C.

Состав и количественное содержание биохимических компонентов в плодах черешни оценивали по показателям: содержание растворимых сухих веществ — ГОСТ ISO 2173-2013³, массовая концентрация сахаров — ГОСТ 8756.13-87⁴, титруемая кислотность — ГОСТ ISO 750-201⁵ и витамина C (аскорбиновая кислота) — ГОСТ 24556-89⁶.

¹ Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: Изд-во Всероссийского НИИ селекции плодовых культур. 1999; 608.

² Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: Изд-во Всероссийского НИИ селекции плодовых культур. 1995; 502.

³ ГОСТ ISO 2173-2013 Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ.

⁴ ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров.

⁵ ГОСТ ISO 750-2011 Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности.

⁶ ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина C.

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли методом математической статистики с помощью пакета программ SPSS 12.0 для Windows (SPSS: An IBM Company, США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

По результатам многолетней работы получено восемь новых сортов черешни, которые могут составлять основу районированного сортимента черешни в Дагестане: Память Покровской, Буйнакская черная, Марал, Элитная форма 129/1, Ленинградская гвардейская, Долорес, Жемчужная и Поздняя Лермонтова.

Краткое описание новых перспективных сорт черешни селекции ФГБНУ ДСОРП

Память Покровской (Ранняя Марки х Франц Иосиф) (рис. 1). Введен в Государственный реестр селекционных достижений по Северо-Кавказскому региону в 2002 г. Дерево средних размеров с округлой широкораскидистой густолиственной кроной, высота — 4,0–4,5 м. Сорт самоплодный, срок созревания — ранний (20–30 мая), цветение — раннее. Вступает в плодоношение на четвертый-пятый год после посадки. Средняя урожайность в период полного плодоношения 8,4 т/га, максимальная — 13,0 т/га. Сорт устойчив к основным болезням и вредителям, однако при высокой влажности плоды подвержены растрескиванию (индекс растрескивания — 22,1%). Засухо- и морозостойкость высокие. Транспортабельность низкая. Назначение: сорт десертный, рекомендуется для садов интенсивного типа. Достоинства: раннее созревание, хорошая урожайность, отличные вкусовые качества плодов. Недостаток: низкая транспортабельность плодов.

Буйнакская черная (гибридный номер 16/4) (рис. 2). Дюк (черешневого типа) получен в результате скрещивания черешни Наполеон черная с вишней сорта Любская. Сорт готовится к представлению в Госсортоиспытание по Северо-Кавказскому региону в 2023 г.

Дерево сдержанной силы роста, с округло-пирамидальной средней густоты кроной, слегка раскидистой. Срок созревания сорта — средний (15–20 июня), цветение — позднее. Средняя урожайность в период полного плодоношения 10,5 т/га, максимальная — 14,5 т/га. Вступает в плодоношение на четвертый-пятый год после высадки. Сорт — частично самоплодный. Устойчивость к основным болезням и вредителям высокая. Засухо- и морозостойкость высокие. Транспортабельность хорошая. Сорт пригоден для садов интенсивного типа. Назначение: сорт универсальный.

Достоинства: хорошая урожайность, высокие товарные и вкусовые качества плодов, засухо- и морозостойкий, деревья с компактной кроной. Недостаток: в годы с высокой влажностью отмечается растрескивание плодов.

Марал (гибридный номер 27/4) (Дрогана желтая х Долорес) (рис. 3). Сорт готовится к представлению в Госсортоиспытание по Северо-Кавказскому региону в 2023 г.

Дерево среднерослое (4,5 м), крона широкоокруглой формы, компактная. Срок созревания сорта — средний (14–18 июня), цветение — позднее. Вступает в плодоношение на четвертый-пятый год после посадки. Сорт — частично самоплодный. Средняя урожайность

Рис. 1. Плоды черешни сорта Память Покровской. Фото автора
Fig. 1. Fruits of sweet cherry variety Pamyat' Pokrovskoj. Author's photo



Рис. 2. Плоды черешни сорта Буйнакская черная. Фото автора
Fig. 2. Fruits of sweet cherry variety Bujnaskaya chernaya. Author's photo



Рис. 3. Плоды черешни сорта Марал. Фото автора
Fig. 3. Fruits of sweet cherry variety Maral. Author's photo



в период полного плодоношения 11,0 т/га, максимальная — 16,0 т/га. Сорт устойчив к основным болезням и вредителям, засухо- и морозостойкий. Транспортабельность средняя. Назначение: сорт универсальный, пригоден для садов интенсивного типа. Достоинства: хорошие урожайность и вкусовые качества плодов, невысокие деревья, компактность кроны. Недостаток: при высокой урожайности наблюдается измельчение плодов.

Элитная форма 129/1 (Дагестанка х Наполеон черная) (рис. 4). Сорт готовится к представлению в Госсортоиспытание по Северо-Кавказскому региону в 2024 г. Дерево средней силы роста (4,0–4,5 м), крона компактная, широкопирамидальная, густооблиственная. Срок созревания сорта — средний (18–24 июня), цветение — позднее. Сорт — частично самоплодный. Средняя урожайность в период полного плодоношения 9,5 т/га, максимальная — 15,0 т/га. Вступает в плодоношение на четвертый-пятый год после высадки. Устойчивость к основным болезням и вредителям высокая. Засухо- и морозостойкий. Транспортабельность хорошая. Назначение: сорт универсальный, пригоден для садов интенсивного типа. Достоинства: хорошая урожайность, крупноплодность, устойчивость к болезням и растрескиванию плодов. Недостатки отсутствуют.

Ленинградская гвардейская (гибридный номер 16/1) (рис. 5). Дюк (черешневого типа) получен в результате скрещивания черешни Наполеон черная с вишней сорта Любская. Сорт готовится к представлению в Госсортоиспытание по Северо-Кавказскому региону. Дерево среднерослое (до 4,0–4,5 м высоты), крона округлая, густооблиственная, с раскидистыми ветвями. Срок созревания сорта — поздний (22–28 июня). Вступает в плодоношение на четвертый-пятый год после посадки на постоянное место. Средняя урожайность в период полного плодоношения 11,0 т/га, максимальная — 16,0 т/га. Сорт достаточно устойчив к коккомикозу и монилиальной ожогу. Степень поражения плодов монилиальной гнилью при высокой влажности воздуха в среднем составляет 23%. Сорт — частично самоплодный. Засухо- и морозостойкий. Транспортабельность хорошая. Назначение: сорт универсальный, рекомендуется для садов интенсивного типа. Достоинства: высокие товарно-потребительские показатели, хорошая урожайность, устойчивость к основным болезням. Недостаток: плоды малоустойчивы к растрескиванию при высокой влажности в период созревания (индекс растрескивания плодов — 24,2%).

Долорес (гибридный номер 18/6) (рис. 6). Дюк (черешневого типа) получен в результате опыления черешни Наполеон черная с пыльцой вишни сорта Любская. Сорт готовится к представлению в Госсортоиспытание по Северо-Кавказскому региону. Сила роста дерева — средняя (3,5–4,5 м), крона округлая, слегка раскидистая, густооблиственная. Срок созревания сорта — поздний (22–28 июня), срок цветения — средний. Средняя урожайность в период полного плодоношения 12,0 т/га, максимальная — 17,0 т/га. Вступает в плодоношение на четвертый-пятый год после высадки. Сорт — частично самоплодный. Устойчивость к основным болезням высокая. Засухо- и морозостойкость высокие. Транспортабельность хорошая. Назначение: сорт универсальный, пригоден для садов интенсивного типа. Достоинства: хорошие урожайность и вкусовые и товарно-потребительские показатели плодов. Недостаток: плоды склонны к растрескиванию (индекс растрескивания плодов — 22,4%).

Жемчужная (Дрогана желтая х Кара Гелез) (рис. 7). Дерево среднерослое (высота 4,0–4,5 м), крона округлопирамидальная, компактная, густооблиственная.

Рис. 4. Плоды черешни сорта Элитная форма 129/1. Фото автора
Fig. 4. Fruits of sweet cherry variety Elitnaya forma 129/1. Author's photo



Рис. 5. Плоды черешни сорта Ленинградская гвардейская. Фото автора

Fig. 5. Fruits of sweet cherry variety Leningradsкая Gvardejskaya. Author's photo



Рис. 6. Плоды черешни сорта Долорес. Фото автора

Fig. 6. Fruits of sweet cherry variety Dolores. Author's photo



Срок созревания сорт — ранне-средний (6–12 июня), цветение — позднее. Средняя урожайность в период полного плодоношения 9,5 т/га, максимальная — 13,0 т/га. Сорт сравнительно устойчив к основным болезням и вредителям, среднеустойчив к растрескиванию плодов (индекс растрескивания — 18,0%). Засухо- и морозостойкость высокие. Вступает в плодоношение на четвертый-пятый год после посадки. Сорт — частично самоплодный. Транспортабельность хорошая. Назначение: сорт универсальный, рекомендуется для

Рис. 7. Плоды черешни сорта Жемчужная. Фото автора**Fig. 7.** Fruits of sweet cherry variety Zhemchuzhnaya. Author's photo**Рис. 8.** Плоды черешни сорта Поздняя Лермонтова. Фото автора**Fig. 8.** Fruits of sweet cherry variety Pozdnyaya Lermontova. Author's photo

садов интенсивного типа. Достоинства: высокая урожайность, отличные товарные и вкусовые качества плодов. Недостаток: низкая устойчивость к растрескиванию плодов.

Поздняя Лермонтова (Наполеон черная х Гефтвера поздняя красная) (рис. 8). Сорт готовится к представлению в Госсортоиспытание по Северо-Кавказскому региону в 2024 г. Дерево среднерослое (высота 4,0–4,5 м), крона округлой формы со среднераскидистыми и среднеоблиственными ветвями. Срок созревания сорта — очень поздний (I и II декада июля), цветение — позднее. Вступает в плодоношение на четвертый-пятый год после посадки на постоянное место. Средняя урожайность в период полного плодоношения 7,5 т/га, максимальная — 11,5 т/га. Сорт устойчив к основным болезням и вредителям. Засухо- и морозостойкость высокие. Плоды устойчивы к растрескиванию в период созревания (индекс растрескивания — 8,0%). Транспортабельность отличная. Сорт — частично самоплодный. Назначение: универсальный, рекомендуется для садов интенсивного типа. Достоинства: очень позднее созревание (завершает черешневый сезон), высокая транспортабельность, хорошие товарные качества плодов, устойчивость к болезням. Недостатки: средняя урожайность, плоды не очень крупные.

Все исследованные сорта черешни дагестанской селекции, за исключением сорта Память Покровской, являются частично самоплодными, то есть они в основном завязывают плоды от опыления пыльцой других сортов. Перечень лучших сортов опылителей для каждого изучаемого селекционного сорта черешни представлен в таблице 1.

Таблица 1. Перечень лучших сортов опылителей для сортов черешни селекции ДСОСПК
Table 1. List of the best pollinator varieties for DBESFC sweet cherry varieties

Сорта	Самоплодные (20–40%)	Частично самоплодные (10–20%)	Лучшие опылители
Память Покровской	25–30		Дагестанская ранняя, Бэлла, Горянка, Буйнакская ранняя, Валерий Чкалов
Жемчужная		5–10	Дагестанская ранняя, Дагестанка, Память Покровской, Горянка
Марал		15–20	Дагестанка, Наполеон черная, Дрогана желтая, Дагестанская ранняя, Гранатовая
Буйнакская черная		5–10	Наполеон черная, Дрогана желтая, Дагестанская ранняя, Гранатовая
Элитная форма 129/1		15–20	Гранатовая, Наполеон черная, Дрогана желтая, Дагестанская ранняя, Гранатовая
Ленинградская гвардейская		10–15	Наполеон черная, Дрогана желтая, Дагестанская ранняя, Дагестанка, Любская, Подбельская
Долорес		10–15	Любская, Дагестанка, Дрогана желтая, Наполеон черная
Поздняя Лермонтова		8–12	Лезгинка, Наполеон черная, Дрогана желтая

Получение высоких урожаев и плодов хорошего качества находится в прямой зависимости от устойчивости сортов к неблагоприятным природно-климатическим условиям среды выращивания. Установлено, что устойчивостью к подмерзанию цветков из-за весенних возвратных заморозков (до $t = -2,0^{\circ}\text{C}$) в фазе цветения отличились сорта Поздняя Лермонтова, Марал и Долорес. У них степень подмерзания цветков не превышала 18%. Самую высокую устойчивость к повреждению цветков весенними заморозками проявил сорт Поздняя Лермонтова (5%). Большое подмерзание цветков (21,0–23,0%) было у сортов Жемчужная, Ленинградская гвардейская, Элитная форма 129/1 (табл. 2).

Таблица 2. Устойчивость сортов черешни к воздействию неблагоприятных абиотических и биотических факторов среды выращивания (2015–2022 гг.)

Table 2. Resistance of sweet cherries to adverse abiotic and biotic factors of the growing environment (2015–2022)

Сорт	Подмерзание цветков заморозками в фазе цветения, % ($t = -2,0^{\circ}\text{C}$)	Степень растрескивания плодов в период созревания при высокой влажности, %	Степень поражения плодов болезнями		
			коккомикоз, балл	монилиальный ожог, балл	монилиальная плодовая гниль, %
Память Покровской	18,6	22,1	0,7	0,6	5
Жемчужная	22,5	18,0	1,4	0,9	9
Марал	15,5	7,5	0,7	0,6	13
Буйнакская черная	19,0	15,0	0,9	0,5	14
Элитная форма 129/1	21,0	8,5	0,7	0,8	10
Ленинградская гвардейская	23,0	24,2	0,9	1,1	23
Долорес	17,5	22,4	0,6	0,6	21
Поздняя Лермонтова	5,0	8,0	1,0	0,8	15
НСР ₀₅	0,54	0,85	0,04	0,03	0,65

Среднее значение показателя растрескивания плодов в процессе созревания при высокой влажности воздуха для сортов черешни селекции ДСОСПК составило 15,7%, при этом отмечен значительный размах варьирования (31,0%) — от 7,5% (сорт Марал) до 24,2% (сорт Ленинградская гвардейская) (табл. 2).

Существенное влияние на общее состояние растений черешни, а также на продуктивность и качество плодов, наряду с абиотическими факторами среды, оказывают также и биотические факторы, в числе которых наиболее распространенными и вредоносными для черешни (при условии высокой влажности воздуха) являются грибковые заболевания — коккомикоз и монилиоз [19].

Как видно из таблицы 2, все исследованные сорта черешни отличаются высокой устойчивостью к коккомикозу. Интенсивность развития коккомикоза у сортов черешни дагестанской селекции не превышала 1,4 балла. Хорошую устойчивость к этому заболеванию проявили Долорес, Память Покровской, Марал и Элитная форма 129/1, у которых степень поражения плодов составила 0,6–0,7 балла. Кроме того, новые сорта проявили устойчивость к монилиальному ожогу — степень поражения плодов варьировала в пределах 0,5 балла (Буйнакская черная) — 1,1 балла (Ленинградская гвардейская). Новые селекционные сорта черешни (Память Покровской, Жемчужная и Элитная форма 129/1) характеризовались и высокой сопротивляемостью к поражению плодов монилиальной гнилью, при этом средний процент поражения составил 8,0%. Малой устойчивостью плодов к поражению монилиальной гнилью отличились Ленинградская гвардейская и Долорес (21–23% поражения) (табл. 2).

Концентрация растворимых сухих веществ (РСВ), которая является важнейшим технологическим показателем, определяющим вкусовые качества плодов и продуктов их переработки, в новых сортах черешни селекции ДСОСПК колеблется от 11,2% (Память Покровской) до 17,9% (Ленинградская гвардейская) при среднем значении данного показателя для анализируемого сорта 14,9%. Основная часть РСВ приходится на сахара, определяющие вкусовые свойства плодов, являющиеся источником энергии. Наибольшее накопление сахаров за годы проведения исследований было определено в плодах сортов Ленинградская гвардейская (13,2%), Долорес (12,5%) и Поздняя Лермонтова (11,9%). Титруемые кислоты, влияющие на вкус и питательную ценность черешни, также характеризуют ее качество. Все изучаемые сорта, за исключением сортов Память Покровской и

Жемчужная, по содержанию титруемых кислот отнесены к группе со средней кислотностью (0,5–1,9%). Значительным количеством кислот (0,87–1,12%) отличились Ленинградская гвардейская и Долорес. Содержание витамина С в плодах черешни дагестанской селекции варьировало в широких пределах: 4,52 мг% (Память Покровской) — 9,44 мг% (Буйнакская черная), что свидетельствует о значительной зависимости этого показателя от сортовой специфики. Высокой концентрацией аскорбиновой кислоты, наряду с сортом Буйнакская черная, выделились Марал (9,12 мг%), Ленинградская гвардейская (8,95 мг%) и Долорес (8,85 мг%).

Наряду с показателями биохимического состава важными являются товарно-потребительские свойства черешни — размер, окраска кожицы и мякоти плода, дегустационные свойства. Среди дагестанских селекционных сортов крупноплодностью отличились Долорес (7,7–8,2 г), Буйнакская черная (7,6–8,2 г), Ленинградская гвардейская (7,0–8,5 г), Жемчужная (8,5–9,3 г) и Элитная форма 129/1 (8,3–9,0 г). Дегустационные показатели качества плодов наиболее высоко были оценены (на 5,0 балла) у сортов Жемчужная, Марал и Ленинградская гвардейская.

Таблица 4. Производственный конвейер черешни Дагестана при районировании новых сортов селекции ДСОСПК
Table 4. Production conveyor of Dagestan sweet cherry when zoning new varieties of DBESFC selection

№ п/п	Сорт	Сроки созревания, декада				
		май		июнь		июль
		III	I	II	III	I
1	Память Покровской					
2	Дагестанская ранняя*					
3	Горянка*					
4	Дагестанка*					
5	Жемчужная					
6	Берекет*					
7	Марал					
8	Буйнакская черная					
9	Наполеон черная*					
10	Элитная форма 129/1					
11	Долорес					
12	Дрогана желтая*					
13	Ленинградская гвардейская					
14	Поздняя Лермонтова					

Примечание: * сорта черешни, районированные на территории Дагестана.

Таблица 3. Товарно-потребительская и биохимическая характеристика сортов черешни селекции ДСОСПК (2015–2022 гг.)
Table 3. Consumer and biochemical characteristics of DBESFC sweet cherry varieties (2015–2022)

Сорт	Средняя масса плода (min-max), г	Окраска		Форма плода	Дегустационная оценка, балл	Биохимическая характеристика плодов			
		плода	мякоти			Растворимые сухие вещества, %	Сахара, %	Титруемые кислоты, %	Витамин С, мг%
Память Покровской	5,2–6,0	темно-красная	темно-красная	округлая	4,9	11,2 ± 0,20	8,7 ± 0,18	0,34 ± 0,01	4,52 ± 0,10
Жемчужная	8,5–9,3	темно-красная	темно-бордовая	широкосердцевидная	5,0	15,0 ± 0,32	10,3 ± 0,24	0,40 ± 0,01	6,53 ± 0,15
Марал	6,7–7,5	темно-красная	темно-красная	округло-сердцевидная	5,0	13,7 ± 0,27	11,6 ± 0,31	0,62 ± 0,03	9,12 ± 0,29
Буйнакская черная	7,6–8,2	бордово-красная	бордово-красная	округло-сердцевидная	4,8	15,3 ± 0,33	10,1 ± 0,25	0,51 ± 0,01	9,44 ± 0,31
Элитная форма 129/1	8,3–9,0	темно-бордовая	бордово-красная	плоскоокруглая	4,8	14,5 ± 0,32	11,4 ± 0,19	0,68 ± 0,03	8,50 ± 0,26
Ленинградская гвардейская	7,0–8,5	темно-бордовая	темно-бордовая	плоскоокруглая	5,0	17,9 ± 0,40	13,2 ± 0,27	1,12 ± 0,03	8,95 ± 0,19
Долорес	7,7–8,2	темно-красная	темно-красная	сердцевидная	4,9	16,2 ± 0,41	12,5 ± 0,33	0,87 ± 0,02	8,85 ± 0,22
Поздняя Лермонтова	6,5–7,3	темно-красная	темно-красная	сердцевидная	4,8	15,8 ± 0,34	11,9 ± 0,36	0,52 ± 0,02	5,22 ± 0,13
НСР ₀₅	0,37								

В основном у всех исследованных сортов черешни в окраске плода и мякоти преобладали темно-красные и темно-бордовые тона.

На основе районированного сортимента черешни с учетом новых перспективных селекционных сортов черешни возможно создать конвейер сортов черешни различных сроков созревания, культивируемых в природных условиях Дагестана. Включение в сортимент новых высокоценных сортов послужит основой для качественного и количественного его совершенствования, а также продлению периода потребления черешни в Республике Дагестан и за ее пределами (табл. 4).

Научно обоснованный подбор сортов черешни местной селекции для промышленного возделывания позволит повысить надежность ее производства в различных природно-климатических провинциях Дагестана.

Вывод / Conclusion

Полученные новые сорта черешни селекции ДСОСПК отличаются значительной морозостойкостью (в среднем степень подмерзания цветков в фазе цветения весенними возвратными заморозками не превышала 17,8%), низкой восприимчивостью к грибковым болезням (коккомикозу и монилиозу), степень развития которых оценена менее чем на 1,4 балла. Лучшими среди изучаемых сортов по содержанию растворимых сухих веществ (15,8–17,9%) и сахаров (11,9–13,2%) оказались Ленинградская гвардейская, Долорес и Поздняя Лермонтова.

Массовая концентрация титруемых кислот у исследованного сортимента черешни составила 0,34% (Память Покровской) — 1,12% (Ленинградская гвардейская). Наилучшую способность к формированию витамина С в плодах проявили Долорес (8,85 мг%), Ленинградская гвардейская (8,95 мг%), Марал (9,12 мг%) и Буйнакская черная (9,44 мг%). Крупноплодностью отличились Жемчужная, Ленинградская гвардейская, Долорес и Элитная форма 129/1. Сорта черешни дагестанской селекции характеризуются различными сроками созревания, поэтому их можно использовать при организации непрерывного конвейера свежих плодов черешни — начиная с III декады мая и заканчивая I декадой июля.

Дегустационные оценки черешни новых сортов высокие — от 4,8 до 5,0 баллов (по пятибалльной шкале). Стабильная хорошая ежегодная урожайность селекционных сортов черешни — 7,5 т/га (Поздняя Лермонтова) — 12,0 т/га (Долорес) — служит показателем их способности адаптироваться к условиям выращивания. Деревьям характерны среднерослость и кроны, удобные для проведения агротехнических операций, они не нуждаются в специальной обрезке (достаточно провести обычную), хорошо отзываются на поливы и внесение удобрений. Новые сорта черешни селекции ДСОСПК, как источники хозяйственно ценных признаков и высоких товарно-потребительских свойств, могут быть рекомендованы для дальнейшего селекционного и промышленного использования, что будет способствовать решению проблемы импортозамещения.

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 выполнено при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан» (тема FNMN-2022-0009, государственный регистрационный № 122022400196-7).

FUNDING:

The research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Dagestan Agriculture Science Center (subject FN MN-2022-0009, state registration No. 122022400196-7).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Гусейнова Б.М., Абдулгамидов М.Д., Мусаева Р.Т. Товарно-потребительские показатели качества и хозяйственно ценные признаки интродуцированных сортов черешни разных сроков созревания, культивируемых в предгорной плодовой зоне Дагестана. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2022; 17(2): 14–21. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-12-19>
- Причко Т.Г., Чалая Л.Д., Алехина Е.М. Биологические особенности и химический состав плодов черешни районированных в Краснодарском крае сортов. *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2014; (1): 62–65. <https://elibrary.ru/scsfv>
- Быкова Т.О., Алексашина С.А., Демидова А.В., Макарова Н.В., Деменина Л.Г. Сравнительный анализ химического состава плодов вишни и черешни различных сортов, выращенных в Самарской области. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2017; (1): 32–35. <https://elibrary.ru/yhesoh>
- Заремук Р.Ш., Долья Ю.А. Конкурентоспособные сорта черешни для садоводства Краснодарского края. *Садоводство и виноградарство*. 2021; (3): 29–35. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2021-3-29-35>
- Гусейнова Б.М., Абдулгамидов М.Д. Хозяйственно ценные признаки и товарно-потребительские свойства новых сортов и гибридных форм черешни в условиях Дагестана. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022; 23(5): 685–696. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.5.685-696>
- Szpadzik E., Krupa T., Niemiec W., Jadczyk-Tobiasz E. Yielding and fruit quality of selected sweet cherry (*Prunus avium*) cultivars in the conditions of Central Poland. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 2019; 18(3): 117–126. <https://doi.org/10.24326/asphc.2019.3.11>
- Serradilla M.J., Martín A., Ruiz-Moyano S., Hernández A., López-Corrales M., Córdoba M.D.G. Physicochemical and sensorial characterisation of four sweet cherry cultivars grown in Jerte Valley (Spain). *Food Chemistry*. 2012; 133(4): 1551–1559. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.048>

REFERENCES

- Guseynova B., Abdulgamidov M., Musaeva R. Commercial and consumer indicators of quality and economically valuable signs of introduced cherry varieties of different maturation dates cultivated in foothill fruit zone of Dagestan. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2022; 17(2): 14–21 (In Russian). <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-12-19>
- Prichko T.G., Chalaya L.D., Alekhina Ye.M. Biological features and chemical composition in bird-cherry fruits of varieties, zoned in Krasnodar Krai. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2014; (1): 62–65 (In Russian). <https://elibrary.ru/scsfv>
- Bykova T.O., Aleksashina S.A., Demidova A.V., Makarova N.V., Demenina L.G. Comparative analysis of the chemical composition of the fruits cherry and sweet cherry of different varieties grown in the Samara region. *Izvestiya vuzov. Food Technology*. 2017; (1): 32–35 (In Russian). <https://elibrary.ru/yhesoh>
- Zaremuk R.S., Dolya Yu.A. Sweet cherry competitive varieties for the horticulture of the Krasnodar Territory. *Horticulture and viticulture*. 2021; (3): 29–35 (In Russian). <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2021-3-29-35>
- Guseynova B.M., Abdulgamidov M.D. Agronomic characters and commodity and consumer qualities of new varieties and hybrid forms of cherries in the conditions of Dagestan. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2022; 23(5): 685–696 (In Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.5.685-696>
- Szpadzik E., Krupa T., Niemiec W., Jadczyk-Tobiasz E. Yielding and fruit quality of selected sweet cherry (*Prunus avium*) cultivars in the conditions of Central Poland. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 2019; 18(3): 117–126. <https://doi.org/10.24326/asphc.2019.3.11>
- Serradilla M.J., Martín A., Ruiz-Moyano S., Hernández A., López-Corrales M., Córdoba M.D.G. Physicochemical and sensorial characterisation of four sweet cherry cultivars grown in Jerte Valley (Spain). *Food Chemistry*. 2012; 133(4): 1551–1559. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.048>

8. Kelebek H., Selli S. Evaluation of chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars. *International Journal of Food Science & Technology*. 2011; 46(12): 2530–2537. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02777.x>
9. Алехина Е.М. Селекционная оценка сортов черешни по комплексу хозяйственно-ценных признаков. *Плодоводство и виноградарство юга России*. 2019; (3): 18–28. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2019-3-57-18-28>
10. Алехина Е.М. Формирование перспективного промышленного сортимента черешни для южной зоны садоводства. *Садоводство и виноградарство*. 2017; (4): 15–21. <https://doi.org/10.18454/VSTISP.2017.4.6839>
11. Бондаренко Л.В., Маслова О.В., Белкина А.В., Сухарева К.В. Глобальное изменение климата и его последствия. *Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова*. 2018; (2): 84–93. <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2018-2-84-93>
12. Campoy J.A., Ruiz D., Egea J. Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: A review. *Scientia Horticulturae*. 2011; 130(2): 357–372. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.07.011>
13. Luedeling E. Climate change impacts on winter chill for temperate fruit and nut production: A review. *Scientia Horticulturae*. 2012; 144: 218–229. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.07.011>
14. Else M., Atkinson C. Climate change impacts on UK top and soft fruit production. *Outlook on Agriculture*. 2010; 39(4): 257–262. <https://doi.org/10.5367/oa.2010.0014>
15. Ожерельева З.Е., Гуляева А.А. Влияние заморозков на устойчивость генеративных органов вишни в период цветения. *Современное садоводство*. 2015; (3): 45–51. <https://elibrary.ru/ulqlw>
16. Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Можар Н.В., Моренец А.С. К расшифровке механизма взаимодействия «генотип — среда» в условиях изменения климата для плодовых культур на юге России. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2018; 72: 142–148. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-72-142-148>
17. Zhang L., Ampatzidis Y., Whiting M.D. Sweet cherry floral organ size varies with genotype and temperature. *Scientia Horticulturae*. 2015; 182: 156–164. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.09.051>
18. Götz K.P., Chmielewski F.M., Homann T., Huscchek G., Matzneller P., Rawel H.M. Seasonal changes of physiological parameters in sweet cherry (*Prunus avium* L.) buds. *Scientia Horticulturae*. 2014; 172: 183–190. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.04.012>
19. Полубятко И.Г., Таранов А.А., Козловская З.А., Кондратенко Ю.Г. Выявление источников зимостойкости, устойчивости к коккомикозу, крупноплодности черешни. *Садоводство и виноградарство*. 2019; (5): 12–16. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2019-5-12-16>
8. Kelebek H., Selli S. Evaluation of chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars. *International Journal of Food Science & Technology*. 2011; 46(12): 2530–2537. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02777.x>
9. Alekhina E.M. Breeding evaluation of sweet cherry variety's forms on complex of economically valuable signs. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2019; (3): 18–28 (In Russian). <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2019-3-57-18-28>
10. Alekhina E.M. Formation of perspective industrial assortment of cherry for southern horticultural zone. *Horticulture and viticulture*. 2017; (4): 15–21 (In Russian). <https://doi.org/10.18454/VSTISP.2017.4.6839>
11. Bondarenko L.V., Maslova O.V., Belkina A.V., Sukhareva K.V. Global climate changing and its after-effects. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*. 2018; (2): 84–93 (In Russian). <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2018-2-84-93>
12. Campoy J.A., Ruiz D., Egea J. Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: A review. *Scientia Horticulturae*. 2011; 130(2): 357–372. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.07.011>
13. Luedeling E. Climate change impacts on winter chill for temperate fruit and nut production: A review. *Scientia Horticulturae*. 2012; 144: 218–229. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.07.011>
14. Else M., Atkinson C. Climate change impacts on UK top and soft fruit production. *Outlook on Agriculture*. 2010; 39(4): 257–262. <https://doi.org/10.5367/oa.2010.0014>
15. Ozherelieva Z.E., Guliaeva A.A. Frost effect on resistance of cherry generative organs during flourification. *Contemporary horticulture*. 2015; (3): 45–51 (In Russian). <https://elibrary.ru/ulqlw>
16. Dragavtsev V.A., Dragavtseva I.A., Mozhar N.V., Morenets A.S. To deciphering of the «genotype — environment» interaction mechanism in the context of climate change for fruit crops in the South of Russia. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2018; 72: 142–148 (In Russian). <https://doi.org/10.21515/1999-1703-72-142-148>
17. Zhang L., Ampatzidis Y., Whiting M.D. Sweet cherry floral organ size varies with genotype and temperature. *Scientia Horticulturae*. 2015; 182: 156–164. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.09.051>
18. Götz K.P., Chmielewski F.M., Homann T., Huscchek G., Matzneller P., Rawel H.M. Seasonal changes of physiological parameters in sweet cherry (*Prunus avium* L.) buds. *Scientia Horticulturae*. 2014; 172: 183–190. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.04.012>
19. Polubyatko I.G., Taranov A.A., Kazlouskaya Z.A., Kondratenok Yu.G. Identification of sources of winter hardiness, resistance to coccomycosis, large-fruited of sweet cherry. *Horticulture and viticulture*. 2019; (5): 12–16 (In Russian). <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2019-5-12-16>

ОБ АВТОРАХ:

Батуч Мухтаровна Гусейнова,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник,
Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан,
ул. Абдуразака Шахбанова, д. 30, Научный городок, Махачкала,
Республика Дагестан, 367014, Россия
batuch@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3104-5100>
Тел. +7 (989) 458-66-54

Магомед Дадагаджиевич Абдулгамидов,
старший научный сотрудник,
Дагестанская селекционная опытная станция плодовых культур — филиал «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»,
ул. Ломоносова, д. 105, Буйнакск, Республика Дагестан, 368220, Россия
abdulgamidov1963@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4168-474X>
Тел. 8 (989) 451-15-85

ABOUT THE AUTHORS:

Batuch Mukhtarovna Guseynova,
Doctor of Agricultural Sciences, associate professor, Chief Researcher,
Dagestan Agriculture Science Center,
30 Abdurazak Shakhbanov str., Nauchnyy gorodok, Makhachkala,
Republic of Dagestan, 367014, Russia
batuch@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3104-5100>
Phone: +7 (989) 458-66-54

Magomed Dadagadzhievich Abdulgamidov,
Senior researcher,
Dagestan Breeding Experimental Station of Fruit Crops — branch of the «Dagestan Agriculture Science Center»,
105 Lomonosov str., Bujnask, Republic of Dagestan, 368220, Russia
abdulgamidov1963@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4168-474X>
Phone: +7 (989) 451-15-85

Адаптационные возможности и изменения в биоэкологии *Cydia pomonella* L. в Центральном районе Нечерноземной зоны России на фоне глобального потепления

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Изменение климата оказывает значительное влияние на биоэкологию яблонной плодовой жоржки *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Tortricidae) в Центральном районе Нечерноземной зоны России.

Методы. При проведении исследований использовали как оригинальные, так и общепринятые методы. Феромонные ловушки для изучения динамики лёта *C. pomonella* устанавливали в садах до цветения яблони. До вылета первых бабочек и в конце лёта ловушки осматривали ежедневно, в остальное время — один-два раза в неделю. Диспенсеры меняли один раз в пять недель, клейкие вкладыши — по мере загрязнения. Гусениц, уходящих на коконирование, отлавливали в ловчие пояса — гофрированный с одной (внутренней) стороны картон шириной 20 см.

Результаты. Сроки вылета бабочек перезимовавшего поколения сильно колеблются по годам — как по датам (от 14.05 до 31.05) по фазам развития яблони (от «розовый бутон — начало цветения» до «конец цветения»), так и по сумме эффективных температур (СЭТ) (от 40,0 до 122,6 °С). В Московской области с апреля по октябрь накопление СЭТ выше 10 °С отмечается на уровне 1009,2–1229,3 °С, что наряду с адаптационными возможностями северных популяций вредителя обеспечивает ежегодное развитие второго поколения *C. pomonella*. Соотношение численности первого и второго поколений зависит от погодных условий конкретных периодов вегетации, однако численность второго поколения каждый год превышает экономический порог вредоносности (ЭПВ) в несколько раз. Фотопериод в данной зоне не играет решающей роли по влиянию как на динамику лёта, так и на численность бабочек второго поколения.

Ключевые слова: *Cydia pomonella* L., фитофаг, глобальное потепление, биоэкология, сумма эффективных температур (СЭТ), количество поколений

Для цитирования: Зейналов А.С., Орел Д.С. Адаптационные возможности и изменения в биоэкологии *Cydia pomonella* L. в Центральном районе Нечерноземной зоны России на фоне глобального потепления. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 89–95, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-89-95>

© Зейналов А.С., Орел Д.С.

Adaptation possibilities and changes in the bioecology of *Cydia pomonella* L. in the central region of the non-black soil zone of Russia on the background of global warming

ABSTRACT

Relevance. Climate change has a significant impact on the bioecology of the codling moth *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Tortricidae) in the Central region of the Nonchernozem zone of Russia.

Methods. During the research, both original and conventional methods were used. Pheromone traps, to study the flight dynamics of *C. pomonella*, were installed in orchards before apple blossom. Before the emergence of the first butterflies and at the end of the summer, the traps were inspected daily, the rest of the time 1–2 times a week. Dispensers were changed 1 time in 5 weeks, adhesive inserts as they become dirty. Caterpillars leaving for cocooning were caught in trapping belts — corrugated cardboard on one (inner) side 20 cm wide.

Results. The timing of the departure of butterflies of the overwintered generation varies greatly by year — both by dates (from 14.05 to 31.05), by the phenophases of apple tree development (from «rosebud — the beginning of flowering» to «the end of flowering»), and by the sum of effective temperatures (SET) (from 40.0 to 122.6 °C). In the Moscow region, from April to October, the accumulation of SET above 10 °C is noted at the level of 1009.2–1229.3 °C, which, along with the adaptive capabilities of northern pest populations, ensures the annual development of the second generation of *C. pomonella*. The ratio of the number of the first and second generations depends on the weather conditions of specific periods of vegetation, however, the number of the second generation exceeds the economic threshold of harmfulness (EPV) several times every year. The photoperiod in this zone does not play a decisive role in influencing both the dynamics of summer and the number of butterflies of the second generation.

Key words: *Cydia pomonella* L., phytophage, global warming, bioecology, sum of effective temperatures (SET), number of generations

For citation: Zeynalov A.S., Orel D.S. Adaptation possibilities and changes in the bioecology of *Cydia pomonella* L. in the Central region of the Non-black soil zone of Russia on the background of global warming. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 89–95 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-89-95>

© Zeynalov A.S., Orel D.S.

Введение / Introduction

Глобальное потепление, следствием которого является изменение климата, оказывает значительное воздействие на экосистемы, нарушая баланс входящих в нее живых организмов [1–3]. Активизируется динамика эволюционных процессов, стремящихся к установлению нового равновесия, исходя из адаптационных возможностей элементов системы [4–6]. Заметные метаморфозы наблюдаются и в агроэкосистемах, являющихся составной частью природных ландшафтов, где выращиваемая монокультура, особенно многолетняя, определяет состав структурных элементов агробиоценозов, в том числе взаимосвязь вредных организмов с растением-хозяином, играющим роль основного фактора [7–10]. В этом плане насаждения яблони, самой распространенной и популярной плодовой культуры в Центральном районе Нечерноземной зоны, куда входит Московская область, могут служить индикатором происходящих перемен.

Доминантным вредителем яблони в указанной зоне является яблонная плодовая жорка *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Tortricidae), которая встречается практически во всех зонах возделывания этой культуры на планете (с небольшим исключением) [11–13]. Это дает возможность не только оценить определенные изменения в биоэкологии популяции фитофага на данной территории, но и сравнивать их с подобными явлениями в других регионах.

В литературных источниках имеется информация о том, что в южных регионах России *C. pomonella* развивается в трех поколениях [14–16], в средней полосе (Центрально-Черноземный регион) имеет два поколения в году [17–19], а в Нечерноземной зоне развивается в одном поколении [20–22], в самые теплые годы может дать факультативное второе поколение с численностью не более 2% от численности первого поколения. Такая же картина до настоящего времени наблюдалась и в соответствующих климатических поясах по всему земному шару [23–25]. Такую закономерность исследователи объясняют как длительностью вегетационного сезона (количеством дней с положительной температурой), так и суммой эффективных температур (СЭТ) выше 10 °С, необходимых для развития соответствующих генераций вредителя, влиянием взаимосвязи температуры и фотопериода в конкретных регионах развития фитофага. По некоторым данным, на количество генераций могут повлиять и другие факторы, например фитосанитарное состояние насаждений (наличие или отсутствие интенсивных химических защитных мероприятий) [26].

Тем не менее глобальное потепление, реакция на него растений и их фитофагов создают новые реалии, где имеют место значительные изменения в особенностях развития как растений-хозяев, так и их вредителей, в том числе в биоэкологии яблонной плодовой жорки. Так как степень вредоносности фитофага, а также в соответствии с этим планируемые меры по предотвращению потери урожая не могут быть правильно оценены и проведены без подробного изучения биологии и экологии вредителя, цель исследований — изучить биоэкологические особенности развития яблонной плодовой жорки *Cydia pomonella* L. в Центральном районе Нечерноземной зоны России в условиях изменения климата.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования проводили в 2017–2022 гг. в насаждениях яблони Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства» (ФГБНУ ФНЦ Садоводства, Ленинский р-н, Московская обл. — 55,47° с. ш., 37,7° в. д., 124 м над уровнем моря) разного возраста (старый сад — 1985 г. посадки, площадь — 0,4 га; молодой сад — 2015 г. посадки, площадь — 0,7 га; демонстрационный сад — 2007 г. посадки, площадь — 0,4 га) с сортовым составом: Аркадик — раннелетнего срока созревания, Грушовка московская, Мантет, Мелба — летнего, Коричное новое — осеннего, Антоновка обыкновенная, Марат Бусурин — раннезимнего, Лобо, Маяк Загорья, Спартан — зимнего, Подарок Графскому, Свежесть — позднелетнего. Агротехнический уход — стандартный. В период лета плодовой жорки одновременно во всех вышеуказанных садах проводили пять обработок одними и теми же препаратами, разрешенными для применения в плодоносящих насаждениях яблони.

При изучении биоэкологических особенностей развития и динамики лета *C. pomonella* использовали ловушки феромонные: феромонный препарат Диенол-П, диспенсер — резиновая пробка, пропитанная половым феромоном (действующим веществом Е, Е-8, 10-додекадиенол), концентрация — 1 мг на диспенсер. Форма ловушки — дельтаобразная (треугольная) со съемным клейким вкладышем 10 x 17 см. Диспенсер устанавливали в центр клейкого вкладыша пинцетом.

Ловушки в садах (по две в каждом) устанавливали (до цветения) на высоте 2 м с учетом розы ветров и защитой диспенсера от прямого попадания солнечных лучей. До вылета первых бабочек и в конце лета ловушки осматривали ежедневно, в остальное время — один-два раза в неделю. Диспенсеры меняли один раз в пять недель, клейкие вкладыши — по мере загрязнения.

С целью установления начала откладки яиц *C. pomonella* через три дня после улова первых бабочек ежедневно в 10 местах (по одному дереву) осматривали по 100 листьев (25 с каждой стороны) и 40 плодов (10 с каждой стороны). Для установления даты отрождения первых гусениц (через пять дней после обнаружения первых яиц) проводили аналогичные обследования с увеличением количества обследуемых плодов — до 50 на каждое дерево. Листья осматривали на месте, подозрительные плоды срывали для дополнительного обследования в лабораторных условиях с использованием стереоскопического микроскопа МБС-10 (ОАО «ЛЗОС», Россия).

Уходящих на коконию гусениц яблонной плодовой жорки отлавливали в ловчие пояса — гофрированный с одной (внутренней) стороны картон шириной 20 см. Места установки поясов (50 см от поверхности почвы) зачищали, в случае необходимости разравнивали с применением садового вара, нижнюю часть фиксировали жестко — для исключения прохода гусениц дальше, верхнюю часть прикрепляли слабо — для свободного проникновения гусеницы во внутреннюю часть пояса. В каждом саду устанавливали по 10 поясов (по одному на дерево, равномерно по площади по двум диагоналям), осматривали их через каждые два дня.

Параметры климатических показателей, в том числе суммы эффективных температур (СЭТ), определяли по данным Гидрометцентра по г. Москве

(<http://www.pogodaiklimat.ru/history/27612.htm>). Средние (выборочная средняя $\bar{x}$) по датам наблюдений (средняя численность бабочек, шт/ловушку) и стандартное отклонение (σ) вычисляли с использованием пакета программы Microsoft Excel (отдельно по каждому участку наблюдений), НСР 05 определяли по Б.А. Доспехову¹.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты наблюдений свидетельствуют о заметном изменении в биоэкологии *C. pomonella* в Центральном районе Нечерноземной зоны России в последние годы. Они хорошо прослеживаются при анализе и сравнении полученных данных с научными исследованиями, проведенными учеными в последние десятилетия XX века и в начале XXI в указанной зоне [20, 21, 27], в том числе в Московской области [20, 28, 29]. С одной стороны, это связано с потеплением климата, отмеченным в сводках Гидрометцентра России (<http://meteoinfo.ru>), где указывается существенное повышение среднегодовой температуры от 5 °C (1961–1990 гг.) до 5,8 °C (1981–2010 гг.), в том числе подчеркнутое показателями последних пяти лет (табл. 1), а с другой — с пластичностью и последовательной адаптацией *C. pomonella* к изменяющимся условиям среды обитания. Некоторые изменения биоэкологии северных популяций яблонной плодовой гусеницы отмечаются и в работах зарубежных исследователей [30].

В целом потепление климата приводит не только к смягчению условий зимовки вредителя, накоплению большей суммы эффективных температур и количества дней с среднесуточной температурой выше 10 °C, приводящей к удлинению вегетационного сезона, но и влияет на взаимоотношение фитофага с растением-хозяином, в свою очередь приспособляющимся к новым условиям среды, что отражается на его фенологических фазах развития [31–33]. При этом пластичность *C. pomonella* в данном взаимоотношении играет не последнюю роль, так как прослеживается достаточно четкая реакция фитофага на все экстремальные ситуации, связанные с резкими изменениями погоды.

Если ранее для вылета первых бабочек перезимовавшего (весеннего) поколения *C. pomonella* требовалась сумма эффективных температур (СЭТ) выше 10 °C около 100 °C (90–110 °C) [34, 35], то в настоящее

Таблица 2. Календарные сроки и СЭТ к началу вылета бабочек *C. pomonella* (ФНЦ Садоводства, <http://www.pogodaiklimat.ru/history/27612.htm>)

Table 2. Calendar dates and SET by the beginning of the departure of butterflies *C. pomonella* (FSBSI ARHCBAN, <http://www.pogodaiklimat.ru/history/27612.htm>)

Годы исследований	Фенофаза развития яблони	Дата вылета бабочек	СЭТ, °C
2017	начало цветения ранних сортов	23.05	56,1
2018	полное цветение	17.05	122,6
2019	полное цветение	14.05	99,3
2020	конец цветения	31.05	76,8
2021	розовый бутон — начало цветения	17.05	64,1
2022	розовый бутон — начало цветения	31.05	40,0

время в указанной зоне исследований эта сумма резко колеблется — от 40 °C до 122,6 °C (в зависимости от условий года) (табл. 2). Ранее (по календарным срокам) начало их вылета наблюдалось в конце мая — первой половине июня, то есть значительно позже указанных в таблице 2 периодов 14–31 мая. При этом (ориентировочно на фенологические фазы развития яблони) вылет первых бабочек всегда имел место не ранее конца цветения — фазы образования завязей культуры [20, 21, 35]. Как видно из таблицы 2, и по этому параметру имеется значительное отличие, то есть первые бабочки перезимовавшего поколения в настоящее время появляются даже в фазу «розовый бутон — начало цветения» (не позже конца периода цветения).

Прослеживаются конкретные изменения для каждой стадии развития *C. pomonella*. Как видно из таблицы 3, ранний вылет бабочек приводит к ранней откладке яиц, развитию гусениц и более раннему уходу их на коконирование в Московской области. Хотя период от вылета первых бабочек до откладки ими яиц, а также для их эмбрионального развития занимает относительно продолжительное время (из-за невысоких, часто колеблющихся температур), в дальнейшем, благодаря более высокой (оптимальной для фитофага) температуре воздуха (табл. 1) и адаптационным возможностям плодовой гусеницы, процесс развития ускоряется и уход на коконирование первых гусениц часто наблюдается уже в начале июля (табл. 3). Это создает благоприятные условия для развития второго (летнего) поколения *C. pomonella*.

Таблица 1. Показатели погодных условий в зоне исследований в 2018–2022 гг. (<http://www.pogodaiklimat.ru/history/27612.htm>)
Table 1. Indicators of weather conditions in the study area in 2018–2022 (<http://www.pogodaiklimat.ru/history/27612.htm>)

Год	Показатели температуры	Месяц							СЭТ выше 10 °C*
		апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	
2018	средняя	7,8	16,2	17,3	20,5	19,8	14,6	7,3	1229,3
	отклонение**	+1,1	+3,0	+0,3	+1,3	+2,8	+3,3	+1,7	
	СЭТ выше 10 °C	21,0	191,6	220,3	324,6	303,6	153,9	14,3	
2019	средняя	8,1	16,3	19,6	16,8	16,4	12,3	8,9	1073,1
	отклонение	+1,4	+3,1	+2,6	-2,4	-0,6	+1,0	+3,3	
	СЭТ выше 10 °C	34,2	196,6	288,4	209,3	197,9	109,9	36,8	
2020	средняя	4,8	11,7	19,0	18,7	17,6	13,9	9,2	1009,2
	отклонение	-1,9	-1,5	+2,0	-0,5	+0,6	+2,6	+3,6	
	СЭТ выше 10 °C	0,0	77,6	268,9	270,5	235,1	119,0	38,1	
2021	средняя	7,5	14,3	20,5	22,2	19,5	9,9	6,4	1201,1
	отклонение	+0,6	+0,7	+3,2	+2,5	+1,9	-2,0	+0,6	
	СЭТ выше 10 °C	22,7	143,4	315,9	378,6	295,1	44	1,4	
2022	средняя	5,8	10,7	18,9	20,7	21,9	10,1	7,2	1050,2
	отклонение	-1,1	-2,9	+1,6	+1,0	+4,3	-1,8	+1,4	
	СЭТ выше 10 °C	6,3	43,7	266,4	331,3	368,7	20,6	13,2	

Примечания: * СЭТ за вегетационный сезон (апрель — октябрь), ** отклонение от среднеемноголетней нормы.

¹ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 6-е изд. Москва: Альянс. 2011; 351.

Таблица 3. Сумма эффективных температур (СЭТ) ко времени появления отдельных стадий развития *C. pomonella* (ФНЦ

Садоводства)

Table 3. The sum of effective temperatures (SET) by the time of the appearance of individual developmental stages of *C. pomonella* (FSBSI ARHCBAN)

Стадия развития	Дата по годам			СЭТ (°C) по годам			
	2018	2021	2022	2018	2021	2022	НСП 05
Начало вылета бабочек	17.05	17.05	31.05	122,6	64,1	40,0	16,68
Начало откладки яиц	28.05	27.05	10.06	191,1	143,9	111,2	30,58
Начало массового лёта	01.06	06.06	10.06	212,6	193,4	111,2	19,33
Начало отрождения гусениц	12.06	10.06	24.06	247,7	223,0	226,1	22,47
Пик численности бабочек первого поколения	22.06	28.06	14.07	327,1	450,8	464,6	29,74
Начало ухода гусениц на кокони́рование	04.07	03.07	17.07	460,2	501,3	491,2	19,5

В настоящее время нет сомнений в возможности появления второго (летнего) поколения яблонной плодовой в Московской области, оно имеет место каждый год. Есть вопрос о его численности: больше, на уровне или меньше первого (перезимовавшего) поколения.

Наличие второго и последующих генераций *C. pomonella* или возможность их появления в конкретном световом поясе и климатической зоне связывают с СЭТ выше 10 °C, температурой воздуха в период их потенциального лёта и фотопериодом [36–38]. Однако (исходя из наших исследований последних лет) в указанной зоне появление второго поколения яблонной плодовой и его численность в большей степени определяются следующими факторами:

- температурой воздуха в июле — начале августа, когда откормившиеся гусеницы массово уходят на

кокони́рование. В зависимости от этого они или окукливаются и дают начало второму поколению, или уходят на зимнюю диапаузу (в любом случае в зонах, где имеет место второе и последующие поколения, часть гусениц обязательно уходят на зимнюю диапаузу);

- температурой воздуха во второй половине августа — начале сентября, что значительно влияет на интенсивность лёта и численность бабочек второго поколения в конкретном отрезке времени;

- наличием плодов на деревьях (не падалища) во второй половине августа — начале октября (осенние, зимние сорта).

Условия развития первого (перезимовавшего) поколения, а также его численность в этом плане имеют менее заметное влияние, что наглядно видно из таблицы 1 и данных динамики лёта плодовой в разные годы, при-

веденных на рисунках 1–3. Часть гусениц летнего поколения, которые не закончили питание, могут выноситься из сада в собранных плодах, однако далеко не всегда [35].

Как видно из рисунка 1, в 2018 г. численность бабочек второго поколения практически в 1,5 раза превысила численность бабочек первого поколения. Это было связано со стабильно высокой среднесуточной температурой воздуха в июле — сентябре (табл. 1), весьма благоприятной для плодовой, с наличием кормовой базы в течение всего периода лёта, что способствовало массовому окукливанию и лёту второго поколения *C. pomonella*.

В 2019 и 2020 годах весенние периоды имели противоположные показатели: весна в 2019 г. — теплая и ранняя, в 2020 г. — холодная и затяжная. Но в оба года весь июль и август (особенно начало августа) были относительно холодными (табл. 1), неблагоприятными для плодовой, с не очень большим урожаем, что способствовало уходу большей части гусениц в зимнюю диапаузу.

В результате в 2019 г. численность первого поколения *C. pomonella* была в 1,7 раза больше, чем второго поколения

Рис. 1. Динамика лёта *C. pomonella* в 2018 г. (численность в среднем на одну ловушку в старом саду (а) и молодом (б) ($\bar{x} \pm \sigma$, Ленинский р-н, Московская обл.)

Fig. 1. Dynamics of *C. pomonella* flight in 2018 (average number per 1 trap in the old garden (a) and young (b) ($\bar{x} \pm \sigma$, Leninsky district, Moscow region)

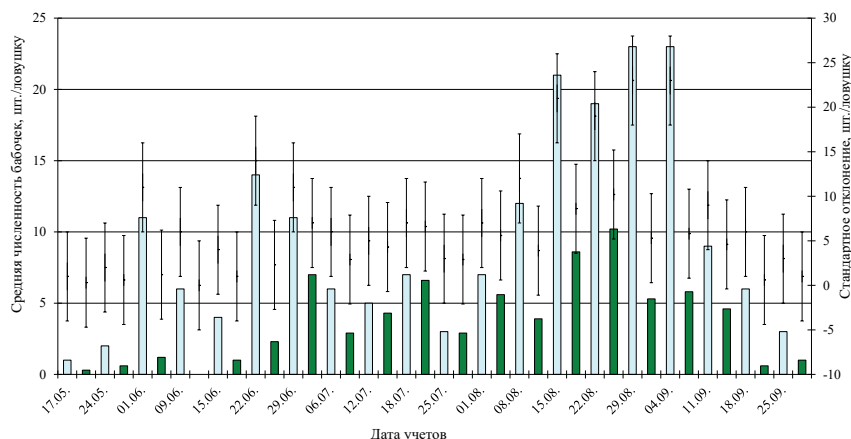


Рис. 2. Динамика лёта *C. pomonella* в 2021 г. (численность в среднем на одну ловушку) в демонстрационном саду (а), старом (б) и молодом (с) ($\bar{x} \pm \sigma$, Ленинский р-н, Московская обл.)

Fig. 2. Dynamics of the flight of *C. pomonella* in 2021 (average number per 1 trap) in the demonstration garden (a), old (b) and young (c) ($\bar{x} \pm \sigma$, Leninsky district, Moscow region)

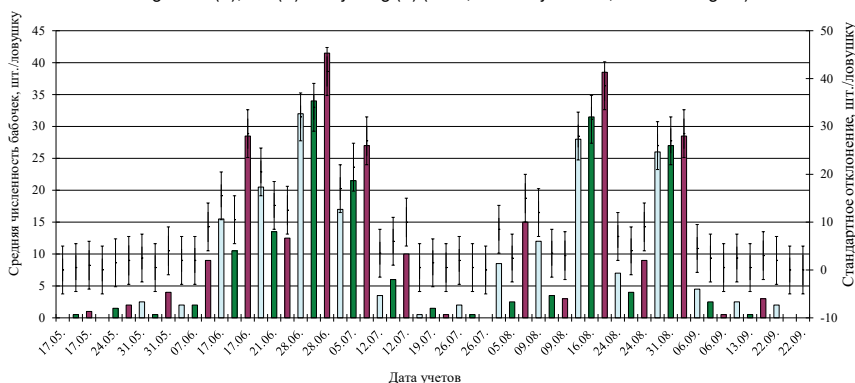
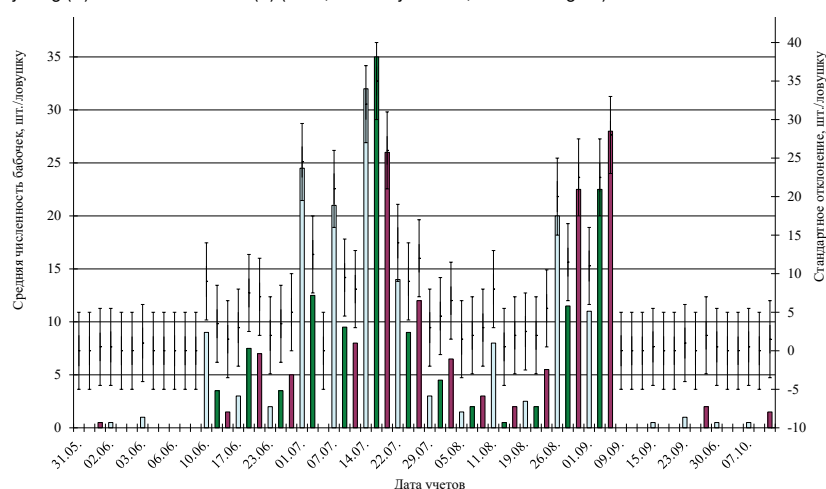


Рис. 3. Динамика лёта *C. pomonella* в 2022 г. (численность в среднем на одну ловушку) в старом саду (а), молодом (б) и демонстрационном (с) ($\bar{x} \pm \sigma$, Ленинский р-н, Московская обл.)

Fig. 3. Dynamics of flight of *C. pomonella* in 2022 (average number per 1 trap) in the old garden (a), young (b) and demonstration (c) ($\bar{x} \pm \sigma$, Leninsky district, Moscow region)



(соответственно, 24 и 14 бабочек на одну ловушку в период пика лёта) и в 2020 г. — в 1,4 раза (соответственно, 18 и 12 на одну ловушку в период пика лёта).

2021 год, с апреля по август (особенно вторая половина июня и июль), был теплым (со среднемесячной температурой значительно выше многолетних показателей) (табл. 1), с кратковременным похолоданием в начале III декады августа, что привело к резкому снижению активности лёта бабочек (рис. 2) с восстановлением сразу после повышения температуры. Сентябрь был холодным (со среднемесячным показателем температуры ниже многолетней нормы на 2 °C), что отразилось на динамике лёта, хотя он продолжался до 22.09.2021. Благодаря благоприятной погоде с небольшими отклонениями и наличию кормовой базы (плоды на деревьях поздних сортов) второе поколение *C. pomonella* по численности практически не уступило первому.

В 2022 году из-за холодного и очень холодного апреля и мая (как и в 2020 г.) вылет бабочек очень затянулся и состоялся только 31 мая. Однако теплые июнь, июль и практически жаркий август (табл. 1) не только обеспечили интенсивный лёт и быстрое развитие гусениц первого поколения, но и массовый лёт второго поколения (рис. 3), который был резко и полностью прерван

однако был малочисленным, но продолжался до 7 октября 2022 года. Плоды зимних сортов в саду в это время еще не полностью были собраны. Исследования, проведенные в указанном диапазоне времени, показывают, что фотопериод в данной зоне не играл решающей роли по влиянию — как на динамику лёта, так и на численность бабочек второго поколения.

Выводы / Conclusion

Установлено, что в настоящее время в условиях Московской области ежегодно развивается второе поколение яблонной плодовой моли. Численность бабочек второго поколения *C. pomonella* во все годы исследований в несколько раз превышает ЭПВ. Это требует разработки эффективных способов борьбы со вторым поколением яблонной плодовой моли в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России, что является не совсем простой задачей, так как совпадает с периодом созревания и сбора плодов сортов разного срока созревания, имеет непосредственное отношение к их экологической безопасности. Подавление численности второго поколения важно также и с точки зрения уменьшения зимующего запаса вредителя, потенциальной опасности урожаю будущего года.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Исследования выполнены в рамках реализации государственного задания ФГБНУ ФНЦ Садоводства № 0432-2021-0002 «Изучить особенности биологии 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 State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center for Horticulture 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

1. Prakash A. et al. Climate Change: Impact on Crop Pests. Odisha, India: *Applied Zoologists Research Association (AZRA)*. 2014; 205. ISBN: 81-900947-2-7
2. 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://www.elibrary.ru/xgrgnj>

REFERENCES

1. Prakash A. et al. Climate Change: Impact on Crop Pests. Odisha, India: *Applied Zoologists Research Association (AZRA)*. 2014; 205. ISBN: 81-900947-2-7
2. Sukhoveeva O.E. Changes of climatic conditions and agroclimatic resources in Central Non-Black Soil Zone. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*. 2016; (4): 41–49 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/xgrgnj>

3. Skendžić S., Zovko M., Živković I.P., Lešić V., Lemić D. The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. *Insects*. 2021; 12(5): 440. <http://doi.org/10.3390/insects12050440>
4. Lickley M., Solomon S. Drivers, timing and some impacts of global aridity change. *Environmental Research Letters*. 2018; 13(10): 104010. <http://doi.org/10.1088/1748-9326/aae013>
5. Lehmann P. et al. Complex responses of global insect pests to climate warming. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2020; 18(3): 141–150. <http://doi.org/10.1002/fee.2160>
6. González-Tokman D., Córdoba-Aguilar A., Dáttilo W., Lira-Noriega A., Sánchez-Guillén R.A., Villalobos F. Insect responses to heat: Physiological mechanisms, evolution and ecological implications in a warming world. *Biological Reviews*. 2020; 95(3): 802–821. <http://doi.org/10.1111/brv.12588>
7. Nihal R. Global Climate change and its impact on integrated pest management. *Agro Econ. Int. J.* 2020; 7(2): 133–137.
8. Heeb L., Jenner E., Cock M.J.W. Climate-smart pest management: building resilience of farms and landscapes to changing pest threats. *Journal of Pest Science*. 2019; 92(3): 951–969. <http://doi.org/10.1007/s10340-019-01083-y>
9. Зейналов А.С. Биоэкология северной популяции сливовой плодовой моли *Grapholitha funebrana* Tr. (Lepidoptera: Tortricidae) в условиях Центрально-Нечерноземной зоны России. *Сельскохозяйственная биология*. 2018; 53(5): 1080–1088. <http://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.5.1080rus>
10. Зейналов А.С. Биоэкологические особенности развития вишневой мухи *Rhagoletis cerasi* (L. 1758) (Diptera: Tephritidae) в Центрально-Нечерноземной зоне России. *Сельскохозяйственная биология*. 2020; 55(1): 174–183. <http://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.1.174rus>
11. Каширская Н.Я., Каширская А.М., Медведева Ю.А. Развитие яблонной плодовой моли и эффективность препаратов в борьбе с ней. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2012; (2): 25–28. <https://www.elibrary.ru/peomil>
12. Zimmermann G., Huger A.M., Kleespies R.G. Occurrence and Prevalence of Insect Pathogens in Populations of the Codling Moth, *Cydia pomonella* L.: A Long-Term Diagnostic Survey. *Insects*. 2013; 4(3): 425–446. <http://doi.org/10.3390/insects4030425>
13. Mahi T., Harizia A., Benguerai A., Canelo T., Bonal R. Assessment and forecast of damages caused by *Cydia pomonella* in apple orchards of Northern Africa (Algeria). *Bulletin of Insectology*. 2021; 74(1): 139–146.
14. Пачкин А.А. Разработка новых способов управления численностью вредных видов насекомых с помощью феромонов и энтомопатогенов на примере яблонной плодовой моли. Дисс. канд. биол. наук. Москва. 2015; 153. <https://www.elibrary.ru/umfmvd>
15. Яковук В.А. и др. Анализ многолетнего мониторинга лёта яблонной плодовой моли как основа планирования защитных мероприятий. *Земледелие*. 2020; (7): 39–43. <http://doi.org/10.24411/0044-3913-2020-10708>
16. Сугоняев Е.С. и др. Видовое разнообразие и численность зоофагов как базовый биологический ресурс программы экологического управления популяциями яблонной плодовой моли *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae) и вредных видов членистоногих второго плана в агроэкосистемах яблоневых садов на юге России. *Энтомологическое обозрение*. 2014; 93(2): 341–366. <https://www.elibrary.ru/sghvmz>
17. Болдырев М.И. Тепло содержание воздуха и продолжительность развития яблонной плодовой моли. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1983; (7): 59–64.
18. Рябчинская Т.А., Харченко Г.Л. Экологизация защиты яблони от вирусных организмов. Москва: Росинформагротех. 2006; 188.
19. Бондарчук Е.Ю., Асатурова А.М., Томашевич Н.С., Цыгичко А.А., Гырнец Е.А. Биологический контроль численности яблонной плодовой моли на основе энтомопатогенных микроорганизмов (обзор). *Достижения науки и техники АПК*. 2020; 34(11): 53–66. <http://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-11108>
20. Корчагин В.Н., Третьяков Н.Н., Белолипецкий А.В., Митюшев И.М. Особенности мониторинга яблонной плодовой моли в садах Московской области. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2005; (4): 68–73. <https://www.elibrary.ru/hvshpl>
21. Третьяков Н.Н., Митюшев И.М. Защита плодовых культур от вредителей. Москва: Изд-во РГАУ — МСХА. 2012; 142. ISBN: 978-5-9675-0623-9
22. Митюшев И.М. Влияние климатических факторов на динамику сезонного лёта и эффективность феромонного мониторинга яблонной плодовой моли *Cydia pomonella* L. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2019; 56: 148–155. <http://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-56-148-155>
23. Galli P., Epp P. Pheromonfallen zur Flugüberwachung des Apfelwicklers. *Obstbau*. 2006; 31: 280–282.
24. Kadoić Balaško M., Bažok R., Mikac K.M., Lemić D., Pajač Živković I. Pest Management Challenges and Control Practices in Codling Moth: A Review. *Insects*. 2020; 11: 38. <http://doi.org/10.3390/insects11010038>
25. Damos P.T., Kouloussis N.A., Koveos D.S. A degree-day phenological model for *Cydia pomonella* and its validation in a Mediterranean climate. *Bulletin of Insectology*. 2018; 71(1): 131–142.
26. Pajač I., Barić B., Mikac K.M., Pejić I. New insights into the biology and ecology of *Cydia pomonella* from apple orchards in Croatia. *Bulletin of Insectology*. 2012; 65(2): 185–193.
27. Амелехина Т.В. Использование полового феромона яблонной плодовой моли в интегрированной системе защиты яблони от вредителей в Нечерноземной зоне РСФСР. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Москва. 1990; 22.
28. Ревякина А.А. Некоторые аспекты рационализации защиты яблони от вредителей в Подмосковье. *Актуальные вопросы теории и практики защиты плодовых и ягодных культур от вредных организмов в условиях многоукладности сельского хозяйства. Тезисы докладов Всероссийского совещания*. Москва. 1998; 149–153.
3. Skendžić S., Zovko M., Živković I.P., Lešić V., Lemić D. The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. *Insects*. 2021; 12(5): 440. <http://doi.org/10.3390/insects12050440>
4. Lickley M., Solomon S. Drivers, timing and some impacts of global aridity change. *Environmental Research Letters*. 2018; 13(10): 104010. <http://doi.org/10.1088/1748-9326/aae013>
5. Lehmann P. et al. Complex responses of global insect pests to climate warming. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2020; 18(3): 141–150. <http://doi.org/10.1002/fee.2160>
6. González-Tokman D., Córdoba-Aguilar A., Dáttilo W., Lira-Noriega A., Sánchez-Guillén R.A., Villalobos F. Insect responses to heat: Physiological mechanisms, evolution and ecological implications in a warming world. *Biological Reviews*. 2020; 95(3): 802–821. <http://doi.org/10.1111/brv.12588>
7. Nihal R. Global Climate change and its impact on integrated pest management. *Agro Econ. Int. J.* 2020; 7(2): 133–137.
8. Heeb L., Jenner E., Cock M.J.W. Climate-smart pest management: building resilience of farms and landscapes to changing pest threats. *Journal of Pest Science*. 2019; 92(3): 951–969. <http://doi.org/10.1007/s10340-019-01083-y>
9. Zeynalov A.S. The bio-ecology of northern populations of the plum moth *Grapholitha funebrana* Tr. (Lepidoptera: Tortricidae) in the context of climate change in the Central Nechernozem Zone of Russia. *Agricultural Biology*. 2018; 53(5): 1080–1088 (In Russian). <http://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.5.1080rus>
10. Zeynalov A.S. Bioecological features of cherry fly *Rhagoletis cerasi* (L. 1758) (Diptera: Tephritidae) development in the Central Non-Chernozem Zone of Russia. *Agricultural Biology*. 2020; 55(1): 174–183 (In Russian). <http://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.1.174rus>
11. Kashirskaya N.Ya., Kashirskaya A.M., Medvedeva Yu.A. Apple worm development and preparations efficiency while controlling it. *The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2012; (2): 25–28 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/peomil>
12. Zimmermann G., Huger A.M., Kleespies R.G. Occurrence and Prevalence of Insect Pathogens in Populations of the Codling Moth, *Cydia pomonella* L.: A Long-Term Diagnostic Survey. *Insects*. 2013; 4(3): 425–446. <http://doi.org/10.3390/insects4030425>
13. Mahi T., Harizia A., Benguerai A., Canelo T., Bonal R. Assessment and forecast of damages caused by *Cydia pomonella* in apple orchards of Northern Africa (Algeria). *Bulletin of Insectology*. 2021; 74(1): 139–146.
14. Pachkin A.A. Development of new ways to control the number of harmful insect species using pheromones and entomopathogens on the example of the codling moth. PhD (Biology) Thesis. Moscow. 2015; 153 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/umfmvd>
15. Yakovuk V.A. et al. Analysis of long-term monitoring of codling moth emergence as a basis for planning protective measures. *Zemledelie*. 2020; (7): 39–43 (In Russian). <http://doi.org/10.24411/0044-3913-2020-10708>
16. Sugonyaev E.S. et al. Species diversity and abundance of zoophages as a basic resource of the ecological pest management program for suppression of the codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera, Tortricidae) and secondary arthropod pests in the apple orchard agroecosystems of southern Russia. *Entomological Review*. 2014; 94(8): 1073–1090. <http://doi.org/10.1134/S0013873814080041>
17. Boldyrev M.I. The heat content of the air and the duration of the development of the codling moth. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 1983; (7): 59–64. (In Russian)
18. Ryabchinskaya T.A., Kharchenko G.L. Greening the protection of the apple tree from virus organisms. Moscow: Rosinformagrotech. 2006; 188 (In Russian).
19. Bondarchuk E.Y., Asaturova A.M., Tomashevich N.S., Tsygichko A.A., Gyrnets E.A. Biological control of the codling moth abundance based on entomopathogenic microorganisms (review). *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2020; 34(11): 53–66 (In Russian). <http://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-11108>
20. Korchagin V.N., Tretyakov N.N., Belolipetsky A.V., Mityushev I.M. Features of monitoring the codling moth in the orchards of the Moscow region. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2005; (4): 68–73 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/hvshpl>
21. Tretyakov N.N., Mityushev I.M. Protection of fruit crops from pests. Moscow: Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy. 2012; 142 (In Russian). ISBN: 978-5-9675-0623-9
22. Mityushev I.M. The influence of climatic factors on the seasonal flight dynamics and pheromone monitoring effectiveness of the codling moth, *Cydia pomonella* L. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2019; 56: 148–155 (In Russian). <http://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-56-148-155>
23. Galli P., Epp P. Pheromonfallen zur Flugüberwachung des Apfelwicklers. *Obstbau*. 2006; 31: 280–282.
24. Kadoić Balaško M., Bažok R., Mikac K.M., Lemić D., Pajač Živković I. Pest Management Challenges and Control Practices in Codling Moth: A Review. *Insects*. 2020; 11: 38. <http://doi.org/10.3390/insects11010038>
25. Damos P.T., Kouloussis N.A., Koveos D.S. A degree-day phenological model for *Cydia pomonella* and its validation in a Mediterranean climate. *Bulletin of Insectology*. 2018; 71(1): 131–142.
26. Pajač I., Barić B., Mikac K.M., Pejić I. New insights into the biology and ecology of *Cydia pomonella* from apple orchards in Croatia. *Bulletin of Insectology*. 2012; 65(2): 185–193.
27. Amelikhina T.V. The use of the sex pheromone of the apple codling moth in the integrated system for the protection of apple trees from pests in the Non-Chernozem zone of the RSFSR. Abstract of the PhD (Agricultural sciences) Thesis. Moscow. 1990; 22 (In Russian).
28. Revyakina A.A. Some aspects of rationalizing the protection of apple trees from pests in the Moscow region. *Topical issues of theory and practice of protection of fruit and berry crops from harmful organisms in conditions of multicultural agriculture. Abstracts of the reports of the All-Russian Meeting*. Moscow. 1998; 149–153 (In Russian).

29. Савушкин А.О. Биоэкологическое обоснование использования феромонов и устойчивых сортов для защиты от вредителей, повреждающих генеративные органы яблони. Дисс. канд. биол. наук. Москва. 2009; 170.

30. 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. <http://doi.org/10.1603/0046-225X-31.5.804>

31. 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. <http://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-15-21>

32. Toepfer S., Gu H., Dorn S. Phenological analysis of spring colonisation of apple trees by *Anthonomus pomorum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2002; 103(2): 151–159. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2002.00969.x>

33. Felber R., Stöckli S., Calanca P. Assessing climate change impacts on fruit plant and pest phenology and their synchrony: the case of apple and codling moth. 19th EGU General Assembly, EGU2017. *Proceedings from the conference held 23–28 April, 2017 in Vienna, Austria*. 2017; 13828.

34. Болдырев М.И. Прогнозирование вредоносности яблонной плодовой и сигнализация сроков борьбы с ней. Методические рекомендации. Мичуринск. 1981; 46.

35. Васильев В.П., Лившиц И.З. Вредители плодовых культур. Москва: КолосС. 1984; 399.

36. 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. <http://doi.org/10.1603/0046-225X-29.4.766>

37. Neven L.G. Fate of Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae) in Harvested Apples Held Under Short Photoperiod. *Journal of Economic Entomology*. 2012; 105(2): 297–303. <http://doi.org/10.1603/EC11242>

38. 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. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0061745>

29. Savushkin A.O. Bioecological substantiation of the use of pheromones and resistant varieties for protection against pests that damage the generative organs of the apple tree. PhD (Biology) Thesis. Moscow. 2009; 170 (In Russian).

30. 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. <http://doi.org/10.1603/0046-225X-31.5.804>

31. Zeynalov A.S., Orel D.S. Change in species composition, bioecology and harmfulness of main apple 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). <http://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-15-21>

32. Toepfer S., Gu H., Dorn S. Phenological analysis of spring colonisation of apple trees by *Anthonomus pomorum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2002; 103(2): 151–159. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2002.00969.x>

33. Felber R., Stöckli S., Calanca P. Assessing climate change impacts on fruit plant and pest phenology and their synchrony: the case of apple and codling moth. 19th EGU General Assembly, EGU2017. *Proceedings from the conference held 23–28 April, 2017 in Vienna, Austria*. 2017; 13828.

34. Boldyrev M.I. Forecasting the harmfulness of the codling moth and signaling the timing of its control. Guidelines. Michurinsk. 1981; 46 (In Russian).

35. Vasil'ev V.P., Livshits I.Z. Pests of fruit crops. Moscow: Kolos. 1984; 399 (In Russian).

36. 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. <http://doi.org/10.1603/0046-225X-29.4.766>

37. Neven L.G. Fate of Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae) in Harvested Apples Held Under Short Photoperiod. *Journal of Economic Entomology*. 2012; 105(2): 297–303. <http://doi.org/10.1603/EC11242>

38. 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. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0061745>

ОБ АВТОРАХ

Адалет Сехраб оглы Зейналов,
доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник,
Федеральный научный селекционно-технологический центр
садоводства и питомниководства,
ул. Загорьевская, д. 4, Москва, 115598, Россия
adzejnalov@yandex.ru,
8 (495) 329-52-66,
+7 (903) 714-60-01
orcid.org/0000-0001-5519-2837

Дарья Сергеевна Орел,
аспирант,
Федеральный научный селекционно-технологический центр
садоводства и питомниководства,
ул. Загорьевская, д. 4, Москва, 115598, Россия
dasha_orel@list.ru
8 (495) 329-52-66

ABOUT THE AUTHORS

Adalet Sehrab oglu Zeynalov,
Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher,
Federal Scientific Breeding and Technological Center of Horticulture
and Nursery,
4 Zagoryevskaya, Moscow, 115598, Russia
adzejnalov@yandex.ru,
8 (495) 329-52-66,
+7 (903) 714-60-01
orcid.org/0000-0001-5519-2837

Daria Sergeevna Orel,
post-graduate student,
Federal Scientific Breeding and Technological Center of Horticulture
and Nursery,
4 Zagoryevskaya, Moscow, 115598, Russia
dasha_orel@list.ru
8 (495) 329-52-66

КЛЮЧ К ПОЛУЧЕНИЮ ВЫСОКИХ УРОЖАЕВ ПРИ НЕДОСТАТКЕ ВЛАГИ

Влага — жидкость или вода, которая необходима каждому живому организму для существования не только на Земле, но и за ее пределами. Некоторые ученые считают, что слово «влага» происходит от «волга», а мы с вами знаем, что Волга — самая длинная и полноводная река не только в России, но и в Европе. Она дает жизнь рыбам, растениям, животным и людям.

Если вода в Волге дает жизнь большому количеству организмов, то что же дает растениям сельскохозяйственных культур вода (или влага) в почве? На этот вопрос мы и попробуем ответить.

Итак, первое, что приходит на ум любому агроному: чем больше доступной влаги в почве, тем будет больше урожай на поле. Да, это так, но не стоит забывать и о других элементах питания, ведь закон ограничивающего (лимитирующего) фактора Либиха никто не отменял. Предлагаем на примере озимой пшеницы рассмотреть зависимость скорости прорастания семян при разной глубине заделки от количества доступной влаги в почве.

Для прорастания 1 кг семян озимой пшеницы в среднем необходимо 180 г воды. Но это в идеальных лабораторных условиях. А что же в почве?

В Институте защиты семян компании «Сингента» в России провели испытания по определению количества доступной влаги в почве, необходимого для прорастания растений до поверхности почвы за наименее короткий срок при разных нормах высева и с разной глубиной заделки в почву. Семена были предварительно обработаны разными препаратами для их защиты. Результаты показали, что наименьшее количество времени и доступной влаги в почве необходимо растениям озимой

пшеницы, семена которой обработаны препаратом производства компании «Сингента» ВАЙБРАНС® Интеграл. Данный готовый инсектофунгицид для обработки семян зерновых культур обладает не только усиленной защитой от почвенных инфекций и вредителей посева, но и за счет физиологического действия на клетки растений стимулирует их активное деление, дальнейший рост корневой системы.

Давайте рассмотрим результаты, полученные в данном варианте опыта.

Количество продуктивной влаги в почве, необходимое для прорастания растений озимой пшеницы до поверхности почвы за самый короткий период времени при разном количестве семян и с разной глубины заделки. Семена обработаны ВАЙБРАНС® Интеграл (2,0 л/т)

Норма высева семян озимой пшеницы, кг	Глубина заделки семян	Количество доступной влаги в почве, л		
		3,5 см	5 см	7 см
150		180	225	270
170		204	255	306
190		228	285	342
210		252	315	378

* Для опыта взяты семена озимой пшеницы сорта Таня со всхожестью 99%.





Из данных таблицы мы наблюдаем зависимость: необходимое количество продуктивной влаги увеличивается не только с повышением нормы высева семян, но и с увеличением глубины заделки семян, что является закономерным выводом. В среднем для

прорастания 150 кг семян озимой пшеницы (норма высева 3,75 млн семян/га) с глубины 3,5 см до поверхности почвы необходимо 180 л доступной влаги в этом слое почвы. С увеличением нормы высева на 20 кг (0,5 млн семян/га) происходит увеличение необходимого количества доступной влаги на 24 л.

Наибольшее количество доступной влаги в почве (378 л) необходимо для получения дружных всходов с глубины заделки семян 7 см при высева 210 кг (5,25 млн семян/га).

А всегда ли вы имеете необходимое количество доступной влаги в почве для появления дружных равномерных всходов при вашей норме высева и глубине заделки семян?

В данном опыте использовали несколько препаратов для защиты семян, чтобы определить, какой из них лучше всего подходит для получения наилучшей всхожести, потребления наименьшего количества воды и, самое главное, за меньшее количество времени.

Сотрудники Института защиты семян компании «Сингента», проводя данное испытание, в очередной раз убедились в преимуществах обработки семенного материала препаратом ВАЙБРАНС® Интеграл: за счет правильно подобранных компонентов препарата полностью исключается негативное влияние на все физиологические процессы, проходящие в молодом растении. Специалисты института считают, что наименьшее количество времени потребовалось растениям для прорастания из семян с разной глубиной заделки еще и за счет формирования более мощной и развитой корневой системы с большим количеством корневых волосков. Именно корневые волоски потребляют из почвы доступную влагу и элементы питания, необходимые для активного роста и развития растения не только на ранних этапах его жизни, но и в течение всей вегетации. Препарат ВАЙБРАНС® Интеграл позволяет и в дальнейшем защитить корневую систему и листья от максимального спектра болезней и патогенов (вплоть до фазы кущения) и обеспечит формирование большого количества корневых волосков.

Сейчас мы рассмотрели, какой препарат для защиты семян позволяет за короткий срок получить дружные и равномерные всходы при наименьшем потреблении влаги и при разных нормах высева и глубине заделки. Однако не стоит забывать, что того количества продуктивной влаги, которого хватило для получения дружных всходов, недостаточно для получения достойного урожая.

ВАЙБРАНС® Интеграл положительно влияет на молодые растения за счет так называемого эффекта силы корней: снижает влияние стрессов на корневую систему, и, как следствие, она постоянно растет. Испытания, многократно проводимые в поле, подтверждают, что растения озимой пшеницы, семена которой перед посевом были обработаны препаратом ВАЙБРАНС® Интеграл, имеют более мощную и длинную корневую систему, чистую от патогенов, по сравнению с растениями, полученными из семян, обработанных другими средствами для защиты. Именно корни этих растений позволяют им получать необходимое количество влаги из почвы для достижения максимальной генетической экспрессии, так как от нее напрямую зависит сохранение вашего урожая высокого качества.

На правах рекламы



УДК 631.812.1

Научный обзор



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-98-110

С.В. Митрофанов¹, ✉
Н.В. Орлова¹,
Д.А. Благов²,
Н.С. Панферов²,
В.С. Тетерин²

¹Высшая школа экономики,
Москва, Россия

²Федеральный научный
агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Россия

✉ f-mitrofanoff2015@yandex.ru

Поступила в редакцию:

24.04.2023

Одобрена после рецензирования:

04.05.2023

Принята к публикации:

18.05.2023

Research review



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-98-110

Sergey V. Mitrofanov¹, ✉
Nadezhda V. Orlova¹,
Dmitry A. Blagov²,
Nikolay S. Panferov²,
Vladimir S. Teterin²

¹National Research University Higher
School of Economics, Moscow, Russia

²Federal Scientific Agroengineering
Center VIM, Moscow, Russia

✉ f-mitrofanoff2015@yandex.ru

Received by the editorial office:

24.04.2023

Accepted in revised:

04.05.2023

Accepted for publication:

18.05.2023

Анализ тенденций развития тукосмесительного оборудования

РЕЗЮМЕ

Рассмотрены основные мировые тенденции развития технологий сухого тукосмешения, конструкции тукосмесительных установок и оборудования. Установлено, что основным оборудованием для смешивания компонентов тукосмеси являются барабанные, шнековые и лопастные смесители, а также конвейерные линии с бункерами-дозаторами, подающими компоненты послойно посредством тензодатчиков или объемного дозирования. Зарубежные производители машин для тукосмешивания в настоящее время ориентируются на создание стационарных тукосмесительных установок. При этом проводятся исследования как по изменению химического состава исходных удобрений путем изменений их рецептуры при изготовлении гранул, так и по их модификации в процессе смешивания. Основными тенденциями при создании технологического оборудования для тукосмешивания на территории России выступают: ориентация на мобильное и компактное оборудование для производства удобрений на территории сельскохозяйственных предприятий ввиду их удаленности от заводов — производителей удобрений и дилерских центров; простота использования и обслуживания; использование дешевых композитных материалов, стойких к коррозионному и механическому износу; использование и внедрение систем автоматизации, искусственного интеллекта и нейронных сетей для контроля и управления процессами, происходящими при производстве тукосмесей, что позволит минимизировать ручной труд и человеческий фактор при повышении качества и производительности технологического оборудования; полный цикл производства от загрузки и дозирования необходимых компонентов до создания готовой тукосмеси с запрограммированной рецептурой и фасовкой готового продукта в тару; комбинирование нескольких способов смешивания на одной линии для получения высоких показателей равномерности.

Ключевые слова: устойчивость, тукосмесь, технологическое оборудование, смеситель, удобрения, дозатор, однородность, сегрегация

Для цитирования: Митрофанов С.В., Орлова Н.В., Благов Д.А., Панферов Н.С., Тетерин В.С. Применение тукосмесей как фактор повышения устойчивости растениеводства. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 98–110, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-98-110>

© Митрофанов С.В., Орлова Н.В., Благов Д.А., Панферов Н.С., Тетерин В.С.

Analysis of trends in the development of fertilizer mixing equipment

ABSTRACT

The main global trends in the development of dry mixing technologies, designs of mixing plants and equipment are considered. It has been established that the main equipment for mixing the components of the pulp mixture are drum, screw and paddle mixers, as well as conveyor lines with hopper dispensers feeding the components in layers by means of load cells or volumetric dosing. Foreign manufacturers of flour mixing machines are currently focusing on the creation of stationary flour mixing plants. At the same time, studies are being conducted both on changing the chemical composition of the initial fertilizers by changing their formulation during the manufacture of granules, and on their modification during mixing. The main trends in the creation of technological equipment for mixing in Russia are: orientation to mobile and compact equipment for the production of fertilizers on the territory of agricultural enterprises, due to their remoteness from fertilizer plants and dealerships; ease of use and maintenance; the use of cheap composite materials resistant to corrosion and mechanical wear; the use and implementation of automation systems, artificial intelligence and neural networks for processes occurring in the production of mixtures, which will minimize manual labor and the human factor while improving the quality and productivity of technological equipment; a full production cycle from loading and dosing of necessary components to the creation of a finished mixture with programmed recipe and packaging of the finished product in a container; combining several mixing methods on the same line to obtain high uniformity rates.

Key words: sustainability, mixed fertilizers, technological equipment, mixer, fertilizers, dispenser, uniformity, segregation

For citation: Mitrofanov S.V., Orlova N.V., Blagov D.A., Panferov N.S., Teterin V.S. The use of mixed fertilizers as a factor in increasing the sustainability of crop production. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 98–110 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-98-110>

© Mitrofanov S.V., Orlova N.V., Blagov D.A., Panferov N.S., Teterin V.S.

Введение / Introduction

На сегодняшний день развитие агро-промышленного комплекса определяется рядом критических факторов: ростом спроса на сельскохозяйственную продукцию ввиду увеличения народонаселения планеты¹, изменением климата, безмерной эксплуатацией биогенных ресурсов, утратой биологического многообразия, потерями и порчей пищевых продуктов, что снижает способность традиционных агросистем обеспечить глобальную продовольственную безопасность [1, 2].

Рациональное применение удобрений является одним из важнейших приемов, обеспечивающих устойчивое развитие агропромышленного комплекса, продовольственную и экологическую безопасность, для стабилизации биологического круговорота веществ, что выражается в компенсации потерь элементов питания с урожаем сельскохозяйственных культур, а также в результате эрозийных процессов, инфильтрации и денитрификации [3]. Научно обоснованное применение минеральных, органических и биологических удобрений позволяет снизить переуплотнение естественных экосистем под нужды сельскохозяйственного производства².

С другой стороны, в отдельных странах (Китай, Нидерланды, Великобритания, Республика Корея и др.) [4] интенсификация производства, чрезмерное внесение удобрений привели к загрязнению почвы, воздуха и воды, серьезным нарушениям разнообразия биоценозов (рис. 1). Эти крайне контрастные сценарии дисбаланса питательных веществ способствуют снижению продовольственной безопасности, экологической и экономической устойчивости, социальной справедливости. Они усугубляют глобальное изменение климата, приводят к усилению выбросов парниковых газов.

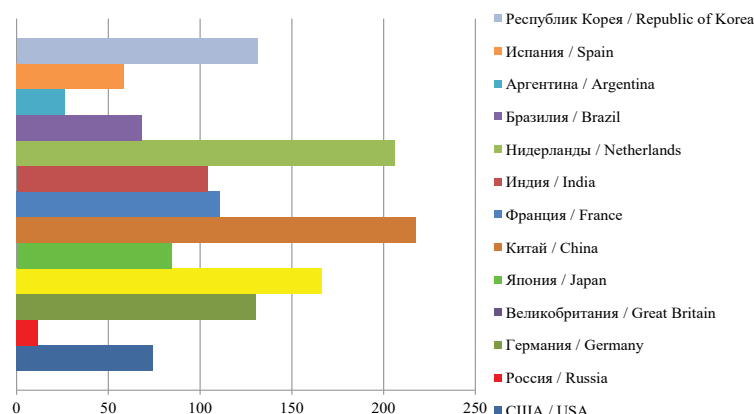
Для нормального роста и развития растений необходимо обеспечить их необходимым количеством питательных элементов. Это может быть реализовано путем последовательного внесения простых (однокомпонентных) удобрений либо комплексных.

На сегодняшний день на территории России из комплексных удобрений применяются в основном сложные минеральные удобрения, полученные в ходе единого технологического цикла при химическом взаимодействии исходных компонентов.

Однако оптимальное соотношение элементов питания индивидуально для каждого поля и вида возделываемых культур и существенно отличается от стандартных марок сложных удобрений (нитрофоска, нитроаммофоска, азофоска и т. д.). Это на практике приводит к двум контрастным сценариям: в случае недовнесения определенных элементов — к снижению урожайности и качества получаемой продукции, а также элементов питания в почве; в случае избыточного внесения — к снижению устойчивости агробиоценозов ввиду изменения реакции почвенной среды, снижению ее буферных свойств, угнетению растений, почвенной биоты, загрязнению грунтовых вод [5–7].

Рис. 1. Внесение азотных удобрений на площадь пахотных земель в основных странах — производителях продукции растениеводства (среднее за 2011–2020 гг.), кг д. в. / га³

Fig. 1. Application of nitrogen fertilizers to the area of arable land in the main producing countries of crop production (average for 2011–2020), kg active substance / ha



Альтернативным способом получения комплексных удобрений является получение смесей однокомпонентных удобрений (тукосмесей) в определенных необходимых пропорциях. Тукосмеси получают чаще всего методом механического сухого смешения. Поэлементная сбалансированность смешанных удобрений, использование в их составе биологически активных веществ повышают их агрономическую эффективность (коэффициент полезного использования — 90–95% против традиционных 25–60% для минеральных моноудобрений), что позволяет уменьшить нормы внесения удобрений, а также снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду [8–12].

Цель исследований — анализ современных технологий и технологического оборудования для тукосмешивания минеральных удобрений.

Материал и методы исследования / Material and methods

В работе применялся монографический метод, а также методы анализа, систематизации, сравнения, обобщения. Поиск источников данных осуществлялся в научных электронных библиотеках и поисковых системах eLIBRARY.ru, Science Direct, Scopus, портале ResearchGate. Также при проведении исследования использовались база данных FAOSTAT продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций и данные International Fertilizer Association.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Система сухого тукосмешивания (bulk-blending) получила наиболее активное распространение в США, где тукосмеси занимают более 50% объема вносимых удобрений. Для производства смешанных удобрений в стране существует сеть предприятий, оснащенных тукосмесительным оборудованием разной мощности [13].

В СССР проблеме тукосмешивания наибольшее внимание уделялось в начальный период химизации сельского хозяйства, когда выпускались в основном однокомпонентные удобрения. Выгода от их применения была

¹ Building a common vision for sustainable food and agriculture. Principles and approaches. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 2014. Режим доступа: <http://www.fao.org/3/a-i3940e.pdf> (дата обращения: 01.03.2023).

² ФАО. Международный кодекс поведения в области устойчивого использования удобрений и управления ими. Рим. 2019. Режим доступа: <https://www.fao.org/3/ca5253ru/ca5253ru.pdf> (дата обращения: 18.12.2022).

³ Рисунок составлен авторами на основе данных базы FAOSTAT.

очевидна за счет совмещенного внесения удобрений. Однако при использовании в качестве компонентов тукосмесей порошковидных удобрений полученные тукосмеси были низкого качества. Они быстро слеживались и теряли сыпучесть. Заблаговременное приготовление тукосмесей стало возможным при использовании гранулированных компонентов. В тот период был разработан ряд проектов механизированных линий и тукосмесительных установок УТМ-30, ТСУ-15М, СЗУ-20, использовались приспособленные средства механизации, например ИСУ-4. Данные разработки были широко распространены и применялись в СССР. В них использовали системы объемного дозирования компонентов, что следует рассматривать лишь как первый этап в реализации технологии сухого тукосмешивания.

На сегодняшний день в российском сельском хозяйстве тукосмеси занимают, по разным данным, от 2 до 20%, а в европейских странах доля тукосмесей в общем объеме удобрений составляет от 60 до 90%. Сложившаяся в России ситуация прежде всего связана с низким уровнем просвещенности аграриев, низким сотрудничеством с наукой и нежеланием усложнять процессы, происходящие при производстве сельскохозяйственной продукции.

В последнее время в России интерес к тукосмесям значительно возрос. Но процесс их распространения затруднен рядом проблем, вынуждающих аграриев обращаться к стандартным удобрениям. Большинство российских хозяйств просто не готовы к применению прогрессивных технологий, тукосмеси вносят лишь единицы. Необходимо учитывать, что тукосмеси обычно используют под запланированный урожай, а для этого необходимо проведение систематического агрохимического обследования почв, расчетов предполагаемых доз с учетом комплекса факторов.

При покупке готовых тукосмесей у производителей цены зависят от компонентов, входящих в их состав, и могут быть как на уровне стандартных сложных удобрений, так и несколько отличаться в ту или иную сторону. Цена тукосмесей прежде всего определяется объемами и стоимостью ее компонентов, а также нормой внесения для соответствующей культуры, типа почвы.

К основным преимуществам тукосмесей можно отнести: возможность выровнять плодородие почвы и, как следствие, урожайность (выровненная урожайность сократит потери продукции при уборке); возможность варьирования требуемого соотношения питательных веществ; внесение необходимого соотношения

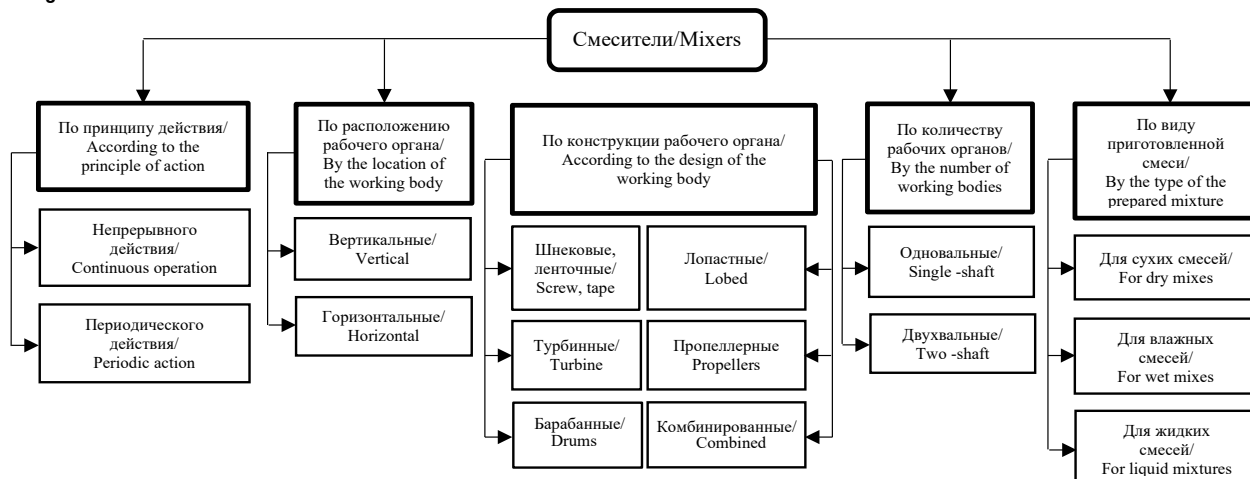
питательных веществ за одну обработку; оптимизацию затрат на внесение удобрений под запланированную урожайность [14–20]; дополнительный вид деятельности для хозяйства с возможностью получать прибыль от заказчиков тукосмесей (в случае производства на базе сельхозпредприятия); снижение агрохимической нагрузки на агробиоценозы.

Существующие недостатки: дополнительные трудовые и финансовые затраты на приготовление тукосмеси (если речь идет о приготовлении тукосмеси в хозяйстве); потребность в специальном оборудовании для приготовления тукосмесей; стоимость тукосмесей иногда превосходит цену сложных удобрений; нестабильность некоторых тукосмесей при хранении, так как они представляют собой механическую смесь минеральных солей, а смешивание некоторых видов солей может вызывать химические реакции и привести к потере питательных веществ, ухудшению физических свойств и другим нежелательным последствиям, поэтому смешивание производят по таблицам совместимости; необходимость хранения составных компонентов тукосмеси до ее приготовления; в процессе хранения сухих смесей возможно разделение по фракциям (сегрегация), что также сказывается на качестве внесения удобрений; гранулометрический состав твердых минеральных удобрений различен, соответственно, и траектория полета каждого из них несколько отличается друг от друга.

В настоящее время использование тукосмесей в России затруднено также такими факторами, как: недостаточное количество тукосмесительных установок в целом и в России в частности; финансовое положение хозяйств РФ; отсутствие близко расположенных пунктов производства этих удобрений из-за огромных площадей, что увеличивает финансовые затраты на их приобретение и транспортировку.

Существует вариант, при котором хозяйство может производить тукосмесь непосредственно на своей территории. Данную процедуру проводят либо специализированными стационарными и мобильными тукосмесительными установками, либо любыми другими машинами, которые можно использовать для смешения компонентов [21–23]. Разница в применяемых способах смешивания оценивается основным показателем для тукосмеси — однородностью конечного продукта, которая зависит от правильно подобранных компонентов, точности дозирования и т. д. Производство тукосмесей актуально либо для крупных хозяйств — холдингов, где ведется четкий финансовый учет, имеются складские

Рис. 2. Классификация смесителей
Fig. 2. Classification of mixers



помещения и необходимые мощности для этого, либо для небольших ЛПХ и КФХ, покупающих расфасованные тукосмеси под конкретную культуру⁴.

Основным процессом, который необходимо наладить при производстве тукосмесей (как в промышленных масштабах, так и в масштабах хозяйства), является смешивание, которое представляет собой механический процесс получения однородной (гомогенной) тукосмеси из подготовленных и дозированных (согласно рецептуре) компонентов путем равномерного распределения частиц отдельных компонентов во всем объеме смеси под действием внешних сил [24, 25]. В ходе данного процесса используемые компоненты не должны изменять своих химических свойств и агрегатного состояния, меняется только положение частиц компонентов в пространстве относительно друг друга.

В случае получения неоднородной тукосмеси ее состав будет неодинаков в разных точках объема и, соответственно, превышена допустимая концентрация одних компонентов и недостаточное количество других, что в конечном итоге скажется на продуктивности растений и качестве урожая.

Для получения гомогенной тукосмеси необходимо оборудование, отвечающее определенным технологическим требованиям. Подавляющее большинство технических средств, используемых для получения тукосмесей, представлено смесителями сыпучих компонентов, поэтому требования к данному оборудованию очень высоки, так как к наиболее дестабилизирующим факторам технологического процесса смешивания относят конструктивно-кинематические, в связи с чем разработчики тукосмесительного оборудования стремятся к созданию конструкции смесителей, обеспечивающих сохранение постоянного состава в любом, даже самом малом объеме тукосмеси, что необходимо при фасовке удобрений в малообъемную тару [26–28].

На рисунке 2 представлена классификация смесителей, используемых в сельскохозяйственном производстве. В сельском хозяйстве для смешивания сыпучих материалов, таких как твердые минеральные удобрения, в большей степени распространение получили барабанные, шнековые и комбинированные смесители непрерывного и периодического действия для сухих и влажных смесей.

Смесители непрерывного действия — те, в которых смешиваемый материал непрерывно загружается в одном месте, а продукт смешения извлекается в другом, при этом необходимая степень однородности распределения компонентов достигается за время перемещения. Смесители, в которых различные компоненты вводят в ограниченный объем (емкость) и процесс продолжается до момента, когда не будет достигнута требуемая степень однородности распределения компонентов, именуются смесителями периодического действия.

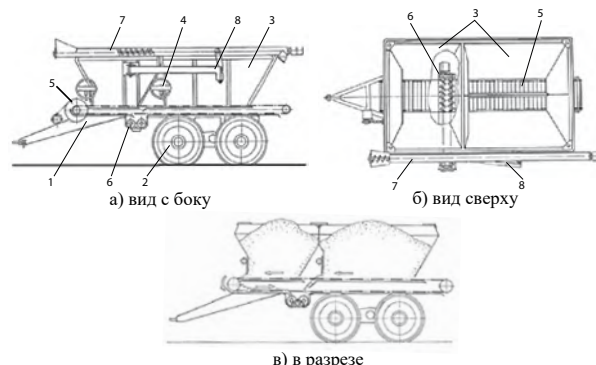
Для перемешивания твердых сыпучих (порошкообразных) материалов применяются три основных способа: пневматический, гравитационный и механический.

Пневматическое перемешивание (для легких порошкообразных компонентов) заключается в пропуске потока газа (воздуха) через слой перемешиваемых компонентов во взвешенном (псевдооживленном) слое.

Гравитационное перемешивание осуществляется путем поднятия компонентов смеси на определенную высоту и последующего опускания его под действием

Рис. 3. Схема передвижной тукосмесительной машины: 1 — рама, 2 — балансирующая тележка с ходовыми колесами, 3 — трехсекционный бункер, 4 — дозирующие заслонки, 5 — прутковый транспортер, 6 — двухшнековый смеситель, 7 — отгружающий шнек, 8 — рычажный механизм подвески отгружающего шнека

Fig. 3. Diagram of a mobile mixing machine: 1 — frame, 2 — balancing trolley with running wheels, 3 — three-section hopper, 4 — metering dampers, 5 — rod conveyor, 6 — twin-screw mixer, 7 — shipping auger, 8 — lever suspension mechanism of the shipping auger



силы тяжести, при этом частицы компонента должны описывать сложные траектории, что способствует хорошей степени смешивания.

Механическое перемешивание сыпучих материалов достигается вращением различных перемешивающих устройств (шнеки, лопасти, барабаны, роторы и т. д.).

Реже встречается четвертый (комбинированный) тип смешивания, при котором используются два и более приведенных выше способа [29].

На сегодняшний день наиболее часто применяются тукосмесительные установки (ТСУ) периодического действия с массовым дозированием компонентов, отличающиеся типом конструкции, компоновкой оборудования, принципами действия, типами смесителей.

В научных исследованиях особое значение отводится приемам снижения сегрегации смешанных удобрений в процессе их производства, транспортирования и внесения. Главное внимание уделяется оптимизации гранулометрического состава используемых компонентов, обоснованию режима смешения, установке в наиболее опасных (с точки зрения сегрегации) точках технологических схем специальных антисегрегирующих устройств: ячеистых делителей, формирователей потока, гибких тукоспроводов для распределения тукосмесей в транспортных средствах [30]. Всё более широкое применение в конструкциях ТСУ находят коррозионностойкие материалы: нержавеющие стали, стекловолокно, пластмассы [31, 32].

Важной чертой нынешнего этапа развития сухого тукосмешения является широкое использование в качестве компонентов микроэлементов и пестицидов в различных агрегатных состояниях: в виде гранул, порошков или жидком состоянии. Для равномерного распределения порошков в среде гранулированных компонентов применяются связующие добавки (масла, растворы фосфата аммония, карбамидфосфата аммония и др.).

В современных российских условиях организация приготовления тукосмесей актуальна и является рациональной — как на региональном уровне, так и в условиях крупных аграрных предприятий, специализирующихся на производстве высокорентабельной продукции растениеводства.

⁴ Тукосмеси — смешанные удобрения для почвы. Режим доступа: <https://hozyaistvo.com/27-tukosmesi-smeshannye-udobreniya-dlja-pochvy.html> (дата обращения: 08.12.2022).

Учеными ФГБНУ ВНИМС разработана и апробирована в производстве передвижная машина непрерывного действия с объемным дозированием и электроприводом рабочих органов для получения двух- и трехкомпонентных тукосмесей (рис. 3).

Установка состоит из трехсекционного кузова с дозирующими устройствами, пруткового транспортера-питателя, двухшнекового смесительного устройства и отгружающего шнека, установленного на поворотной опоре. Дозирование компонентов осуществляется перемещением вертикальных заслонок, установленных в нижней части секций бункера, с помощью зубчато-реечных механизмов. Каждая заслонка снабжена фиксатором ее положения и имеет тарировочную шкалу [33].

Прутковым транспортером отдозированные удобрения через отверстия в настилах рамы подаются в двухшнековый смеситель, в котором осуществляются интенсивное смешивание и одновременное транспортирование смеси в приемный лоток отгружающего шнека. Отгружающий шнек, переведенный в рабочее положение, подает и отсыпает тукосмесь в кузова транспортных средств, машин-удобрителей или устройства для ее затаривания, осуществляя дополнительное смешивание компонентов.

Прутковый транспортер и ходовая часть машины заимствованы от серийно выпускаемой машины для поверхностного внесения минеральных удобрений МВУ-5. Смесительное устройство выполнено в виде двухвального шнекового смесителя с ленточной спиралью. Отгрузочное устройство выполнено в виде наклонного шнека, закрепленного на бункере машины посредством опорно-поворотного устройства, обеспечивающего перевод отгружающего шнека из транспортного в рабочее положение и обратно.

Принципиальная положительная особенность разработанной схемы машины заключается в том, что для продвижения отдозированных компонентов в смесительное устройство используются обе ветви одного транспортера пруткового типа [34]. Данное решение позволило обеспечить компактность и простоту конструктивно-технологического решения. Она может быть использована как в стационарном, так и в мобильном исполнении машины без существенных изменений в ее конструкции. При использовании установки в мобильном варианте привод ее рабочих органов осуществляется от ВОМ и (или) гидросистемы колесного трактора, электропривода (рис. 4).

Одним из направлений повышения эффективности применения твердых минеральных удобрений на

Рис. 4. Тукосмесительная машина в передвижном исполнении

Fig. 4. Mixing machine in mobile version



Рис. 5. Технология получения смешанных удобрений⁵
Fig. 5. Technology for obtaining mixed fertilizers



современном этапе является биологическая модификация гранул минеральных удобрений [35–40].

Первый образец агрегата для биологической модификации минеральных удобрений разработан ФГБНУ ВНИМС на базе ранее представленной тукосмесительной машины. В передней части машины устанавливался шнековый дозатор порошкообразного биопрепарата, который совместно с удобрениями подает модификатор в шнековый смеситель машины. Агрегат был передан на опытную эксплуатацию в Амурскую область, где используется для модификации аммофоса. Применение биомодификации аммофоса обеспечило прибавку урожая сои более чем на 2 ц/га.

Компания «Лилиани» (Россия) реализует технологию получения тукосмесей путем использования бункеров-перегрузчиков (БП 25/31, БП 33/42, БП 40/50), оснащенных двумя секциями, в которые засыпаются исходные компоненты (рис. 5).

Стационарная линия по производству тукосмесей ГК «Мегавес» (Россия) состоит из четырех бункеров для компонентов с выгрузными шнеками — дозаторами 1, что говорит о возможности создания четырехкомпонентной тукосмеси, весового 2 и загрузочного 3 транспортеров, контролирующей необходимую массу поступивших компонентов (рис. 6).

Процесс смешивания осуществляется в смесителе барабанного типа 4 с возможностью обработки смеси жидкой фракцией, после чего готовая тукосмесь через норию 5 поступает в станцию фасовки биг-бэгов 6. Затаренные биг-бэги далее по весовому транспортеру 7 подаются на отгрузочный транспортер 9.

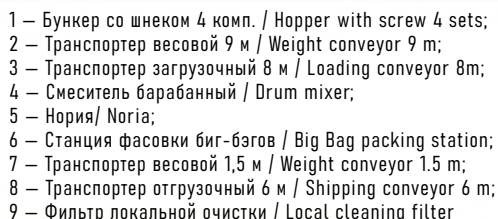
Весь процесс автоматизирован и контролируется операторами посредством специального программного обеспечения. Наибольшими недостатками линий данного плана являются габаритные размеры и целесообразность использования данных линий в крупных хозяйствах.

Линия НРК фирмы «СИПР ГРУПП» (Беларусь) предназначена для производства и затаривания в мягкие контейнеры смешанных удобрений (до четырех компонентов). Технологический комплекс представляет собой комплект оборудования для осуществления полного цикла операций — от загрузки компонентов до затаривания в мягкие контейнеры. Вес одного контейнера — от 0,5 до 1,0 т, производительность линии — 50 т/ч (рис. 7).

В технологии используется нестандартный подход к созданию тукосмесей. Исходные компоненты, привозимые на склад, распределяются по приемным

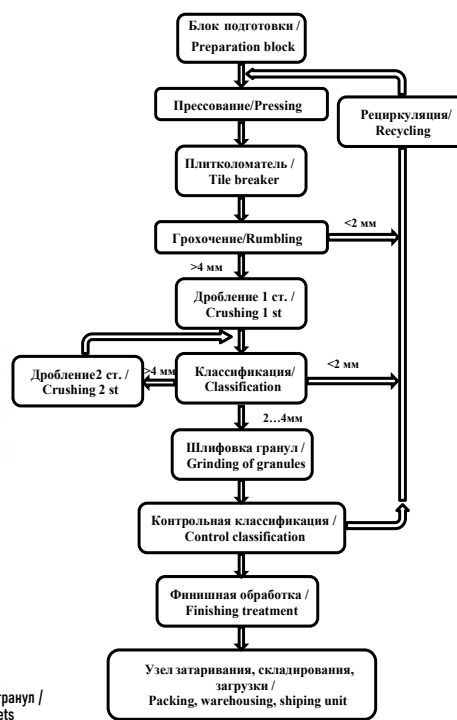
⁵ Технология миксования удобрений. Режим доступа: <https://liliani.ru/technologies/miksovaniya-udobreniy> (дата обращения: 18.02.2023).

Рис. 6. Линия по производству туко
Fig. 6. Mixed fertilizer production line



Технология предусматривает пропуск операции дробления, и удобрения сразу могут поступать в смеситель, после чего тукоосмесь отправляется на отгрузку посредством конвейера. Однако в данном случае физические свойства удобрений остаются неодинаковыми, поэтому предусмотрена вторая ступень технологии, в которой смесь раздробленных удобрений через элеватор посту-

Fig. 7. Line for the production of mixed fertilizers



⁷ Линия для получения и фасовки комплексных NPK-удобрений. Режим доступа: https://sipr.by/products/oborudovanie_dlya_proizvodstva_npk_udobreniy/Liniya_NPK/ (дата обращения: 08.02.2023).

Рис. 8. Весовой смеситель непрерывного действия⁸
Fig. 8. Continue weighing fertilizer blender



Рис. 9. Весовой смеситель непрерывного действия⁹
Fig. 9. Rotating drum charge (batch) blender



Рис. 10. Вертикальный смеситель¹⁰
Fig. 10. Vertical mixer



По своей сути это завод по производству комплексных удобрений с возможностью производства тукосмесей и добавлением в них различных биодобавок и препаратов в жидкой и твердой форме.

Европейский производитель оборудования European Machine Trading (Нидерланды) имеет линейку для производства тукосмесей. Один из вариантов — весовой смеситель непрерывного действия Weighcont для производства порошковых и гранулированных удобрений (рис. 8).

Весь процесс непрерывного взвешивания и смешивания управляется и контролируется с помощью компьютера, регулирующего электрическую и гидравлическую системы. Сырье дозируется весовыми конвейерами. Каждый бункер установлен на цифровой системе взвешивания. Эта система автоматической корректировки дозирования, что гарантирует точный поток материалов через конвейер с необходимой скоростью. Дозирующий конвейер выгружает материалы на центральный транспортный конвейер. Бункеры имеют открытые крышки, которые можно заполнить вилочным погрузчиком. Вся машина может управляться с одного компьютера или может быть подключена к сети. Это дает оператору полный контроль над качеством смешиваемых материалов. У каждого бункера есть большой дисплей, на котором отображается информация о типе материалов и фактическом весе материала в каждом бункере. Смеситель может изготавливаться с неограниченным количеством бункеров емкостью от 4 до 12 т. После изготовления смеси ее можно транспортировать на станцию наполнения мешков.

Барабанный смеситель Shamrock (рис. 9) из нержавеющей стали подходит для производства тукосмесей порошковых и гранулированных удобрений. Над загрузочным конвейером установлен весовой бункер из нержавеющей стали, который дозирует удобрения, установленный на тензометрических датчиках. Вес материалов в бункере отображается на большом дисплее. Объем смесителя варьируется от 4,5 до 14 т (производительность от 25 до 70 т/ч).

Процесс смешивания состоит в том, что вращающийся барабан имеет внутреннюю пластину, которая смешивает компоненты тукосмеси. После окончания смешивания барабан останавливается и начинает вращение в обратном направлении, выталкивает тукосмесь

из горловины, а далее подает на выгрузной транспортер. Барабанный смеситель установлен на раме из низкоуглеродистой стали.

Барабанный смеситель приводится в движение с помощью электродвигателя, установленного на опорной раме. Внутри весового бункера находится сетка из мягкой стали для улавливания комков. Бункер имеет открытый верх для заполнения погрузчиком.

Вертикальный смеситель (рис. 10) подходит для производства порошковых и гранулированных удобрений. Может использоваться совместно со станцией затаривания.

Конструкция и габариты позволяют установить машину в ограниченном пространстве. В смесителе установлен конусный шнек с углом 60°, который имеет диаметр 101 см внизу и сужение кверху до 55 см. Данные решения дают в совокупности отличное качество смешивания и исключают скопление продукта внутри контейнера. Смеситель выгружает готовую смесь снизу с помощью клапана в форме полумесяца. Пневматический цилиндр используется для открытия клапана. Загрузка смесителя производится с помощью погрузчика. Внутри бункера установлено сито для предотвращения попадания комков в конечный продукт. Машина стоит на четырех опорных стойках и раме. Под каждой опорой установлен датчик нагрузки. В верхней части смесителя установлен редуктор. Двигатель приводится в движение клиновым ремнем. Машина содержит цифровой индикатор и большой дисплей. Лопасти шнека имеют толщину 9 мм и изготовлены из нержавеющей стали. Верхняя часть смесителя снабжена смотровым люком.

Размеры оборудования сопоставимы с заводами, требуют расположения недалеко от мест применения удобрений, поэтому в России данный тип производства тукосмесей неактуален ввиду больших расстояний между сельскохозяйственными организациями.

Представленное оборудование может использоваться как самостоятельно, так и комбинироваться в зависимости от потребностей.

Фирмой SHUNXIN (Китай) разработана линия по производству сложносоставных минеральных удобрений¹¹. Технологический процесс можно разделить на несколько этапов: подачу сырьевых ингредиентов, смешивание сырья, грануляцию сырья, сушку гранул, охлаждение

⁸ Weightcount. Continue weighing fertilizer blender. Режим доступа: <https://emt.tech/products/blending/weighcont> (дата обращения: 20.01.2023).

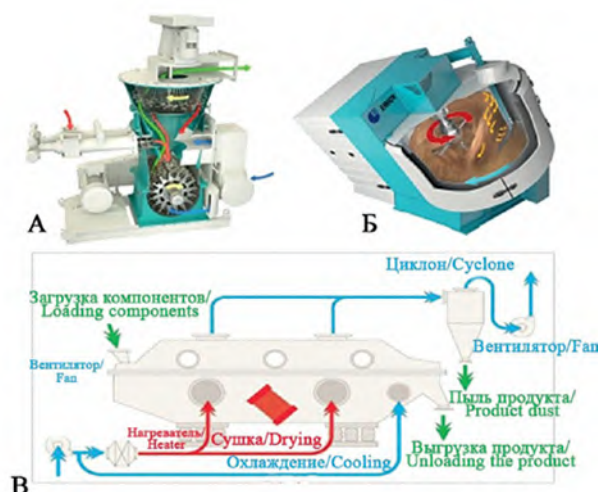
⁹ Shamrock Rotating drum charge (batch) blender. Режим доступа: <https://emt.tech/products/blending/shamrock/> (дата обращения: 23.01.2023).

¹⁰ Vertical Blender. — URL: <https://emt.tech/products/blending/vertical-blender/> (accessed: 21.01.2023).

¹¹ Линии по производству NPK. Режим доступа: <http://allbuysshop.ru/goods/1600231266442> (дата обращения: 15.02.2023).

Рис. 11. Системное решение в производстве удобрений фирмы Maschinenfabrik Gustav Eirich: А — измельчение, Б — гранулирование и придание формы, В — сушка и охлаждение в псевдоожиженном слое¹²

Fig. 11. System solution in the production of fertilizers by Maschinenfabrik Gustav Eirich: А — grinding, Б — granulation and shaping, В — drying and cooling in a pseudo-liquefied layer¹²



гранул, сортировку гранул, подготовку упаковочной пленки и упаковку конечного продукта. Производительность линии — от 1,0 до 20,0 т/ч. Сырьевые компоненты выбираются в соответствии с рыночным спросом и результатами анализа почв.

Среди преимуществ данного комплекса производитель приводит экономию энергии и снижение ее потребления, отсутствие побочных отходов, стабильную работу и надежность, удобство обслуживания и высокую скорость грануляции.

Оборудование адаптивно для множества видов сырья. Механизм также подходит для гранулирования сложных удобрений, может производить различные сложные удобрения различной концентрации и различных типов, в том числе минеральные, органические и биологические удобрения.

Maschinenfabrik Gustav Eirich (Германия) является старейшим производителем технологического оборудования для производства удобрений. Фирма производит технику для помола, смешивания и гранулирования, а также комплексные линии под ключ.

Основываясь на современных тенденциях в отрасли, фирмой разработано системное решение для

производства удобрений, включающее участок помола, гранулирования и сушки. Используемые компоненты подвергаются измельчению под воздействием высоких ударных и срезающих усилий, возникающих в ходе быстрого вращения ротора мельницы. Поток воздуха, проходящий через мельницу и мелющую установку, обеспечивает непрерывный процесс измельчения (рис. 11А). Далее измельченное сырье подвергается гранулированию (рис. 11Б). Влажность гранул после грануляции составляет порядка 10%. Для того чтобы удобрение было пригодно к упаковке и хранению, гранулы дополнительно сушатся до конечной влажности (< 2%). Для выполнения данной операции используется вибрационная сушилка с псевдоожиженным слоем, состоящая из зоны сушки и зоны охлаждения (рис. 11В).

Компания Agro CS (Чешская Республика) предлагает широкий спектр оборудования для тукосмешивания. Тукосмесительная установка периодического действия (рис. 12А) предназначена для производства тукосмесей отдельными порциями. Одна порция смешивания — 5 т.

В состав установки входят: бункер объемом 5 м³ из нержавеющей стали; вертикальный перемешивающий элемент (шнек) из нержавеющей стали; решетка 50 x 50 мм, предотвращающая попадание в смеситель крупных предметов в процессе загрузки; управляемая пневматически заслонка из нержавеющей стали; тензометрические датчики для дозирования исходных компонентов; автоматический пульт управления с 7-дюймовым сенсорным дисплеем; выгрузной конвейер.

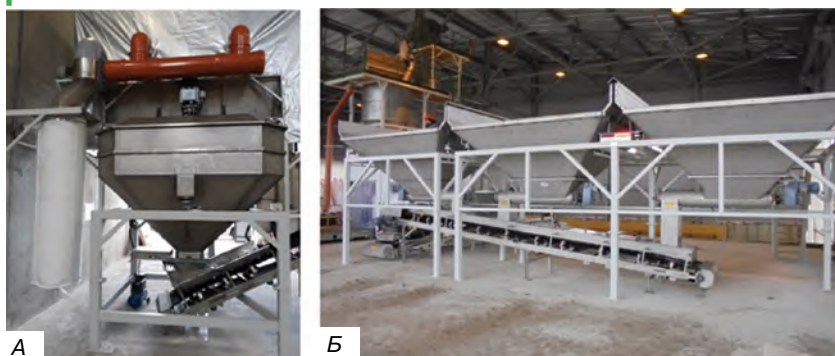
Тукосмесительная установка непрерывного действия фирмы Agro CS (рис. 12Б) предназначена для смешивания гранулированных минеральных удобрений с возможностью обработки тукосмесей модификаторами (жидкие или сыпучие порошкообразные микроэлементы, ингибиторы нитрификации и уреазы, антислеживатели и т. д.). В зависимости от количества загрузочных бункеров оборудование производит тукосмеси, включающие в свой состав от двух до восьми компонентов.

Бункеры со шнековыми питателями изготовлены из нержавеющей стали, загружаются ковшевым погрузчиком или конвейером без необходимости прерывания процесса производства и без потери точности дозирования. Бункеры устанавливаются на тензодатчиках на опорной раме, оборудованы решетками с размером ячейки 50 x 50 мм, которая выполняет защитную функцию.

Питатели загрузочных бункеров точно дозируют компоненты на сборательный транспортер слоями, обеспечивая в вертикальном разрезе заданное их соотношение. Сборательный транспортер доставляет слой удобрений в шнековый смеситель, в котором смесь перемешивается, обеспечивая равномерное распределение компонентов по объему. Оборудование управляется автоматическим пультом управления с 12-дюймовым сенсорным дисплеем, который наглядно отображает протекание производственного процесса.

Рис. 12. Оборудование Agro CS: А — тукосмесительная установка периодического действия, Б — тукосмесительная установка непрерывного действия¹³

Fig. 12. Agro CS equipment: А — batch mixing plant, В — continuous mixing plant¹³



¹² Гибкое производство твердых удобрений — новая технология. Режим доступа: <https://infoindustria.com.ua/gibkoe-proizvodstvo-tverdyih-udobreniy-novaya-tehnologiya> (дата обращения: 10.03.2023).

¹³ Тукосмесительная установка периодического действия. Режим доступа: <https://www.engineering.cz/ru/oborudovanie-dla-obrabotki-mineralnyh-udobrenij/tukosmesitelnaa-ustanovka/tukosmesitelnaa-ustanovka-nepriernynogo-dejstvia/c-6> (дата обращения: 17.03.2023).

Рис. 13. Вспомогательные системы модифицирования тукосмесей: А — устройство для добавки сыпучих микрокомпонентов, Б — устройство для набрызгивания масла¹⁴, В — устройство для нанесения на гранулы минеральных удобрений кондиционирующих добавок¹⁵
Fig. 13. Auxiliary systems for the modification of mixed fertilizer: А — device for adding bulk micro-components, В — a device for spraying oil¹⁴, С — a device for applying conditioning additives to mineral fertilizer granules¹⁵



Устройство для внесения рассчитанного количества микрокомпонента в смеситель (рис. 13А) имеет своей целью равномерное распределение микрокомпонента в объеме тукосмеси.

Устройство включает в себя бункер и дозатор, изготовленный из нержавеющей стали (шнековый, транспортерный или вибрационный). Дозатор с бункером устанавливается на тензодатчиках, обеспечивающих точность подачи и дозирования компонентов. Количество подаваемого компонента смеси определяется рецептурой, регулируется временем подачи и контролируется весовой системой. Производительность варьируется от 3 до 5 кг/ч.

Устройство для набрызгивания масла (рис. 13Б) используется для уменьшения запыленности смешанного материала (удобрения). Набрызгивание масла начинается со специальной теплоизолированной емкости с жидкостным подогревом. Дозирование впрыска регулируется и контролируется за счет системы взвешивания, доза набрызгивания определяется рецептом. Набрызгивание происходит в автоматическом режиме. Масло из емкости подается по изолированным и нагреваемым трубкам к специальным форсункам, которые создают туман для максимального нанесения жидкости на удобрение. Масло можно подогреть до 70 °С. Объем емкости — 50–150 л.

На рисунке 13В представлено устройство для нанесения на гранулы минеральных удобрений кондиционирующих добавок с целью предотвращения слеживаемости (антислеживатели) и (или) ингибиторов нитрификации и уреазы, снижающих непроизводительные потери азота из азотных удобрений после их внесения в почву. Оно состоит из емкостей, насосов, специальных форсунок для распыления кондиционирующих добавок и других регулирующих элементов: емкость объемом 100 л с подогревом служит для предварительного нагрева до 75 °С и поддержания требуемой температуры антислеживателя.

Изготовлена из нержавеющей стали и оснащена датчиком температуры, который приводит в действие нагреватель; емкость объемом 1000 л с подогревом служит для поддержания температуры ингибитора, изготовлена из пластмассы. Емкость оснащена датчиком температуры, который приводит в действие нагреватель.

Емкости теплоизолированы и устанавливаются на весовых датчиках. Количество подаваемой кондиционирующей добавки зависит от рецептуры и контролируется весовой системой. Удельный расход (кг/мин) регулируется специальным вентилем.

Система смешивания AUTOBATCH (рис. 14А) компании Doyle (США). В оборудовании используется два типа смешивания: послойная подача на конвейер из бункеров — дозаторов компонентов, после чего компоненты попадают в барабанный смеситель. Диаметр барабана 36 дюймов и конвейерная система позволяют смешивать большие объемы с большими скоростями. Система смешения AUTOBATCH интегрирована с большинством программ для агрономии и бухгалтерского учета.

Лопастной смеситель на 8 т (рис. 14Б) состоит из: корпуса из нержавеющей стали; планетарного редуктора Fairfield; трехфазного двигателя TEFC 40 л. с.; роликовой цепи с шагом 140 в комплекте с масленкой (ванна); ножа Rice Lake и поворотных весов с тензодатчиком; цифрового считывателя Rice Lake 420 HE с 2-дюймовым светодиодным дисплеем; просечно-вытяжного экрана, решетки; разгрузочной заслонки с ручным управлением; разгрузочной заслонки с гидравлическим управлением.

Компания Bagtech (ЮАР), занимающаяся производством оборудования для обработки минеральных удобрений, ввела в эксплуатацию новую смесительную станцию в ЮАР (рис. 15).

Комплекс позволяет смешивать до 200 т минеральных удобрений в час. Станция способна загружать один грузовой полуприцеп (20 т) примерно за 10 минут.

Все критически важные показатели системы отслеживаются в реальном времени онлайн-системой. В случае выявления некоторых отклонений последние устраняются автоматически (без какого-либо вмешательства оператора). Каждое устройство, исполь-

Рис. 14. Система смешивания AUTOBATCH А и лопастной смеситель Б¹⁶
Fig. 14. AUTOBATCH mixing system A and paddle mixer B¹⁶



¹⁴ Обработка минеральных удобрений антислеживателями и ингибиторами. Режим доступа: <https://www.engineering.cz/ru/oborudovanie-dla-obrabotki-mineralnyh-udobrenij/tukosmesitelnaa-ustanovka/nabryzgvanie-masla/c-61> (дата обращения: 17.03.2023).

¹⁵ Обработка минеральных удобрений антислеживателями и ингибиторами. Режим доступа: <https://www.engineering.cz/ru/oborudovanie-dla-obrabotki-mineralnyh-udobrenij/tukosmesitelnaa-ustanovka/nabryzgvanie-masla/c-61> (дата обращения: 17.03.2023).

¹⁶ Устройство для нанесения на гранулы минеральных удобрений кондиционирующих добавок. Режим доступа: <https://www.engineering.cz/ru/oborudovanie-dla-obrabotki-mineralnyh-udobrenij/tukosmesitelnaa-ustanovka/obrabotka-mineralnyh-udobrenij-antislezhivatelami-i-ingibitorami/c-9> (дата обращения: 18.03.2023).

Рис. 15. Тукосмесительная установка и система онлайн-мониторинга с графикой в реальном времени¹⁷

Fig. 15. Mixing plant and online monitoring system with real-time graphics¹⁷



зуемое в процессе смешивания, подключено к программируемому логическому контроллеру, что позволяет существенно повысить эффективность и автономность производственного процесса. Кроме того, на станции применяются технологии машинного обучения или искусственного интеллекта, с помощью которых система обучается тому, как минеральные удобрения ведут себя во время смешивания. Благодаря этому удалось значительно поднять качество получаемого продукта.

Очевидно, что интернет вещей, предиктивная аналитика (прогнозная аналитика), машинное обучение и искусственный интеллект меняют промышленные отрасли, но многие производители удобрений до сих пор избегали практической цифровизации. Проблемы российской химической промышленности во многом можно решить путем внедрения предиктивной аналитики, нейронных сетей и т. п. [41, 42].

Предиктивный анализ больших данных по работе оборудования позволяет оперативно проводить процесс переналадки оборудования, сокращая возникающие простои. Также необходимо внедрение систем контроля и регулирования температуры и влажности с целью контроля микроклиматических показателей на производстве и складах для снижения слипания и слеживаемости удобрений, уменьшения применения дорогостоящих антислеживателей.

Комплексное применение получаемого массива данных может быть использовано для получения «цифрового двойника» производства, моделирования процессов с целью оптимизации производственной деятельности¹⁸.

Например, компанией «БДО Юникон Бизнес Солюшнс» на производственных установках филиала «КЧХК» АО «ОХК «Уралхим» внедрена система интеллектуального управления процессом сушки и гранулирования «Советчик оператора барабана гранулятора-сушилки (БГС)». Система позволила повысить стабильность работы и снизить влияние человеческого фактора при управлении процессом, благодаря чему выпуск продукции увеличился на 2–6% при сохранении качества и размера гранул выпускаемой продукции. В ходе совместных со специалистами комбината испытаний системы были выявлены дополнительные факторы, влияющие на качество технологического процесса, и намечены пути для дальнейшего развития и совершенствования как самого процесса, так и разработанного решения.

Созданное решение представляет собой полноценный цифровой двойник реального барабана и интеллектуальную модель-советчик на базе самообучающейся

нейронной сети. Система собирает и анализирует историю изменения технологических параметров работы установки, на основе оптимизационной математической модели предсказывает результат и предлагает оператору рекомендации по корректировке управляющих параметров. Чем точнее он следует этим указаниям, тем стабильнее работа оборудования. Показания технологических параметров загружаются из автоматизированной системы управления

технологическим процессом и базы данных лабораторных анализов. По мере накопления данных математическая модель непрерывно учится и улучшается.

Выводы / Conclusion

Основным оборудованием для смешивания компонентов тукосмесей являются барабанные, шнековые и лопастные смесители, а также конвейерные линии с бункерами-дозаторами, подающими компоненты послойно посредством тензодатчиков или объемного дозирования.

Зарубежные производители машин для тукосмешивания в настоящее время ориентируются на создание стационарных ТСУ. При этом проводятся исследования как по изменению химического состава исходных удобрений путем изменений их рецептуры при изготовлении гранул, так и по их модификации в процессе смешивания путем добавления в них жидких и порошкообразных препаратов: биостимуляторов и модификаторов, СЗР, антислеживателей, ингибиторов нитрификации, ингибиторов уреазы и других, повышающих эффективность применения удобрений и снижающих сегрегацию. По сути, тукосмешивание за рубежом эволюционировало в создание комплексных удобрений с заданным количеством необходимых питательных веществ.

В России основными тенденциями при создании технологического оборудования для тукосмешивания выступают:

1. Ориентация на мобильное и компактное оборудование для производства удобрений на территории сельскохозяйственных предприятий ввиду их удаленности от заводов — производителей удобрений и дилерских центров.
2. Простота использования и обслуживания.
3. Использование дешевых композитных материалов, стойких к коррозионному и механическому износу.
4. Использование и внедрение систем автоматизации, искусственного интеллекта и нейронных сетей для контроля и управления процессами, происходящими при производстве тукосмесей, что позволит минимизировать ручной труд и человеческий фактор при повышении качества и производительности технологического оборудования.
5. Полный цикл производства — от загрузки и дозирования необходимых компонентов до создания готовой тукосмеси с запрограммированной рецептурой и фасовкой готового продукта в тару.
6. Комбинирование нескольких способов смешивания на одной линии для получения высоких показателей равномерности.

¹⁷ Overview of AUTOBATCH® Blend Systems. Режим доступа: https://www.doylemfg.com/product_category/autobatch-blend-system (дата обращения: 19.03.2023).

¹⁸ Пилипенко Д. Пять цифровых концепций для химической промышленности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/management/blogs/2019/01/24/792359-himicheskoi-promishlennosti> (дата обращения: 20.04.2023).

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 Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сычев В.Г., Налиухин А.Н. Изменение климата и углеродная нейтральность: современные вызовы перед аграрной наукой. *Плодородие*. 2021; (5): 3–7. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.122.01>
2. Сычев В.Г., Ефремов Е.Н. Агрохимия в решении задач продовольственной безопасности. *Агрохимия в XXI веке. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной памяти академика РАН В.Г. Минеева*. Москва. 2018; 34–41. <https://elibrary.ru/qozhtm>
3. Сычев В.Г., Шафран С.А., Виноградова С.Б. Плодородие почв России и пути его регулирования. *Агрохимия*. 2020; (6): 3–13. <https://doi.org/10.31857/S0002188120060125>
4. Афанасьев Р.А., Мерзлая Г.Е. Сравнительная эффективность систем удобрения. *Агрохимия*. 2021; (2): 31–36. <https://doi.org/10.31857/S0002188121020034>
5. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. Учебное пособие. Москва: РАН. 2019; 325. ISBN: 978-5-907036-01-7 <https://www.elibrary.ru/etpunh>
6. Дорохов А.С., Новиков Н.Н., Митрофанов С.В. Интеллектуальная технология формирования системы удобрения. *Техника и оборудование для села*. 2020; (7): 2–5. <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2020-7-2-5>
7. Митрофанов С.В., Новиков Н.Н., Никитин В.С., Благов Д.А., Панферов Н.С., Бельх С.А. Математические модели по рациональному расчету доз минеральных удобрений. *Наука в центральной России*. 2019; (2): 71–77. <https://www.elibrary.ru/zzamqx>
8. Podshivalova A.K. Oxygen activity as a function of the composition of mixed fertilizers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 315(5): 052056. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/315/5/052056>
9. Longlong R., Zhang H., Zhang S., Fan G., Li Y., Song Y. Experimental research on efficient irrigation system with mixed fertilizer in integration of water and fertilizer. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020; 1550(4): 042004. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1550/4/042004>
10. Nogalska A., Czaplá J., Skwierawska M. The Effect of Multi-Component Fertilizers on Spring Wheat Yield, the Content and Uptake of Macronutrients. *Journal of Elementology*. 2012; 17(1): 95–104.
11. Белоусов И.Е., Кремзин Н.М. Эффективность применения полиэлементных тукоسمесей в рисоводстве. *Достижения науки и техники АПК*. 2016; 30(8): 40–41. <https://www.elibrary.ru/wjztnl>
12. Титова В.И., Тихонов А.А. Экономическая эффективность использования комплексных удобрений и тукоسمесей. *Экономика сельского хозяйства России*. 2015; (6): 60–64. <https://www.elibrary.ru/ubesjh>
13. Рычков В.А. Технологии и механизация внесения удобрений. Научно-практическое издание. Рязань. 2017; 126. ISBN: 978-5-87021-071-1 <https://www.elibrary.ru/xvkskt>
14. Foth H.D., Ellis B.G. Mixed Fertilizers. Foth H.D., Ellis B.G. Soil Fertility. 2nd Ed. Boca Raton: CRC Press. 2018; 12. <https://doi.org/10.1201/9780203739341-12>
15. Ke J. et al. Effects of mixed fertilizers formed by the compounding of two targeted controlled-release nitrogen fertilizers on yield, nitrogen use efficiency, and ammonia volatilization in double-cropping rice. *The Crop Journal*. 2023; 11(2): 628–637. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2022.09.011>
16. Дабахова Е.В., Титова В.И., Тихонов А.А. Влияние сложных удобрений и тукоسمесей на продуктивность яровой пшеницы. *Агрохимический вестник*. 2011; (2): 29–31. <https://www.elibrary.ru/nqxrpf>
17. Ширяев Г.В. Применение тукоسمесей при выращивании картофеля экономически выгодно. *Картофель и овощи*. 2013; (1): 29. <https://www.elibrary.ru/pwhmpx>
18. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Влияние применения туковых смесей на биометрические показатели яровой пшеницы и эффективность ее возделывания. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2017; 47(1): 12–17. <https://www.elibrary.ru/ykern>
19. Хайруллин А.И. Использование тукоسمесей как способ оптимизации питания сахарной свеклы. *Сахарная свекла*. 2011; (1): 31–34. <https://www.elibrary.ru/qcmftp>
20. Bekbayeva L., Zakaria Z., El-Sayed Negim, Al Azzam K.M., Yeligbayeva G. The Effect of Mixed Fertilizers on the Vegetative Growth and Reproductive Characteristics of Tomatoes (L. Esculentum Mill). *International Journal of Biology and Chemistry*. 2022; 15(1): 31–47. <https://doi.org/10.26577/ijbch.2022.v15.i1.04>

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:

This research was funded by National Research University «Higher School of Economics»

REFERENCES

1. Sychev V.G., Naliukhin A.N. Climate change and carbon neutrality: modern challenges for agriculture. *Plodородie*. 2021; (5): 3–7 (In Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.122.01>
2. Sychev V.G., Efremov E.N. Agrochemistry in solving food security problems. *Agrochemistry in the XXI century. Proceedings of the All-Russian scientific conference with international participation dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Sciences V.G. Mineev*. Moscow. 2018; 34–41 (In Russian). <https://elibrary.ru/qozhtm>
3. Sychev V.G., Shafran S.A., Vinogradova S.B. Soil fertility in Russia and ways of its regulation. *Agricultural Chemistry*. 2020; (6): 3–13 (In Russian). <https://doi.org/10.31857/S0002188120060125>
4. Afanas'ev R.A., Merzlaya G.E. Comparative efficiency of fertilizer systems. *Agricultural Chemistry*. 2021; (2): 31–36 (In Russian). <https://doi.org/10.31857/S0002188121020034>
5. Sychev V.G. The current state of soil fertility and the main aspects of its regulation. Moscow: Russian Academy of Sciences. 2019; 325 (In Russian). ISBN: 978-5-907036-01-7 <https://www.elibrary.ru/etpunh>
6. Dorokhov A.S., Novikov N.N., Mitrofanov S.V. Intelligent fertilizer system technology. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2020; (7): 2–5 (In Russian). <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2020-7-2-5>
7. Mitrofanov S., Novikov N., Nikitin V., Blagov D., Panferov N., Belykh S. Mathematical models on rational calculation of dose of mineral fertilizers. *Science in the Central Russia*. 2019; (2): 71–77 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/zzamqx>
8. Podshivalova A.K. Oxygen activity as a function of the composition of mixed fertilizers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 315(5): 052056. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/315/5/052056>
9. Longlong R., Zhang H., Zhang S., Fan G., Li Y., Song Y. Experimental research on efficient irrigation system with mixed fertilizer in integration of water and fertilizer. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020; 1550(4): 042004. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1550/4/042004>
10. Nogalska A., Czaplá J., Skwierawska M. The Effect of Multi-Component Fertilizers on Spring Wheat Yield, the Content and Uptake of Macronutrients. *Journal of Elementology*. 2012; 17(1): 95–104.
11. Belousov I.E., Kremzin N.M. Efficiency of polyelement fertilizer mixtures in rice growing. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016; 30(8): 40–41 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/wjztnl>
12. Titova V.I., Tikhonov A.A. Cost-effective efficiency of use of complex fertilizers and fertilizer mixtures. *Economics of Agriculture of Russia*. 2015; (6): 60–64 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ubesjh>
13. Rychkov V.A. Technologies and mechanization of fertilizer application. Scientific and practical edition. Ryazan. 2017; 126 (In Russian). ISBN: 978-5-87021-071-1 <https://www.elibrary.ru/xvkskt>
14. Foth H.D., Ellis B.G. Mixed Fertilizers. Foth H.D., Ellis B.G. Soil Fertility. 2nd Ed. Boca Raton: CRC Press. 2018; 12. <https://doi.org/10.1201/9780203739341-12>
15. Ke J. et al. Effects of mixed fertilizers formed by the compounding of two targeted controlled-release nitrogen fertilizers on yield, nitrogen use efficiency, and ammonia volatilization in double-cropping rice. *The Crop Journal*. 2023; 11(2): 628–637. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2022.09.011>
16. Dabakhova E.V., Titova V.I., Tikhonov A.A. Influence of complex fertilizers and fertilizer mixtures on spring wheat yield. *Agrochemical Herald*. 2011; (2): 29–31 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/nqxrpf>
17. Shiryayev G.V. The use of mixed fertilizers in potato cultivation is economically advantageous. *Potato and vegetables*. 2013; (1): 29 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/pwhmpx>
18. Perfil'ev N.V., Vyushina O.A. Influence of fertilizer mixtures on biometrics of spring wheat and efficiency of its cultivation. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2017; 47(1): 12–17 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ykern>
19. Khairullin A.I. Use of fertilizer mixtures as method of optimization of feed of sugar beet. *Sakharnaya svekla*. 2011; (1): 31–34 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/qcmftp>
20. Bekbayeva L., Zakaria Z., El-Sayed Negim, Al Azzam K.M., Yeligbayeva G. The Effect of Mixed Fertilizers on the Vegetative Growth and Reproductive Characteristics of Tomatoes (L. Esculentum Mill). *International Journal of Biology and Chemistry*. 2022; 15(1): 31–47. <https://doi.org/10.26577/ijbch.2022.v15.i1.04>

21. Нино Т.П. Приготовление тукосмесей в условиях хозяйств. *Инженерно-техническое обеспечение АПК*. 2010; (4): 1107. <https://www.elibrary.ru/mwihir>
22. Санжаровская М.И. Механизация приготовления тукосмесей в условиях сельскохозяйственных предприятий. *Инженерно-техническое обеспечение АПК*. 2009; (1): 157. <https://www.elibrary.ru/jxbroz>
23. Рычков В.А., Катаев А.А., Смагин А.В. Приготовление тукосмесей в условиях хозяйств. *Техника в сельском хозяйстве*. 2010; (1): 37–38. <https://www.elibrary.ru/nordur>
24. Кустарников И.А., Герасимов Е.В., Фусточенко А.Ю., Исаков Е.А. Порядок приготовления тукосмеси и способы ее внесения. *SWorld*. 2013; 15(4): 58–61. <https://www.elibrary.ru/rtifkz>
25. Волкова Е., Стягова Н. Тукосмеси: производство и приготовление. *Техника и оборудование для села*. 2011; (10): 19–20. <https://www.elibrary.ru/mxkzuu>
26. Жантасов К.Т. и др. Усовершенствование путей получения сложно-смешанных минеральных удобрений. *Успехи современного естествознания*. 2014; (12-4): 405–408. <https://www.elibrary.ru/tenvrp>
27. Гайбарян М.А., Сидоркин В.И., Гапеева Н.Н. Оптимизация структурного построения технологического процесса тукосмешения и биомодификации твердых минеральных удобрений. *Техника и оборудование для села*. 2021; (10): 17–22. <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2021-10-17-22>
28. Францкевич В.С., Высоцкая Н.А., Дворник А.П. Гранулирование сложно-смешанных удобрений в барабанном грануляторе-сушилке. *Механика. Исследования и инновации*. 2021; (14): 226–233. <https://www.elibrary.ru/mnwokm>
29. Кафаров В.В., Дорохов И.Н., Жаворонков Н.М. Системный анализ процессов химической технологии: основы стратегии. Монография. 2-е изд. Москва: Юрайт. 2018; 499. ISBN: 978-5-534-06991-4 <https://www.elibrary.ru/zychsc>
30. Богомягких В.А. Приготовление туковых смесей в условиях их фракционной сегрегации и динамического сводаобразования. *Зерноград*. 2009; 67. <https://www.elibrary.ru/qkzydv>
31. Козлова К.П. Коррозионная стойкость конструкционных материалов в средах минеральных удобрений. *Материалы 66-й студенческой научно-практической конференции инженерного факультета ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»*. Кинель. 2021; 10–13. <https://www.elibrary.ru/fazddi>
32. Павлов В.С., Смирнов А.Г., Гордеев А.А. Коррозионная стойкость конструкционных материалов в контакте с комплексными удобрениями. *Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Сборник материалов V Международной научно-практической конференции*. Чебоксары. 2021; 619–624. <https://www.elibrary.ru/uaoufi>
33. Рычков В.А., Васильев С.С., Туркин В.Н. О механизации приготовления тукосмесей и биологизированных минеральных удобрений. *Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства*. 2014; (6): 27–32. <https://www.elibrary.ru/tovayb>
34. Рычков В.А., Катаев А.А., Смагин А.В. Расчет параметров пруткового транспортера-питателя тукосмесительной машины. *Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства*. 2010; (1): 39–44. <https://www.elibrary.ru/ouagzt>
35. Mitrofanov S.V., Novikov N.N. Efficiency of using stimulating preparations in pre-treatment of spring barley seeds. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2020; 26(5): 958–965.
36. Завалин А.А., Кирпичников Н.А., Бижан С.П., Сапожников С.Н. Эффективность применения биомодифицированных удобрений под озимую пшеницу при различной реакции почвенной среды. *Плодородие*. 2022; (3): 12–16. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.126.03>
37. Завалин А.А., Кирпичников Н.А., Бижан С.П. Эффективность применения биомодифицированных минеральных удобрений под ячмень при различной кислотности дерново-подзолистой почвы. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2022; (2): 65–68. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/2/65-68>
38. Новиков Н.Н., Рычков В.А., Тихонова О.В., Ариткин А.Г. О приготовлении модифицированных минеральных удобрений в условиях сельскохозяйственных предприятий. *Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства*. 2016; (10): 185–192. <https://www.elibrary.ru/zfcllz>
39. Коняев Е.Р., Костин Я.В., Акулина И.А. Научные основы получения и применения биомодифицированных минеральных удобрений. *Теоретический и практический потенциал в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства. Материалы Национальной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых*. Рязань. 2021; 69–72. <https://www.elibrary.ru/myuuiic>
40. Федотова Л.С. и др. Агроэкологическая эффективность биомодифицированных минеральных удобрений и биологически активных препаратов при выращивании картофеля. *Плодородие почв России: состояние, тенденции и прогноз. Материалы Международной конференции (к 100-летию со дня рождения академика ВАСХНИЛ Т.Н. Кулаковской)*. Москва: ВНИИ Агрохимии. 2019; 377–386. <https://www.elibrary.ru/bscyav>
21. Nino T.P. Preparation of mixed fertilizers in the conditions of farms. *Inzhenerno-tehnicheskoe obespechenie APK*. 2010; (4): 1107 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/mwihir>
22. Sanzharovskaya M.I. Mechanization of the preparation of mixed fertilizers in the conditions of agricultural enterprises. *Inzhenerno-tehnicheskoe obespechenie APK*. 2009; (1): 157 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/jxbroz>
23. Rychkov V.A., Kataev A.A., Smagin A.V. Preparation of fertilizer mixtures in the conditions of economies. *Tekhnika v sel'skom khozyaystve*. 2010; (1): 37–38 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/nordur>
24. Kustarnikov I.A., Gerasimov E.V., Fustochenko A.Yu., Isakov E.A. Fertilizer mixture preparation and its application. *SWorld*. 2013; 15(4): 58–61 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/rtifkz>
25. Volkova E., Styagova N. Mixed fertilizers: production and preparation. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2011; (10): 19–20 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/mxkzuu>
26. Zhantasov K.T. et al. Improvement of methods of complex-mixed mineral fertilizers production. *Advances in current natural sciences*. 2014; (12-4): 405–408 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/tenvrp>
27. Gaibaryan M.A., Sidorkin V.I., Gapeeva N.N. Optimization of the structural design of the process of fertilizer mixing and biomodification of solid mineral fertilizers. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2021; (10): 17–22 (In Russian). <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2021-10-17-22>
28. Frantskevich V.S., Vysotskaya N.A., Dvornik A.P. Granulation of complex-mixed fertilizers in a drum granulator-dryer. *Mechanics. Researches and innovations*. 2021; (14): 226–233 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/mnwokm>
29. Kafarov V.V., Dorokhov I.N., Zhavoronkov N.M. System analysis of chemical technology processes: Processes of grinding and mixing of bulk materials: basics of strategy. Monograph. 2nd Ed. Moscow: Yurayt. 2018; 499 (In Russian). ISBN: 978-5-534-06991-4 <https://www.elibrary.ru/zychsc>
30. Bogomyagikh V.A. Preparation of mixed fertilizers in conditions of their fractional segregation and dynamic arching. *Zernograd*. 2009; 67 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/qkzydv>
31. Kozlova K.P. Corrosion resistance of structural materials in mineral fertilizers environments. *Proceedings of the 66th Student Scientific and Practical conference of the Faculty of Engineering of the Samara State Agrarian University*. Kinel. 2021; 10–13 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/fazddi>
32. Pavlov V.S., Smirnov A.G., Gordeev A.A. Corrosion resistance of structural materials in contact with complex fertilizers. *Scientific, educational and applied aspects of the production and processing of agricultural products. Collection of materials of the V International Scientific and Practical Conference*. Cheboksary. 2021; 619–624 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/uaoufi>
33. Rychkov V.A., Vasilyev S.S., Turkin V.N. On the mechanization of preparation of fertilizer mixtures and biologized mineral fertilizers. *Problemy mekhanizatsii agrokhimicheskogo obsluzhivaniya sel'skogo khozyaystva*. 2014; (6): 27–32. (In Russian) <https://www.elibrary.ru/tovayb>
34. Rychkov V.A., Kataev A.A., Smagin A.V. Calculation of parameters of stick transporter of fertilizer mixing machine. *Problemy mekhanizatsii agrokhimicheskogo obsluzhivaniya sel'skogo khozyaystva*. 2010; (1): 39–44 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ouagzt>
35. Mitrofanov S.V., Novikov N.N. Efficiency of using stimulating preparations in pre-treatment of spring barley seeds. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2020; 26(5): 958–965.
36. Zavalin A.A., Kirpichnikov N.A., Bizhan S.P., Sapozhnikov S.N. The effectiveness of the use of biomodified fertilizers for winter wheat with different reactions of the soil environment. *Plodородие*. 2022; (3): 12–16 (In Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.126.03>
37. Zavalin A.A., Kirpichnikov N.A., Bizhan S.P. Efficiency of biomodified mineral fertilizers application for barley under different soil acidity of soddy-podzolic soil. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2022; (2): 65–68 (In Russian). <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/2/65-68>
38. Novikov N.N., Rychkov V.A., Tihonova O.V., Aritkin A.G. On the preparation of modified mineral fertilizers in conditions of agricultural enterprises. *Problemy mekhanizatsii agrokhimicheskogo obsluzhivaniya sel'skogo khozyaystva*. 2016; (10): 185–192 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/zfcllz>
39. Konyaev E.R., Kostin Ya.V., Akulina I.A. Scientific bases of obtaining and applying biomodified mineral fertilizers. *Theoretical and practical potential in agriculture, forestry and hospitality. Proceedings of the National Scientific and Practical Conference of students, undergraduates, postgraduates and young scientists*. Ryazan. 2021; 69–72 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/myuuiic>
40. Fedotova L.S. et al. Agroecological effectiveness of biomodified mineral fertilizers and biologies during the growing period of potatoes. *Soil fertility of Russia: status, trends and forecast. Materials of the International conference (To the 100th anniversary of the birth of Academician of VASKhNIL T.N. Kulakovskaya)*. Moscow: Research Institute of Agrochemistry. 2019; 377–386. (In Russian). <https://www.elibrary.ru/bscyav>

41. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Шогенов Ю.Х. Результаты научных исследований агроинженерных научных организаций по развитию цифровых систем в сельском хозяйстве. *Техника и оборудование для села*. 2022; (3): 2–9. <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2022-3-2-9>

42. Митрофанов С.В., Пехнов А.С., Благов Д.А. Программный комплекс для расчета доз компонентов тукоосмесей. *Техника и оборудование для села*. 2021; (6): 17–22. <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2021-6-17-21>

ОБ АВТОРАХ:

Сергей Владимирович Митрофанов,

кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник,
Высшая школа экономики,
Покровский бульвар, 11, Москва, 109028, Россия
f-mitrofanoff2015@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0657-7148>

Надежда Владимировна Орлова,

заведующая отделом экономики инноваций в сельском хозяйстве:
Институт аграрных исследований;
Высшая школа экономики,
Покровский бульвар, 11, Москва, 109028, Россия
nvorlova@hse.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8504-0252>

Дмитрий Андреевич Благов,

старший научный сотрудник, кандидат биологических наук,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
1-й Институтский проезд, 5, стр. 1, Москва, Россия, 109428
aspirantya2013@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7826-5197>

Николай Сергеевич Панферов,

старший научный сотрудник, кандидат технических наук,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
1-й Институтский проезд, 5, стр. 1, Москва, Россия, 109428
nikolaj-panfyorov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7431-7834>

Владимир Сергеевич Тетерин,

старший научный сотрудник, кандидат технических наук,
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
1-й Институтский проезд, 5, стр. 1, Москва, Россия, 109428
v.s.teterin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8116-723X>

41. Lachuga Yu.F., Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Shogenov Yu.Kh. The results of scientific research of agro-engineering scientific organizations on the development of digital systems in agriculture. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2022; (3): 2–9 (In Russian). <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2022-3-2-9>

42. Mitrofanov S.V., Plekhanov A.S., Blagov D.A. Software package for calculation of fertilizer mixture component doses. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2021; (6): 17–22 (In Russian). <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2021-6-17-21>

ABOUT THE AUTHORS:

Sergey Vladimirovich Mitrofanov,

Candidate of Agricultural Sciences, Research Officer,
Higher School of Economics,
11 Pokrovsky Boulevard, Moscow, 109028, Russia
f-mitrofanoff2015@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0657-7148>

Nadezhda Vladimirovna Orlova,

Head of the Department of Economics of Innovation in Agriculture:
Institute of Agricultural Research;
Higher School of Economics,
11 Pokrovsky Boulevard, Moscow, 109028, Russia
nvorlova@hse.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8504-0252>

Dmitry Andreevich Blagov,

Senior Researcher, Candidate of Biological Sciences,
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
5 1st Institutskiy proezd, 1 building, Moscow, 109428, Russia
aspirantya2013@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7826-5197>

Nikolay Sergeevich Panferov,

Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences,
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
5 1st Institutskiy proezd, 1 building, Moscow, 109428, Russia
nikolaj-panfyorov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7431-7834>

Vladimir Sergeevich Teterin,

Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences,
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
5 1st Institutskiy proezd, 1 building, Moscow, 109428, Russia
v.s.teterin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8116-723X>

УДК 636.085.622; 631.363.21

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-111-115

М.С. Волхонов¹,
А.М. Абалихин², ✉
Д.В. Барабанов²,
А.В. Крупин²,
Н.В. Муханов²

¹Костромская государственная
сельскохозяйственная академия
пос. Караваево, Костромская обл.,
Россия

²Верхневолжский государственный
агробиотехнологический университет,
Иваново, Россия

✉ anton-abalikhin@yandex.ru

Received by the editorial office:
22.03.2023

Accepted in revised:
04.05.2023

Accepted for publication:
18.05.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-111-115

Mikhail S. Volkhonov¹,
Anton M. Abalikhin², ✉
Dmitry V. Barabanov²,
Alexander V. Krupin²,
Nikolay V. Mukhanov²

¹Kostroma State Agricultural Academy,
Karavaevo village, Kostroma district,
Russia

²Verkhnevolzhsk State University
of Agronomy and Biotechnology,
Ivanovo, Russia

✉ anton-abalikhin@yandex.ru

Поступила в редакцию:
22.03.2023

Одобрена после рецензирования:
04.05.2023

Принята к публикации:
18.05.2023

Определение оптимальных режимов работы центробежного измельчителя фуражного зерна

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Фуражное зерно — важный элемент рационов сельскохозяйственных животных и птицы. Его измельчение — обязательная операция подготовки к скормливаю, которая осуществляется на большинстве предприятий молотковыми дробилками, одним из основных недостатков которых является высокая удельная энергоёмкость, поэтому разработка измельчителя, обеспечивающего измельчение фуражного зерна с меньшей удельной энергоёмкостью, актуальна. Цель исследования — определение оптимальных режимов работы разработанного центробежного измельчителя фуражного зерна при использовании решет с отверстиями диаметром 4, 6 и 8 мм.

Результаты. Определено, что наибольшее влияние на удельную энергоёмкость процесса измельчения зерна оказывают диаметр отверстий решета и частота вращения ротора. Для определения минимальных значений критерия оптимизации функция зависимости удельной энергоёмкости измельчения зерна от частоты вращения ротора была исследована на экстремум. Это позволило определить оптимальные режимы работы измельчителя для решет с отверстиями исследуемых диаметров.

Ключевые слова: фуражное зерно, измельчение зерна, центробежный измельчитель, удельная энергоёмкость

Для цитирования: Волхонов М.С., Абалихин А.М., Барабанов Д.В., Крупин А.В., Муханов Н.В. Определение оптимальных режимов работы центробежного измельчителя фуражного зерна. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 111–115. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-111-115>.

© Волхонов М.С., Абалихин А.М., Барабанов Д.В., Крупин А.В., Муханов Н.В.

Determination of optimal modes of operation of centrifugal fodder grain grinder

ABSTRACT

Relevance. Grain fodder is an important element in the diets of farm animals and poultry. Its grinding is a mandatory preparation operation for feeding, which is carried out at most enterprises with hammer mills, one of the main disadvantages of which is high energy density. Therefore, the development of a grinder that provides grinding of fodder grain with a lower energy density is relevant. The purpose of the study is to determine the optimal operating modes of the developed centrifugal fodder grain grinder when using sieves with holes with a diameter of 4, 6 and 8 mm.

Results. It has been determined that the diameter of the screen holes and the rotor speed have the greatest influence on the specific energy consumption of the grain grinding process. To determine the minimum values of the optimization criterion, the function of the dependence of the specific energy density of grain grinding on the rotor speed was studied by extremum. This made it possible to determine the optimal operating modes of the grinder for sieves with holes of the studied diameters.

Key words: fodder grain, grain grinding, centrifugal grinder, specific energy intensity

For citation: Volkhonov M.S., Abalikhin A.M., Barabanov D.V., Krupin A.V., Mukhanov N.V. Determination of optimal modes of operation of centrifugal fodder grain grinder. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 111–115 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-111-115>

© Volkhonov M.S., Abalikhin A.M., Barabanov D.V., Krupin A.V., Mukhanov N.V.

Введение / Introduction

Существенное увеличение производства продукции животноводства возможно лишь при обеспечении животных кормами в необходимом количестве и требуемого качества. Применительно к фуражному зерну требованиями качества являются его измельчение и получение дерти с крупностью частиц, оптимальной для каждой половозрастной группы определенного вида сельскохозяйственных животных и птицы. Скармливание дерти с оптимальным для животных размером частиц способствует нормальному протеканию различных обменных процессов в организме с повышением усвояемости питательных веществ корма, что обуславливает рост продуктивности животных [1–4].

Измельчение фуражного зерна является обязательной (и наиболее энергоемкой) операцией при приготовлении кормов [5, 6]. На сегодняшний день измельчение большей части фуражного зерна на предприятиях АПК РФ осуществляется молотковыми дробилками, которым присущи высокая удельная энергоемкость процесса и значительная доля переизмельченного материала в дерти [6–8]. Поэтому разработка новых технических средств, обеспечивающих снижение энергоемкости процесса измельчения и получение из фуражного зерна дерти требуемой крупности, является актуальной задачей. Одним из перспективных направлений развития конструирования измельчителей фуражного зерна является разработка центробежных измельчителей с жестко закрепленными лопатками ротора [3, 9–12].

Цель исследования — определение оптимальных режимов работы центробежного измельчителя фуражного зерна при использовании решет с отверстиями диаметром 4, 6 и 8 мм.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Исследование проведено в январе 2023 года в лаборатории кафедры технического сервиса и механики Ивановской ГСХА.

Объект исследования — технологический процесс измельчения фуражного зерна в центробежном измельчителе. Предмет исследования — режимные параметры центробежного измельчителя фуражного зерна.

Центробежный измельчитель (рис. 1а) содержит корпус рабочей камеры 1, который приварен к задней

стенке 2, а передняя стенка 3 (съемная) прижимается к корпусу 1 четырьмя шпильками 4.

В нижней части корпус рабочей камеры 1 имеет выгрузную горловину, к фланцу которой крепится фильтр-мешок 5. Бункер 6 с регулировочной заслонкой 7 крепится к передней стенке 3 посредством загрузочной горловины 8, которая имеет на боковой поверхности отверстие 9 для отбора воздуха.

Задняя стенка 2 крепится к станине 10, которая установлена на виброопорах 11. Станина 10 выполнена в форме пространственного каркаса, внутри которого расположены электродвигатель 12 и клиноременная передача 13. В корпусе подшипников 14 установлен вал ротора 15, получающий вращение от электродвигателя 12 посредством клиноременной передачи 13.

Устройство рабочей камеры 1 и ротора 15 показано на рисунках 1б и 1в соответственно. В корпусе рабочей камеры 1 (рис. 1б) располагаются ротор 15, дека 16 и решето 17. Дека 16 содержит 14 отбойников трапецевидного сечения, закрепленных на радиально изогнутой пластине. Дека 16 и решето 17 охватывают ротор 15 и крепятся к кронштейнам 18.

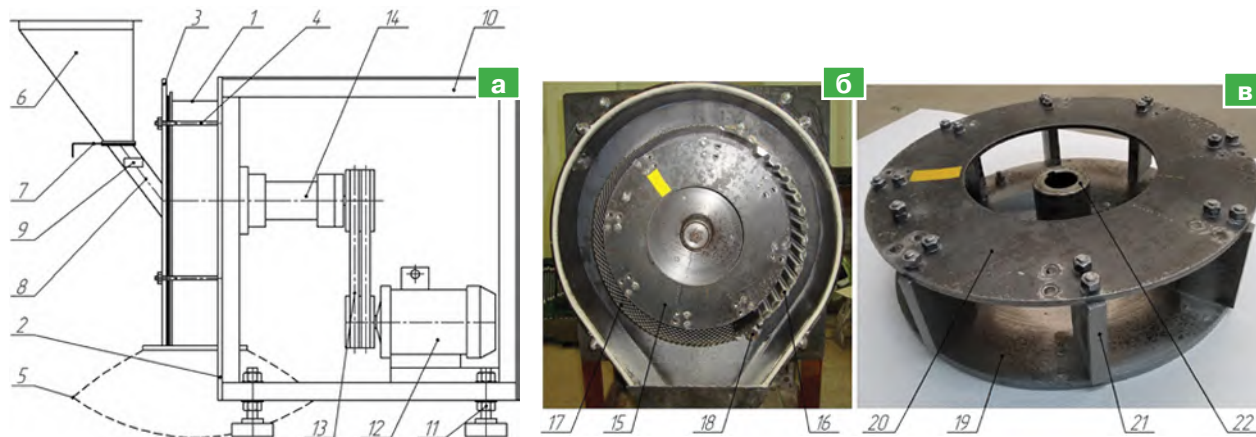
Ротор 15 (рис. 1в) представляет собой два диска сплошного 19 и кольцевого 20 сечения, между которыми располагаются 8 лопаток 21. К сплошному диску приварена ступица 22.

Для исследования работы измельчителя и построения математической модели, отражающей влияние факторов на критерий оптимизации, проведен трехфакторный трехуровневый эксперимент.

За критерий оптимизации принята удельная энергоемкость $\mathcal{E}$, Вт·ч / (кг·ед. ст. изм.), которая определяется как отношение потребляемой мощности к произведению степени измельчения на производительность измельчителя зерна. Условие оптимизации — $\mathcal{E} \rightarrow \min$.

В качестве факторов приняты: частота вращения ротора n , мин⁻¹; площадь выгрузного окна бункера F , м²; диаметр отверстий решета D , м. Пределы варьирования частоты вращения ротора приняты из условия достижения необходимой скорости вылета частиц с лопаток ротора: $n = 2500\text{--}3500$ мин⁻¹ [13]. Площадь выгрузного окна бункера варьировалась в пределах $F = 0,000702\text{--}0,001458$ м² исходя из полного использования мощности электродвигателя привода ротора, равной 5,5 кВт при максимально возможной

Рис. 1. Устройство центробежного измельчителя: а — схема измельчителя, б — камера рабочая (передняя стенка снята), в — ротор
Fig. 1. Centrifugal grinder device: а — diagram of the fodder grain grinder, б — working chamber (front wall removed), в — rotor



1 — корпус рабочей камеры, 2 — задняя стенка, 3 — передняя стенка, 4 — шпилька, 5 — фильтр-мешок, 6 — бункер, 7 — заслонка регулировочная, 8 — горловина загрузочная, 9 — отверстие, 10 — станина, 11 — виброопора, 12 — электродвигатель, 13 — передача клиноременная, 14 — корпус подшипников, 15 — ротор, 16 — дека, 17 — решето, 18 — кронштейн, 19 — диск сплошной, 20 — диск кольцевой, 21 — лопатка, 22 — ступица

производительности 1,8 т/ч. Использовались решета с диаметрами отверстий $D = 0,004$ м, $D = 0,006$ м, $D = 0,008$ м для получения дерти мелкого, среднего и крупного помола в соответствии с зоотехническими требованиями для различных видов и половозрастных групп сельскохозяйственных животных.

В качестве материала для проведения экспериментальных исследований использовалось фуражное зерно пшеницы сорта Приокская влажностью 12%.

Испытания проводили следующим образом. В рабочую камеру устанавливали решето с отверстиями необходимого диаметра. Перемещали регулировочную заслонку и фиксировали в определенном положении для обеспечения необходимой площади выгрузного окна бункера. Запускали электродвигатель привода ротора измельчителя и частотным регулятором устанавливали необходимую частоту вращения ротора.

Отмеренная на весах порция зерна загружалась в бункер. По загрузочной горловине поток зерна двигался в корпус рабочей камеры и поступал на вращающийся ротор. С лопаток ротора зерна вылетали со скоростью 72–101 м/с (в зависимости от частоты вращения ротора) и разрушались, ударяясь о поверхность отбойников деки [13]. Образовавшиеся при разрушении зерен частицы дерти потоком воздуха, создающимся при вращении ротора, проходя через отверстия решета, поступали в выгрузную горловину. Если размер измельченных частиц не позволял им пройти через отверстия решета, то они, вращаясь в воздушно-продуктовом слое, попадали на лопатки ротора и вновь направлялись на деку, подвергаясь повторным ударам об отбойники до тех пор, пока не измельчались до размера, обеспечивающего возможность прохода сквозь отверстия решета. Полученная дерть накапливалась в фильтр-мешке, сквозь ткань которого свободно проходил воздушный поток.

Наличием на боковой поверхности загрузочной горловины (рис. 1а) отверстия обеспечивались (при вращающемся роторе) отбор воздуха из атмосферы и поступление его в рабочую камеру. При этом воздух поступал в рабочую камеру постоянно и равномерно. Поток воздуха обеспечивал очистку рабочих органов измельчителя от дерти и ее эвакуацию из рабочей камеры. Своевременная эвакуация дерти способствует получению размола заданного гранулометрического состава, повышению производительности и эксплуатационной надежности измельчителя.

В ходе каждого опыта по секундомеру определяли продолжительность измельчения порции зерна и рассчитывали производительность измельчителя как отношение массы порции к продолжительности ее измельчения. Частоту вращения ротора изменяли при помощи подключенного к электродвигателю преобразователя частоты электрического тока Innovert ITD 113043В (подключаемая мощность — до 11,0 кВт, напряжение — 380 В, страна производства — КНР). По показаниям амперметра, интегрированного в преобразователь частоты электрического тока, определяли силу тока, потребляемого электродвигателем во время его работы, и рассчитывали мощность, затрачиваемую на процесс измельчения.

Из каждой порции полученной дерти отбирали пробы по ГОСТ 13496.0-2016¹, проводили ситовой анализ

по ГОСТ 13496.8-72² для определения гранулометрического состава, рассчитывали средний размер частиц дерти и степень измельчения зерна. Затем определялась величина удельной энергоемкости с учетом достигнутой степени измельчения.

После проведения эксперимента полученные данные подвергались статистической обработке в программе Statgraphics Plus (Statgraphics Technologies, Inc., USA).

Результаты и обсуждение /

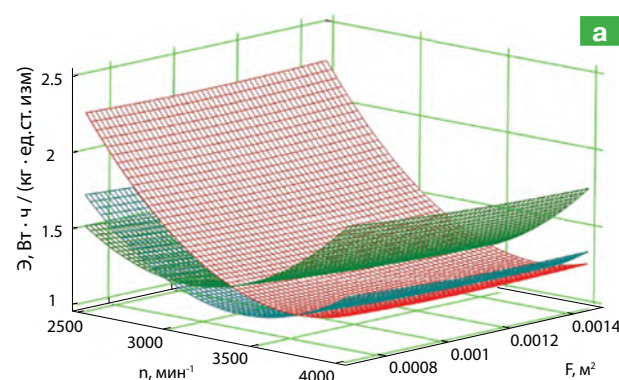
Results and discussion

Проведенный многофакторный регрессионный анализ по определению влияния частоты вращения ротора, диаметра отверстий решета, площади выгрузного окна бункера на удельную энергоемкость позволил получить математическую модель в виде уравнения регрессии:

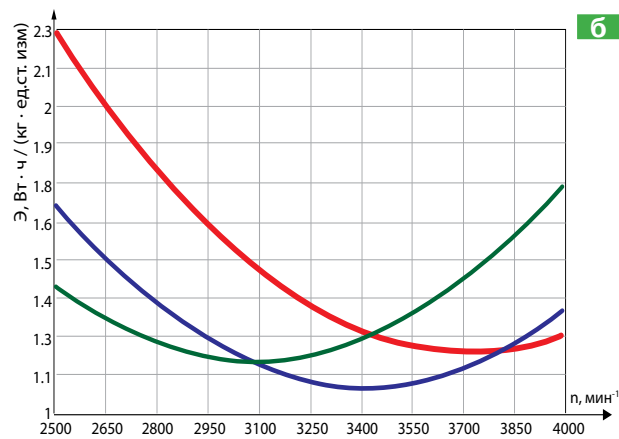
$$\begin{aligned} \mathcal{E} = & 15,3123 - 0,0061467 \cdot n - 1213,21368 \cdot D - 141,00204 \cdot F + \\ & + 0,000000708 \cdot n^2 + 41730,25 \cdot D^2 + 119865,493 \cdot F^2 + \\ & + 0,21985 \cdot n \cdot D - 30456,35 \cdot F \cdot D. \end{aligned} \quad (1)$$

Рис. 2. Зависимость удельной энергоемкости измельчения зерна от исследуемых факторов

Fig. 2. Dependence of energy density of grain grinding on the studied factors



а — от площади выгрузного окна бункера и частоты вращения ротора
а — from area of hopper discharge window and rotor speed



б — от частоты вращения ротора
b — from rotor speed

— значение $\mathcal{E}$ при $D = 0,004$ м, $F = 1,458 \cdot 10^{-3}$ м²;
— значение $\mathcal{E}$ при $D = 0,006$ м, $F = 1,458 \cdot 10^{-3}$ м²;
— значение $\mathcal{E}$ при $D = 0,008$ м, $F = 1,458 \cdot 10^{-3}$ м²;
— the meaning of $\mathcal{E}$ at the values of $D = 0,004$ м, $F = 1,458 \cdot 10^{-3}$ м²;
— the meaning of $\mathcal{E}$ at the values of $D = 0,006$ м, $F = 1,458 \cdot 10^{-3}$ м²;
— the meaning of $\mathcal{E}$ at the values of $D = 0,008$ м, $F = 1,458 \cdot 10^{-3}$ м².

¹ ГОСТ 13496.0-2016 Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы отбора проб. М.: Стандартинформ. 2016; 14.

² ГОСТ 13496.8-72 Методы определения крупности размола и содержания неразмолотых семян культурных и дикорастущих растений. М.: Стандартинформ. 2011; 3.

Из дисперсионного анализа уравнения регрессии следует, что модель адекватно описывает работу измельчителя и позволяет определить величину критерия оптимизации при различных значениях факторов.

Удельная энергоёмкость изменялась в широких пределах — 1–2,25 Вт·ч / (кг·ед. ст. изм.) (рис. 2а).

При этом влияние изменения площади выгрузного окна бункера незначительно, так как при уменьшении подачи зерна в рабочую камеру в единицу времени снижается и расход энергии на его измельчение. Наибольшее влияние на удельную энергоёмкость процесса измельчения зерна оказывают диаметр отверстий решета и частота вращения ротора. Это объясняется тем, что при использовании решета с отверстиями меньшего диаметра требуется более длительная циркуляция материала в рабочей камере для большей кратности соударений зерна с декой и получения частиц дерти с размерами, дающими возможность прохода сквозь отверстия решета. При этом существенно снижается производительность измельчителя, а удельная энергоёмкость возрастает, даже несмотря на некоторое увеличение степени измельчения.

Изменение частоты вращения ротора приводит к изменению кинематики движения частиц материала в рабочей камере: изменяются скорость и угол вылета частиц с лопатки ротора, траектория движения от точки схода с лопатки ротора до точки удара о поверхность отбойника деки и угол соударения частицы с поверхностью отбойника. Все эти изменения влияют на характер процесса измельчения, сказываясь на кратности соударений частиц с лопатками ротора и отбойниками деки и, соответственно, кратности циркуляции материала в рабочей камере.

Анализ зависимости $\Theta = \Theta(n)$ (рис. 2б) при заданных значениях D и F показал, что для решет с диаметром отверстий $D = 6$ мм и $D = 8$ мм критерий оптимизации имеет минимум, лежащий в диапазоне варьирования факторов. Для решета с $D = 4$ мм значение критерия оптимизации в диапазоне варьирования факторов снижается с увеличением частоты вращения ротора, его минимальное значение соответствует 3500 мин⁻¹. Тем не менее и для решета с $D = 4$ мм существует минимум за пределами исследуемой области, который определили, предполагая, что полученная модель (1) справедлива и при больших частотах вращения ротора.

Для определения минимальных значений критерия оптимизации функция $\Theta = \Theta(n)$ была исследована на экстремум. Точки, в которых удельная энергоёмкость минимальна, определяются формулой:

$$n = \frac{0,0061467 - 0,21985 \cdot D}{0,000001416}. \quad (2)$$

Выводы / Conclusion

Для решет с отверстиями исследуемых диаметров определены следующие оптимальные режимы работы измельчителя:

$D = 4$ мм, $F = 1,458 \cdot 10^{-3}$ м², $n = 3720$ мин⁻¹ —

$\Theta = 1,202$ Вт·ч / (кг·ед. ст. изм.);

$D = 6$ мм, $F = 1,458 \cdot 10^{-3}$ м², $n = 3409$ мин⁻¹ —

$\Theta = 1,089$ Вт·ч / (кг·ед. ст. изм.);

$D = 8$ мм, $F = 1,458 \cdot 10^{-3}$ м², $n = 3099$ мин⁻¹ —

$\Theta = 1,173$ Вт·ч / (кг·ед. ст. изм.)

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Материалы подготовлены в рамках научно-технической программы 122041300126-6 «Разработка перспективных технических средств, обеспечивающих интенсификацию и ресурсосбережение послеуборочной доработки и переработки фуражного зерна» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на 2023–2025 годы.

FUNDING:

The materials were prepared within the framework of the scientific and technical program 122041300126-6 «Development of promising technical means for intensifying and resource saving post-harvest refinement and processing of feed grain» of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation for 2023–2025.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сабиев У.К., Пушкарев А.С. Сравнительный анализ устройств для измельчения зерновых материалов. *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2016; (1): 221–226. <https://elibrary.ru/vvqhpt>
2. Savinyh P., Kazakov V., Moshonkin A., Ivanovs S. Investigations in feeding device of grain crusher. *Engineering for Rural Development. 18th International Scientific Conference*. 2019; 123–128. <http://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N165>
3. Созонтов А.В., Лопатин Л.А. Исследование и оптимизация рабочего процесса дробилки зерна ударного действия. *Вестник НГИЭИ*. 2018; (6): 27–36. <https://elibrary.ru/xszdal>
4. Киприянов Ф.А., Савиных П.А., Копейкин А.Д., Сухляев В.А. Классификация устройств для измельчения фуражного зерна и направления совершенствования конструкций. *АгроЭкоИнфо*. 2022; (5): 33. <https://elibrary.ru/erkdkg>
5. Исупов А.Ю., Иванов И.И., Плотнокова Ю.А., Сухопаров А.И. Исследование показателей работы роторно-центробежного измельчителя. *АгроЭкоИнженерия*. 2021; (3): 90–99. <http://doi.org/10.24412/2713-2641-2021-3108-90-99>
6. Сабиев У.К., Садов В.В. Показатели эффективности измельчителей фуражного зерна. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2021; (6): 93–99. <https://elibrary.ru/bszfpo>

REFERENCES

1. Sabiev U.K., Pushkarev A.S. Comparative analysis devices for crushing grain materials. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016; (1): 221–226 (In Russian). <https://elibrary.ru/vvqhpt>
2. Savinyh P., Kazakov V., Moshonkin A., Ivanovs S. Investigations in feeding device of grain crusher. *Engineering for Rural Development. 18th International Scientific Conference*. 2019; 123–128. <http://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N165>
3. Sozontov A.V., Lopatin L.A. Investigation and optimization of the working process of the crusher grain percussion. *Bulletin NGIEI*. 2018; (6): 27–36 (In Russian). <https://elibrary.ru/xszdal>
4. Kipriyanov F.A., Savinykh P.A., Kopeikin A.D., Sukhlyayev V.A. The classification of devices for reduction in size of forage grain and the directions of construction improvement. *AgroEcolInfo*. 2022; (5): 33 (In Russian). <https://elibrary.ru/erkdkg>
5. Isupov A.Yu., Ivanov I.I., Plotnikova Yu.A., Sukhoparov A.I. Investigation of a grain rotary centrifugal grinder performance. *AgroEcolInzheneriya*. 2021; (3): 90–99 (In Russian). <http://doi.org/10.24412/2713-2641-2021-3108-90-99>
6. Sabiyev U.K., Sadov V.V. Feeding grain grinder efficiency indices. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2021; (6): 93–99 (In Russian). <https://elibrary.ru/bszfpo>

7. Marczuk A., Blicharz-Kania A., Savinykh P.A., Isupov A.Y., Palichyn A.V., Ivanov I.I. Studies of a Rotary-Centrifugal Grain Grinder Using a Multifactorial Experimental Design Method. *Sustainability*. 2019; 11(19): 5362. <https://doi.org/10.3390/su11195362>
8. Савиных П.А., Исупов А.Ю., Иванов И.И. Результаты исследований центробежно-роторного измельчителя зерна. *Вестник НГИЭИ*. 2019; (8): 18–33. <https://elibrary.ru/qltkupi>
9. Marczuk A., Caban J., Aleshkin A.V., Savinykh P.A., Isupov A.Y., Ivanov I.I. Modeling and Simulation of Particle Motion in the Operation Area of a Centrifugal Rotary Chopper Machine. *Sustainability*. 2019; 11(18): 4873. <https://doi.org/10.3390/su11184873>
10. Асманкин Е.М., Петров А.А., Абдюкаева А.Ф., Наумов Д.В., Федоров А.Н. Пути развития машин для измельчения зерновой массы. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2017; (2): 79–81. <https://elibrary.ru/ymxgsb>
11. Сухопаров А.И., Иванов И.И., Плотникова Ю.А. Моделирование движения частицы в рабочей области центробежно-роторного измельчителя. *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2019; (4): 240–249. <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2019-14240>
12. Золотарев А.М., Труфанов В.В., Дружинин Р.А., Яровой М.Н. К обоснованию рациональных режимных параметров ударно-центробежной дробилки. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2018; (1): 119–127. <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2018.1.119>
13. Волхонков М.С., Абаляхин А.М., Крупин А.В. Анализ эффективности работы нового измельчителя фуражного зерна. *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2020; (3): 124–131. <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2020-13124>
7. Marczuk A., Blicharz-Kania A., Savinykh P.A., Isupov A.Y., Palichyn A.V., Ivanov I.I. Studies of a Rotary-Centrifugal Grain Grinder Using a Multifactorial Experimental Design Method. *Sustainability*. 2019; 11(19): 5362. <https://doi.org/10.3390/su11195362>
8. Savinykh P.A., Isupov A.Ju., Ivanov I.I. Results of the research centrifugal-rotary grain crusher. *Bulletin NGIEI*. 2019; (8): 18–33 (In Russian). <https://elibrary.ru/qltkupi>
9. Marczuk A., Caban J., Aleshkin A.V., Savinykh P.A., Isupov A.Y., Ivanov I.I. Modeling and Simulation of Particle Motion in the Operation Area of a Centrifugal Rotary Chopper Machine. *Sustainability*. 2019; 11(18): 4873. <https://doi.org/10.3390/su11184873>
10. Asmankin Ye.M., Petrov A.A., Abdyyukaeva A.F., Naumov D.V., Fyodorov A.N. Ways of improvement the machines for grain mass grinding. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*. 2017; (2): 79–81 (In Russian). <https://elibrary.ru/ymxgsb>
11. Sukhoparov A.I., Ivanov I.I., Plotnikova Yu.A. Modeling the movement of a particle in the workspace of a centrifugal-rotary grinder. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2019; (4): 240–249 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2019-14240>
12. Zolotarev A.M., Trufanov V.V., Druzhinin R.A., Yarovoy M.N. On the rationale of operating parameters of an impact centrifugal crusher. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2018; (1): 119–127 (In Russian). <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2018.1.119>
13. Volkonov M.S., Abalikhin A.M., Krupin A.V. Analysis of the efficiency of the new fodder grain grinder. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2020; (3): 124–131 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2020-13124>

ОБ АВТОРАХ:

Михаил Станиславович Волхонков,
доктор технических наук, профессор кафедры технической системы в агропромышленном комплексе,
Костромская государственная сельскохозяйственная академия,
Учебный городок, д. 34, п. Караваево, Костромской р-н,
Костромская обл., 156530, Россия
vms72@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0332-8848>

Антон Михайлович Абаляхин,
кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса и механики,
Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет,
ул. Советская, д. 45, Иваново, 153012, Россия
anton-abalikhin@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8138-6317>

Дмитрий Владимирович Барабанов,
научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории,
Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет,
ул. Советская, д. 45, Иваново, 153012, Россия
barabanov_dmitry@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2199-8781>

Александр Владимирович Крупин,
кандидат технических наук, доцент кафедры технической системы в агробизнесе,
Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет,
ул. Советская, д. 45, Иваново, 153012, Россия
krupinav37@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0006-1810>

Николай Вячеславович Муханов,
кандидат технических наук, доцент кафедры технической системы в агробизнесе,
Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет,
ул. Советская, д. 45, Иваново, 153012, Россия
nikem81@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1773-3625>

ABOUT THE AUTHORS:

Mikhail Stanislavovich Volkonov,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technical Systems in the agro-industrial complex,
Kostroma State Agricultural Academy,
34 Uchebny gorodok, Karavaevo village, Kostroma district,
Kostroma region, 156530, Russia
vms72@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0332-8848>

Anton Mikhailovich Abalikhin,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service and Mechanics,
Verkhnevolzhsk State University of Agronomy and Biotechnology,
45 Sovetskaya str., Ivanovo, 153012, Russia
anton-abalikhin@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8138-6317>

Dmitry Vladimirovich Barabanov,
research associate at the research laboratory,
Verkhnevolzhsk State University of Agronomy and Biotechnology,
45 Sovetskaya str., Ivanovo, 153012, Russia
barabanov_dmitry@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2199-8781>

Aleksander Vladimirovich Krupin,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Systems in Agribusiness,
Verkhnevolzhsk State University of Agronomy and Biotechnology,
45 Sovetskaya str., Ivanovo, 153012, Russia
krupinav37@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0006-1810>

Nikolay Vyacheslavovich Muhanov,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Systems in Agribusiness,
Verkhnevolzhsk State University of Agronomy and Biotechnology,
45 Sovetskaya str., Ivanovo, 153012, Russia
nikem81@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1773-3625>

Р.И. Фаткуллин¹, ✉
И.В. Калинина¹,
Н.В. Науменко¹,
Н.В. Попова¹,
Е.Е. Науменко¹,
Е. Иванисова²,
Е.К. Васильева³

¹Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

²Словацкий сельскохозяйственный университет, Нитра, Словакия

³Российский университет транспорта, Москва, Россия

✉ fatkullinri@susu.ru

Поступила в редакцию:
07.04.2023

Одобрена после рецензирования:
04.05.2023

Принята к публикации:
18.05.2023

Rinat I. Fatkullin¹, ✉
Irina V. Kalinina¹,
Natalya V. Naumenko¹,
Natalia V. Popova¹,
Ekaterina E. Naumenko¹,
Eva Ivanišová²,
Elizaveta K. Vasileva³

¹South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

²Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovakia

³Russian University of Transport, Moscow, Russia

✉ fatkullinri@susu.ru

Received by the editorial office:
07.04.2023

Accepted in revised:
04.05.2023

Accepted for publication:
18.05.2023

Управляемая коацервация антиоксидантов как способ получения функциональных пищевых ингредиентов повышенной биодоступности

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Полифенольное вещество куркумин является достаточно хорошо изученным и приобретающим популярность растительным антиоксидантом. На сегодняшний день известно достаточно много фармакологических свойств, которые куркумин способен демонстрировать в живых организмах. Однако барьерными факторами проявления биоактивного действия куркумина выступают его крайне выраженная гидрофобность, химическая нестабильность, способность значительно разрушаться под действием ферментов желудочно-кишечного тракта. Всё это требует поиска подходов минимизации негативного воздействия на куркумин в случае его использования как пищевого функционального ингредиента. Одним из таких подходов может стать инкапсуляция куркумина в природные биополимеры, в том числе методом комплексной коацервации. В основе исследования лежала оценка возможности применения комплексной коацервации для получения функционального ингредиента на основе куркумина с выраженными антиоксидантными свойствами.

Методы. В качестве объекта исследования был выбран куркумин, для инкапсулирующей системы использовали желатин говяжий и пектин цитрусовый. Первоначально была проведена оценка выхода белково-полисахаридных капсул при различных значениях pH. Оценена эффективность инкапсуляции куркумина в белково-полисахаридные капсулы при различном соотношении «куркумин — желатин». Изучены антиоксидантные свойства куркумина в исходном виде и инкапсулированном, а также проведена оценка сохранения этих свойств после процесса переваривания.

Результаты. Итоги исследования показали, что процесс образования белково-полисахаридных капсул достаточно эффективно управляется изменением pH системы. Так, при скачке pH от 7 до 3 было достигнуто наиболее высокое значение выхода белково-полисахаридных капсул (более 70 %). Эффективность же загрузки куркумина в желатин-пектиновые капсулы была максимальной при использовании соотношения «куркумин — желатин», равного 1:1. Однако даже максимальное значение эффективности инкапсуляции не превышало 50 %. Вместе с тем, использование технологии инкапсуляции позволило обеспечить сохранение антиоксидантных свойств куркумина. Потеря антиоксидантной активности неинкапсулированного куркумина после процесса переваривания *in vitro* составила практически 50 % по отношению к исходной неперваренной форме. Антиоксидантная же активность куркумина, инкапсулированного в белково-полисахаридные капсулы, сохранилась на уровне, близком к исходной форме. Полученные результаты подтвердили возможность и целесообразность использования предложенных подходов для получения пищевых ингредиентов с антиоксидантными свойствами на основе инкапсуляции куркумина. Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ 22-76-00059.

Ключевые слова: комплексная коацервация, куркумин, эффективность инкапсуляции, антиоксидантные свойства

Для цитирования: Фаткуллин Р.И. и др. Управляемая коацервация антиоксидантов как способ получения функциональных пищевых ингредиентов повышенной биодоступности. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 116–120, <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-116-120>

© Фаткуллин Р.И., Калинина И.В., Науменко Н.В., Попова Н.В., Науменко Е.Е., Иванисова Е., Васильева Е.К.

Controlled coacervation of antioxidants as a way to produce functional food ingredients with increased bioavailability

ABSTRACT

Relevance. The polyphenolic substance curcumin is a rather well-studied and gaining popularity plant antioxidant. To date, quite a few pharmacological properties that curcumin is capable of demonstrating in living organisms are known. However, the barrier factors for the bioactive action of curcumin are its extremely pronounced hydrophobicity, chemical instability, and the ability to be significantly degraded by gastrointestinal enzymes. All of this requires the search for approaches to minimize the negative effects on curcumin when it is used as a food functional ingredient. Encapsulation of curcumin in natural biopolymers, including by complex coacervation, could be one such approach. The study was based on an assessment of the possibility of using complex coacervation to obtain a curcumin-based functional ingredient with pronounced antioxidant properties.

Methods. Curcumin was chosen as the object of study, beef gelatin and citrus pectin were used for the encapsulating system. Initially, the yield of protein-polysaccharide capsules at different pH values was evaluated. The efficiency of encapsulation of curcumin in protein-polysaccharide capsules with a different ratio of "curcumin — gelatin" was evaluated. The antioxidant properties of curcumin in its original form and encapsulated were studied, and the preservation of these properties after the process of digestion was evaluated.

Results. The results showed that the process of protein-polysaccharide capsule formation was quite effectively controlled by changes in the pH of the system. Thus, a pH jump from 7 to 3 achieved the highest value of the protein-polysaccharide capsule yield (more than 70 %). The efficiency of loading curcumin into gelatin-pectin capsules was maximal when using a "curcumin — gelatin" ratio of 1:1. However, even the maximum encapsulation efficiency did not exceed 50%. At the same time, the use of encapsulation technology made it possible to preserve the antioxidant properties of curcumin. The loss of antioxidant activity of unencapsulated curcumin after the process of *in vitro* digestion was practically 50 % compared to the initial non-encapsulated form. The antioxidant activity of curcumin encapsulated in protein-polysaccharide capsules remained at the level close to the initial form. The results obtained confirmed the possibility and feasibility of using the proposed approaches to obtain food ingredients with antioxidant properties based on curcumin encapsulation. The research was supported by a grant from the Russian Science Foundation 22-76-00059.

Key words: complex coacervation, curcumin, encapsulation efficiency, antioxidant properties

For citation: Fatkullin R.I. *et al.* Controlled coacervation of antioxidants as a way to produce functional food ingredients with increased bioavailability. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 116–120 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-116-120>

© Fatkullin R.I., Kalinina I.V., Naumenko N.V., Popova N.V., Naumenko E.E., Ivanišová E., Vasileva E.

Введение / Introduction

Стратегией развития пищевой и перерабатывающей промышленности на период до 2030 года в числе ключевых целей обозначена необходимость увеличения производства обогащенной и специализированной пищевой продукции, которая бы позволила снижать уровень негативного внешнего влияния на организм человека, а также минимизировать риски алиментарно-зависимых заболеваний [1–3].

В этом ключе возрастает роль научного развития направления получения функциональных пищевых ингредиентов с доказанной эффективностью, в том числе антиоксидантного действия. Одним из возможных направлений решения этой задачи является использование технологий инкапсуляции известных и хорошо изученных антиоксидантов для их защиты от внешних агрессивных факторов воздействия и получения, таким образом, эффективных функциональных ингредиентов¹ с повышенным уровнем биодоступности и биоактивности [4–6].

Куркумин — природный полифенол, содержащийся в корневищах *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae), является одним из многообещающих природных соединений, используемых для профилактики и лечения воспалительных заболеваний. Куркумин обладает также выраженными антиоксидантными свойствами и способен модулировать активность ключевых факторов транскрипции, связанных с воспалением, таких как ядерный фактор κB (NF-κB) [7–9].

В открытой литературе представлен достаточно весомый пласт исследований, подтверждающих такие свойства куркумина, как противораковые, противовоспалительные, антибактериальные и свойства нейропротекции [7, 8]. Кроме того, куркумин признан Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) и Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA) как диетическая пищевая добавка. Однако практическое применение куркумина в качестве биологически активного ингредиента в функциональных продуктах питания было ограничено, что связано с его низкой биодоступностью, чрезвычайно низкой растворимостью в воде, а также с его быстрой деградацией и плохой абсорбцией. Для минимизации этих барьерных факторов сегодня предлагаются такие подходы, как микрокапсулирование куркумина [8, 10, 11].

Среди недорогих и доступных методов микрокапсулирования можно выделить технологию коацервации, при которой инкапсулируемое вещество, находящееся в фазе суспензии, покрывается тонкой нерастворимой оболочкой биополимера.

Сложности применения технологий инкапсуляции для получения пищевых ингредиентов обусловлены необходимостью использования приемлемых для пищевой промышленности сырья и подходов. При коацервации в качестве полимеров обычно используются макромолекулы белков и углеводов (желатин, пектин и др.), что допустимо для пищевых производств.

Коацервация позволяет получить продукт в виде порошка или суспензии с размером частиц от 10 до 800 мкм в зависимости от инкапсулируемых биологически активных веществ и используемых биополимеров. Оболочка капсулы нерастворима и разрушается только в результате механического воздействия [8, 10, 11].

В основе процесса коацервации лежит электростатическое взаимодействие в коллоидной системе, в ре-

Таблица 1. Свойства куркумина²
Table 1. Properties of curcumin²

Свойство	Значение
Растворимость в воде	0,0058 г/л
logP	3,62
Молекулярная масса	368,3799
Количество акцепторов водорода	6
Количество доноров водорода	2

зультате которого происходят агрегация молекул биополимеров и формирование капсул. Триггерным фактором воздействия, определяющим силу электростатического притяжения, является pH системы.

Цели исследования — оценка влияния регулирования pH системы на выход капсул, эффективность загрузки куркумина и свойства инкапсулированного антиоксиданта.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

В качестве биологически активного вещества был использован растительный антиоксидант куркумин (производитель Octacosanol, Jiangsu, China).

Ключевые свойства куркумина как биологически активного вещества с учетом правила Липински представлены в табл. 1

Для получения коацерватов использовали желатин говяжий пищевой П-160 (изготовитель ОАО «Можелит», Республика Беларусь), пектин цитрусовый высокоэтерифицированный (степень этерификации выше 50) (HSC 105, Китай).

Определяли значение pH, наиболее благоприятное для формирования биополимерных капсул. Для этого первоначально готовили индивидуальные растворы каждого биополимера при pH 7,0. Смешивание же растворов полимеров проводили, снижая значения pH с использованием 1 моль/л HCl в диапазоне 6,0–2,0 с шагом 0,5.

На первом этапе исследований оценивали выход коацервированных капсул в сухом виде, определяли после высушивания по формуле [2] (Kaushik *et al.*, 2016):

$$X\% = (CB_c)/(CB_{исх}) \times 100\%, \quad (1)$$

где CB_c и $CB_{исх}$ — масса порошка, полученного после сушки, и начальная масса пектина и желатина, используемых для коацервации, соответственно.

Эффективность инкапсуляции (ЭИ) куркумина определяли как отношение вещества, инкапсулированного к количеству вещества, оставшегося на поверхности капсул, по методике [2].

Эффективность инкапсуляции (в %) рассчитывали по формуле:

$$ЭИ (\%) = \frac{X_1 - X_2}{X_2} \times 100, \quad (2)$$

где: X_1 — общее количество куркумина (после процедуры разрушения капсул), мг; X_0 — количество неинкапсулированного куркумина, мг; X_2 — количество куркумина, добавленного при инкапсуляции, мг.

Куркумин для инкапсуляции вносили в раствор желатина в массовых соотношениях «куркумин — желатин», равных 0,1:1, 0,5:1, 1:1, 1,5:1.

¹ Шаззо Р.И. Функциональные продукты питания / Р.И. Шаззо, Г.И. Касьянов. М.: КолосС. 2010; 248.

² Showing Compound Curcumin [Electronic resource]. — URL: <https://foodb.ca/> (accessed: 02/26/2023).

Общую антиоксидантную (антирадикальную) активность (АОА) куркумина определяли методом DPPH [1], после процедуры переваривания — по методике [13]. Для сравнения в качестве контрольного образца использовали неинкапсулированный куркумин (в исходной форме).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с применением общепринятых методов, полученные результаты считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Комплексная (или сложная) коацервация представляет собой специфический тип комплексообразования, при котором ключевую роль в формировании полимерных капсул играет электростатическое взаимодействие. Это явление взаимодействия белков и полисахаридов, которое происходит в смеси растворов противоположно заряженных биополимеров из-за сил притяжения или формирования водородных связей [8, 10, 11–15]. Таким образом, этот процесс можно контролировать, меняя природу используемых биополимеров, состав растворов и значение pH системы. При создании необходимых условий образуются нерастворимые комплексы между биополимерами, которые могут использоваться для инкапсуляции, защиты и эффективной доставки биологически активных компонентов.

Результаты определения количества (выхода, %) капсул в зависимости от значения pH, используемого для процесса коацервации, представлены на рисунке 1.

Известно, что высокоэтерифицированный пектин преимущественно состоит из остатков галактуроновой кислоты и имеет отрицательный заряд из-за присутствия ионизированных карбоксильных групп вдоль его основной цепи. Однако при снижении pH раствора карбоксильные группы пектина постепенно протонируются и заряд становится менее отрицательным [8, 10].

Желатин является амфотерным полиэлектролитом, полученным в результате частичного гидролиза коллагена, структуру желатина формируют повторяющиеся последовательности глицина с пролином и гидропролином. Молекулы желатина могут обладать различными физическими характеристиками, и желатин может нести как суммарный положительный, так и отрицательный заряд. Именно это определяет необходимость подбирать значения pH для активации электростатического взаимодействия и запуска процесса коацервации [8, 10, 11, 16].

Как правило, растворимые однофазные комплексы белков и полисахаридов образуются, когда электростатические взаимодействия довольно слабы, а общий заряд относительно высок, тогда как сложные коацерваты образуются, когда электростатические взаимодействия сильнее, а общий заряд низок [10, 11, 16].

Исследования показали, что наиболее высокий выход коацервированных капсул наблюдается при значениях pH 3 и 3,5, 71,5% и 66,1% соответственно.

На следующем этапе исследований проводили инкапсуляцию куркумина в желатин-пектиновые капсулы,

Рис. 1. Выход коацервированных капсул, %

Fig. 1. Output coacervated capsules, %

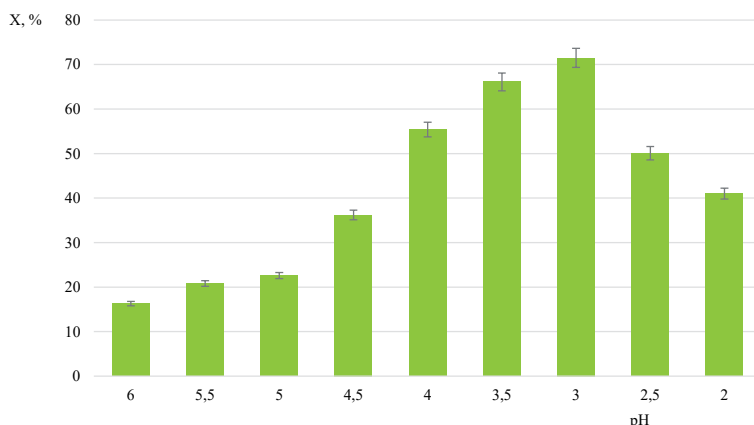
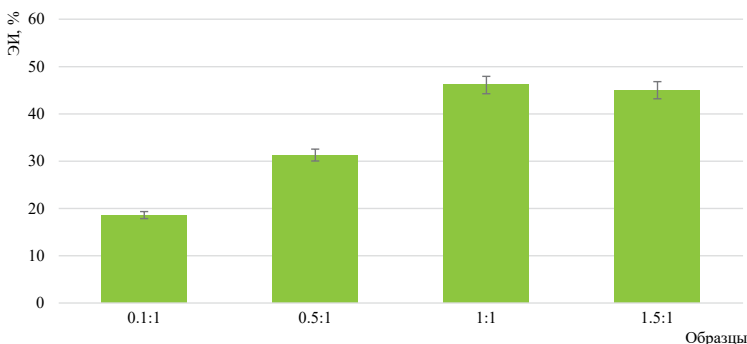


Рис. 2. Результаты определения эффективности инкапсуляции куркумина в зависимости от количества вносимого БАВ, %

Fig. 2. Results of determining the efficiency of curcumin encapsulation depending on the amount of BAS added, %



используя комплексную коацервацию. Для запуска процесса коацервации использовали формирование pH системы, равное 3.

Результаты определения эффективности инкапсуляции куркумина в зависимости от количества вносимого БАВ представлены на рис. 2.

Максимальные значения эффективности инкапсуляции куркумина в используемых условиях составили 46,1%, что было ниже ожидаемых значений и, вероятно, обусловлено низкой растворимостью куркумина в воде (табл. 1) и его способностью к агрегации частиц, что усложняет процесс инкапсуляции. Очевидно, для увеличения эффективности инкапсуляции куркумина процесс растворения биополимеров желатина проводить в органических растворителях, например спирте. Соответственно, это требует и подбора иных биополимеров.

Наиболее высокий уровень эффективности инкапсуляции был достигнут при соотношении «куркумин — желатин», равном 1:1. При использовании меньшего количества куркумина эффективность инкапсуляции значительно снижалась. Избыточное по отношению к желатину количество куркумина приводило к неустойчивому процессу коацервации, что, вероятно, связано с влиянием куркумина на изменение силы электростатического взаимодействия в системе «желатин — пектин».

На заключительном этапе исследований была оценена целесообразность используемого подхода для обеспечения защиты и увеличения биодоступности куркумина в процессе его доставки в организм человека. Куркумин в исходной форме и инкапсулированный (использовали предварительно лиофильно высушенный

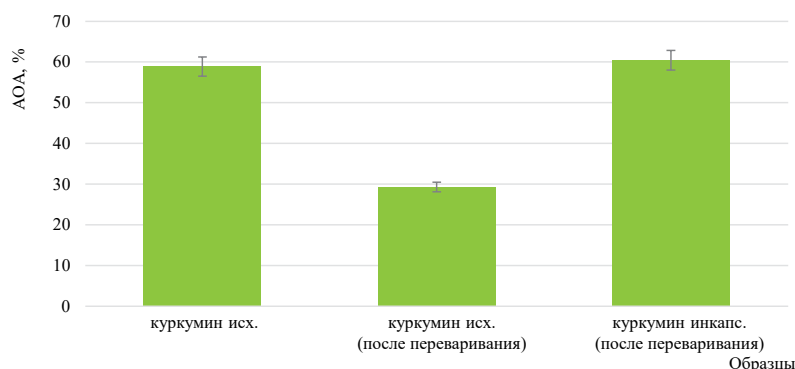
образец инкапсулированного куркумина, при получении которого соотношение «куркумин — желатин» составляло 1:1) подвергали процедуре переваривания *in vitro*. В полученных переваренных фракциях определяли значения AOA DPPH методом (результаты представлены на рис. 3).

Результаты показали, что антиоксидантная активность куркумина в дистиллированной воде составляет 58,9%, что обусловлено выраженной гидрофобностью вещества. Вместе с тем после процесса переваривания куркумин теряет свои антиоксидантные свойства практически вдвое. Это обусловлено его невысокой стойкостью к действию ферментов, сильно кислым условиям ($pH = 2-2,5$ в желудочной фазе), резкому изменению pH при переходе в фазу кишечника ($pH = 7$). Воздействие стрессовых факторов приводит к потере количества куркумина в биоактивной форме.

Известно, что антиоксидантные свойства куркумина обусловлены последовательной потерей протонов и переносом электронов [11, 16, 17]. Связывание куркумина с белком (желатином) посредством гидрофобного взаимодействия может способствовать переносу электрона, что увеличивает антиоксидантные свойства комплекса. Кроме того, в процессе пищеварения белково-полисахаридная капсула защищает значительную часть куркумина от внешних стрессовых воздействий. Всё это в комплексе обеспечило сохранение антиоксидантных свойств инкапсулированного куркумина на уровне, близком к куркумину до процесса переваривания [13, 16].

Рис. 3. Результаты исследований растворов куркумина, %

Fig. 3. Results of studies of curcumin solutions, %



Выводы / Conclusion

Таким, образом, исследования показали возможность регулирования процесса коацервации путем изменения значений pH . Так, использование pH системы, равного 3,0, позволило добиться увеличения выхода коацервированных капсул до уровня более 70%.

Результаты продемонстрировали, что используемые подходы инкапсуляции куркумина в белково-полисахаридные комплексы могут являться эффективными при разработке функциональных ингредиентов с выраженными антиоксидантными свойствами.

Вместе с тем следует отметить, что увеличить эффективность функциональных ингредиентов на основе инкапсулированного куркумина можно, регулируя растворимость биологически активного вещества либо подбирая более подходящие по свойствам для куркумина белки и полисахариды, что в целом требует дополнительных исследований.

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 при финансовой поддержке гранта РФФИ 22-76-00059

FUNDING:

The research was supported by the Russian Science Foundation (RSF) grant 22-76-00059

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Serbina N.V., Poznyakovskiy V.M., Fatkullov R.I., Kalinina I.V., Zhuravleva D.N., Voropai I. Оценка стабильности антиоксидантных свойств обогащенных напитков при хранении. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*. 2022; 10(1): 49–57. <https://www.elibrary.ru/clwpaq>
- Fatkullin R.I., Vasiliev A.K., Kalinina I.V., Bryzgalova A.D., Semizdrlov I.A. Влияние процесса инкапсуляции на сохранение антиоксидантных свойств флавоноидов. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*. 2021; 9(1): 38–47. <https://www.elibrary.ru/qypyon>
- Нилова Л.П., Малиутенкова С.М., Арсирей А.Г. Нутриенты апельсиновых соков и нектаров, роль в формировании антиоксидантных свойств. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*. 2021; 9(3): 72–80. <https://www.elibrary.ru/xfziae>
- Шатилов А.В., Богданова О.Г., Коробов А.В. Роль антиоксидантов в организме в норме и при патологии. *Ветеринарная патология*. 2007; (2): 207–211. <https://www.elibrary.ru/oezjxj>
- Sarkar T. et al. Minor tropical fruits as a potential source of bioactive and functional foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Published online: 14 Feb 2022. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2033953>
- Ramazanov I.A., Panasenkov S.B., Seyfullaeva M.E., Mayorova E.A. Инновационно-цифровые перспективы развития агропродовольственного сектора и сферы обращения. *Аграрная наука*. 2022; (4): 109–117. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-358-4-109-117>
- Plavcová Z., Šalamúnová P., Saloň I., Štěpánek F., Hanuš J., Hošek J. Curcumin encapsulation in yeast glucan particles promotes its anti-inflammatory potential *in vitro*. *International Journal of Pharmaceutics*. 2019; 568: 118532. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.118532>

REFERENCES

- Serbina N.V., Poznyakovskiy V.M., Fatkullov R.I., Kalinina I.V., Zhuravleva D.N., Voropai I. Assessment of stability of antioxidant properties of enriched beverages during storage. *Bulletin of South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2022; 10(1): 49–57 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/clwpaq>
- Fatkullin R.I., Vasiliev A.K., Kalinina I.V., Bryzgalova A.D., Semizdrlov I.A. Effect of the encapsulation process on the preservation of the antioxidant properties of flavonoids. *Bulletin of South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2021; 9(1): 38–47 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/qypyon>
- Nilova L.P., Malyutenkova S.M., Arsiir A.G. Nutrients of orange juices and nectars, role in the formation of antioxidant properties. *Bulletin of South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2021; 9(3): 72–80 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/xfziae>
- Shatilov A.V., Bogdanova O.G., Korobov A.V. The role of antioxidants in the body in normal and pathological conditions. *Veterinary pathology*. 2007; (2): 207–211 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/oezjxj>
- Sarkar T. et al. Minor tropical fruits as a potential source of bioactive and functional foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Published online: 14 Feb 2022. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2033953>
- Ramazanov I.A., Panasenkov S.V., Seyfullaeva M.E., Mayorova E.A. Innovative digital prospects of the agri-food sector and distribution chains development. *Agrarian science*. 2022; (4): 109–117 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-358-4-109-117>
- Plavcová Z., Šalamúnová P., Saloň I., Štěpánek F., Hanuš J., Hošek J. Curcumin encapsulation in yeast glucan particles promotes its anti-inflammatory potential *in vitro*. *International Journal of Pharmaceutics*. 2019; 568: 118532. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.118532>

8. Nguyen D.H. *et al.* Microencapsulation of curcumin by ionotropic gelation with surfactants: Characterization, release profile and antioxidant activity. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*. 2022; 76: 103812. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2022.103812>
9. Nacz M., Shahidi F. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*. 2004; 1054(1–2): 95–111. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.08.059>
10. Yan J.-N., Xue S., Du Y.N., Wang Y.Q., Xu S.Q., Wu H.-T. Influence of pH and blend ratios on the complex coacervation and synergistic enhancement in composite hydrogels from scallop (*patinopecten yessoensis*) protein hydrolysates and κ -carrageenan/xanthan gum. *LWT*. 2022; 154: 112745. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112745>
11. Xue J., Luo Y. Protein-polysaccharide nanocomplexes as nanocarriers for delivery of curcumin: a comprehensive review on preparation methods and encapsulation mechanisms. *Journal of Future Foods*. 2023; 3(2): 99–114. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.12.002>
12. Курегян А.Г., Степанова Э.Ф., Печинский С.В., Оганесян Э.Т. Модель стабилизации субстанций каротиноидов. *Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции*. 2020; (4): 55–66. <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.345>
13. Wang S. *et al.* Application of nanotechnology in improving bioavailability and bioactivity of diet-derived phytochemicals. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2014; 25(4): 363–376. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2013.10.002>
14. Agati G., Azzarello E., Pollastri S., Tattini M. Flavonoids as antioxidants in plants: Location and functional significance. *Plant Science*. 2012; 196: 67–76. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2012.07.014>
15. Muhoza B., Qi B., Harindintwali J.D., Koko M.Y.F., Zhang S., Li Y. Combined plant protein modification and complex coacervation as a sustainable strategy to produce coacervates encapsulating bioactives. *Food Hydrocolloids*. 2022; 124(B): 107239. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107239>
16. Liang H. *et al.* Fabrication of zein/quaternized chitosan nanoparticles for the encapsulation and protection of curcumin. *RSC Advances*. 2015; 5(18): 13891–13900. <https://doi.org/10.1039/C4RA14270E>
17. Zhang H. *et al.* Structure-solubility relationships and thermodynamic aspects of solubility of some flavonoids in the solvents modeling biological media. *Journal of Molecular Liquids*. 2017; 225: 439–445. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.11.036>
8. Nguyen D.H. *et al.* Microencapsulation of curcumin by ionotropic gelation with surfactants: Characterization, release profile and antioxidant activity. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*. 2022; 76: 103812. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2022.103812>
9. Nacz M., Shahidi F. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*. 2004; 1054(1–2): 95–111. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.08.059>
10. Yan J.-N., Xue S., Du Y.N., Wang Y.Q., Xu S.Q., Wu H.T. Influence of pH and blend ratios on the complex coacervation and synergistic enhancement in composite hydrogels from scallop (*patinopecten yessoensis*) protein hydrolysates and κ -carrageenan/xanthan gum. *LWT*. 2022; 154: 112745. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112745>
11. Xue J., Luo Y. Protein-polysaccharide nanocomplexes as nanocarriers for delivery of curcumin: a comprehensive review on preparation methods and encapsulation mechanisms. *Journal of Future Foods*. 2023; 3(2): 99–114. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.12.002>
12. Kuregyan A., Stepanova E., Pechinsky S., Oganeyan E. Carotenoid Substance Stabilization Model. *Storage and Processing of Farm Products*. 2020; (4): 55–66 (In Russian). <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.345>
13. Wang S. *et al.* Application of nanotechnology in improving bioavailability and bioactivity of diet-derived phytochemicals. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2014; 25(4): 363–376. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2013.10.002>
14. Agati G., Azzarello E., Pollastri S., Tattini M. Flavonoids as antioxidants in plants: Location and functional significance. *Plant Science*. 2012; 196: 67–76. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2012.07.014>
15. Muhoza B., Qi B., Harindintwali J.D., Koko M.Y.F., Zhang S., Li Y. Combined plant protein modification and complex coacervation as a sustainable strategy to produce coacervates encapsulating bioactives. *Food Hydrocolloids*. 2022; 124(B): 107239. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107239>
16. Liang H. *et al.* Fabrication of zein/quaternized chitosan nanoparticles for the encapsulation and protection of curcumin. *RSC Advances*. 2015; 5(18): 13891–13900. <https://doi.org/10.1039/C4RA14270E>
17. Zhang H. *et al.* Structure-solubility relationships and thermodynamic aspects of solubility of some flavonoids in the solvents modeling biological media. *Journal of Molecular Liquids*. 2017; 225: 439–445. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.11.036>

ОБ АВТОРАХ:

Ринат Ильгидарович Фаткуллин,

кандидат технических наук, доцент кафедры пищевых и биотехнологий,
Южно-Уральский государственный университет,
пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Россия
fatkullinri@susu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1498-0703>

Ирина Валерьевна Калинина,

доктор технических наук, профессор кафедры пищевых и биотехнологий, доцент,
Южно-Уральский государственный университет,
пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Россия
kalinaiv@susu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6246-9870>

Наталья Владимировна Науменко,

доктор технических наук, доцент кафедры пищевых и биотехнологий, доцент,
Южно-Уральский государственный университет,
пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Россия
naumenkonv@susu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9520-3251>

Наталья Викторовна Попова,

кандидат технических наук, доцент кафедры пищевых и биотехнологий,
Южно-Уральский государственный университет,
пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Россия
nvpopova@susu.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7665-5984>

Екатерина Евгеньевна Науменко,

студент,
Южно-Уральский государственный университет,
пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Россия
9193122375@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0213-1595>

Ева Иванисова,

PhD, доцент:
Институт пищевых наук;
Словацкий сельскохозяйственный университет,
2 Trieda Andreja Hlinku, Nitra, 94976, Словакия
eva.ivanisova@uniag.sk
<https://orcid.org/0000-0001-5193-2957>

Елизавета Константиновна Васильева,

студент,
Российский университет транспорта (МИИТ),
ул. Образцова, д. 9, стр. 9, Москва, 127994, Россия
VasilevaE.04@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0000-9559-8137>

ABOUT THE AUTHORS:

Rinat Ilgidarovich Fatkullin,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University,
76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia
fatkullinri@susu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1498-0703>

Irina Valerievna Kalinina,

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Food and Biotechnology, Associate Professor, South Ural State University,
76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia
kalinaiv@susu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6246-9870>

Natalya Vladimirovna Naumenko,

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology, Associate Professor, South Ural State University,
76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia
naumenkonv@susu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9520-3251>

Natalia Viktorovna Popova,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University,
76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia
nvpopova@susu.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7665-5984>

Ekaterina Evgenievna Naumenko,

student,
South Ural State University,
76 Lenin Ave., Chelyabinsk, 454080, Russia
9193122375@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0213-1595>

Eva Ivanišová,

PhD, Associate Professor:
Institute of Food Sciences;
Slovak University of Agriculture,
2 Trieda Andreja Hlinku, Nitra, 94976, Slovakia
eva.ivanisova@uniag.sk
<https://orcid.org/0000-0001-5193-2957>

Elizaveta Konstantinovna Vasileva,

student,
Russian university of transport (MIIT),
9/9 Obraztsov str., Moscow, 127994, Russia
VasilevaE.04@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0000-9559-8137>

УДК 664.644

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-121-125

**А.Ж. Рустемова¹,
М.Б. Ребезов^{2, 3}** ✉¹Казахский национальный аграрный
исследовательский университет,
Алматы, Казахстан²Федеральный научный центр пищевых
систем им. В.М. Горбатова Российской
академии наук, Москва, Россия³Уральский государственный аграрный
университет, Екатеринбург, Россия

✉ rebezov@ya.ru

Поступила в редакцию:
25.02.2023Одобрена после рецензирования:
04.05.2023Принята к публикации:
18.05.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-121-125

**Ainash Z. Rustemova¹,
Maksim B. Rebezov^{2, 3}** ✉¹Kazakh National Agrarian Research
University, Almaty, Kazakhstan²V.M. Gorbатов Federal Scientific Center
of Food Systems of the Russian Academy
of Sciences, Moscow, Russia³Ural State Agrarian University,
Yekaterinburg, Russia

✉ rebezov@ya.ru

Received by the editorial office:
25.02.2023Accepted in revised:
04.05.2023Accepted for publication:
18.05.2023

Зернобобовая смесь как перспективный сырьевой источник в технологии хлебопечения

РЕЗЮМЕ

Актуальность. На сегодняшний день в развитии пищевой промышленности большое внимание уделяется созданию продуктов питания, оказывающих положительное влияние на здоровье человека. Хлеб — один из самых потребляемых продуктов питания и присутствует в рационе большинства граждан России и Казахстана, поэтому улучшение его пищевых свойств является актуальной задачей пищевой промышленности.

Результаты. Приведены результаты исследования пищевой и биологической ценности зернобобовой смеси для функционального питания. Зернобобовая смесь состоит из семи злаковых и бобовых культур (овес, кукуруза, просо, гречиха, соя, горох (маш), китайская фасоль). Процентное соотношение состава зернобобовой смеси составляет: кукуруза — 16%, овес — 16%, просо — 15%, гречиха — 12%, соя — 17%, маш — 13%, фасоль — 11%. Был изучен физико-химический, минеральный, витаминный и аминокислотный состав смеси. В результате исследований можно заключить, что применение представленной зернобобовой смеси в качестве ингредиента при производстве продуктов питания позволит обогатить продукт пищевой и биологической ценностью (белками, жирами, углеводами и минеральными веществами), расширить ассортимент пищевой продукции, повысить содержание витаминов, пищевых волокон в готовой продукции, а также, возможно, оказать терапевтическое действие на организм человека (необходимы дополнительные исследования).

Ключевые слова: рацион питания, зернобобовая смесь, минеральный, витаминный и аминокислотный состав, биологическая ценность

Для цитирования: Рустемова А.Ж., Ребезов М.Б. Зернобобовая смесь как перспективный сырьевой источник в технологии хлебопечения. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 121–125. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-121-125>

© Рустемова А.Ж., Ребезов М.Б.

Leguminous mixture as a promising raw material source in bakery technology

ABSTRACT

Relevance. Today, in the development of the food industry, much attention is paid to the creation of food products that have a positive impact on human health. Bread is one of the most consumed food products and is present in the diet of most citizens of Russia and Kazakhstan, therefore, improving its nutritional properties is an urgent task of the food industry.

Results. The paper presents the results of a study of the nutritional and biological value of the legume mixture for functional nutrition. The leguminous mixture consists of 7 cereals and legumes (oats, corn, millet, buckwheat, soybeans, peas (mung bean), Chinese beans). The percentage of the composition of the leguminous mixture is: corn — 16%, oats — 16%, millet — 15%, buckwheat — 12%, soy — 17%, mung bean — 13%, beans — 11%. The physico-chemical, mineral, vitamin and amino acid composition of the mixture was studied. As a result of the research, it can be concluded that the use of the presented leguminous mixture as an ingredient in food production will enrich the product with nutritional and biological value (proteins, fats, carbohydrates and minerals), expand the range of food products, increase the content of vitamins, dietary fiber in the finished product, and also possibly have a therapeutic effect on the human body (additional research is needed).

Key words: diet, leguminous mixture, mineral, vitamin and amino acid composition, biological value

For citation: Rustemova A.Z., Rebezov M.B. Leguminous mixture as a promising raw material source in bakery technology. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 121–125 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-121-125>

© Rustemova A.Z., Rebezov M.B.

Введение / Introduction

На нынешнем этапе развития пищевой промышленности уделяется большое внимание к созданию продуктов питания, оказывающих положительное влияние на здоровье человека [1, 2]. Потребление хлеба имеет практическую ценность. Он обогащает организм энергией, витаминами и другими питательными веществами, а введение в рецептуру хлебных изделий зернобобовой смеси повышает пищевую и биологическую ценность изделий [3].

Разными авторами были проведены исследования влияния добавления дополнительного сырья на качество продукции [4, 5]. Так, Л.О. Коршенко, К.Н. Егорова, Е.С. Рушаков и Е.Н. Ефремова установили увеличение пищевой ценности хлеба при добавлении чечевицы, гречневой и сорговой муки [6–8].

Группа исследователей предложила рецептуру злаковых батончиков с повышенной пищевой ценностью для функционального питания с использованием орехов, зернобобовых культур и сухофруктов [9]. Установлено положительное влияние зернобобовых и орехов при профилактике ОРВИ [10].

Н.И. Царёва и Н.В. Бондаренко выявили преимущества нута в качестве дополнительного сырья при создании продуктов питания [11].

Анализ рациона питания населения Казахстана показал дефицит полноценных белков, жиров, витаминов С, А, группы В и минеральных элементов. Изменение социально-экономических, экологических условий во многих регионах требует существенного обновления ассортимента в соответствии с медико-биологическими требованиями, предъявляемыми к этим продуктам.

Таблица 1. Физико-химический состав зернобобовой смеси, %
Table 1. Physical and chemical composition of the leguminous mixture, %

Наименование показателей	Результаты исследований, %
Массовая доля белка	17,06 ± 0,63*
Массовая доля жира	5,20 ± 0,10*
Массовая доля углеводов	46,54 ± 0,19*
Массовая доля клетчатки	9,68 ± 0,17*

Примечание: * $p \leq 0,05$

Расширение ассортимента хлебобулочных изделий диетического и профилактического назначения, в том числе с кальцием, витаминно-минеральными препаратами, белковыми обогатителями, с пищевыми волокнами, является актуальной задачей [12, 13].

Цель работы — исследование пищевой и биологической ценности зернобобовой смеси для функционального питания.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Объектом исследования являлась зернобобовая смесь, состоящая из злаковых и бобовых культур (овес, кукуруза, просо, гречиха, соя, горох (маш), китайская фасоль). Образцы были отобраны согласно ГОСТ 34165¹.

Процентное соотношение состава зернобобовой смеси составляет: кукуруза — 16%, овес — 16%, просо — 15%, гречиха — 12%, соя — 17%, маш — 13%, фасоль — 11%. Зерновые культуры очищали от сорной и зерновой примеси. Измельчали смесь, смешивали в процентном соотношении и определяли крупноту помола по ГОСТ 27560². Крупнота помола соответствовала нормативным данным. Применяемые зерновые и бобовые культуры до (слева) и после (справа) измельчения приведены на рисунке 1.

Массовую долю белка определяли согласно методике ГОСТ 10846³, массовую долю жиров — ГОСТ 29033⁴, массовую долю углеводов — перманганатометрическим методом согласно ГОСТ 13496^{4,5}, содержание клетчатки — методом Венде по ГОСТ 31675⁶, содержание кальция, железа, магния и цинка — методом атомно-абсорбционной спектрометрии по ГОСТ 22001⁷, содержание кремния — по ГОСТ 13230.1⁸, витаминный состав [14] — методом жидкостной хроматографии согласно ГОСТ 34151⁹, аминокислотный состав — по методу, приведенному в ГОСТ 32195¹⁰.

Результаты опыта были обработаны при помощи персонального компьютера (программа Microsoft Office Excel) с применением критерия достоверности по Стьюденту с использованием приложения Excel из программного пакета Office XP и Statistica.

Рис. 1. Зернобобовая смесь: а — ингредиенты (сырье бобовых и злаковых культур) для изготовления зернобобовой смеси, б — измельченные ингредиенты на мельничной установке, в — готовая зернобобовая смесь для проведения исследовательских работ
Fig. 1. Grain legume mixture: a — ingredients (raw materials of legumes and cereals) for the manufacture of a leguminous mixture, b — crushed ingredients at the mill plant, c — ready-made leguminous mixture for research work



¹ ГОСТ 34165-2017 Зерновые, зернобобовые и продукты их переработки. Методы определения загрязненности насекомыми-вредителями. М.: Стандартинформ. 2018; 11.

² ГОСТ 27560-87 Мука и отруби. Метод определения крупности. М.: Стандартинформ. 2007; 3.

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.: Издательство стандартов. 2000; 4.

⁵ ГОСТ 13496.4-2019 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. М.: Стандартинформ. 2019; 16.

⁶ ГОСТ 31675-2012 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. М.: Стандартинформ. 2020; 9.

⁷ ГОСТ 22001-87 Реактивы и особо чистые вещества. Метод атомно-абсорбционной спектрометрии определения примесей химических элементов. М.: Стандартинформ. 2003; 8.

⁸ ГОСТ 13230.1-93 Ферросилиций. Методы определения кремния. Минск: Межгосударственный совет по метрологии, стандартизации и сертификации. 2001; 8.

⁹ ГОСТ 34151-2017 Продукты пищевые. Определение витамина С с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. М.: Стандартинформ. 2019; 10.

¹⁰ ГОСТ 32195-2013 Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот. М.: Стандартинформ. 2020; 20.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Физико-химический и минеральный состав полученной зернобобовой смеси представлен в таблицах 1, 2.

Полученные данные пищевой ценности показывают, что опытный состав зерновых и бобовых культур способствует увеличению качества протеина ($17,06 \pm 0,63\%$). Надо отметить, что смесь содержит большое количество углеводов ($46,54 \pm 0,19\%$), низкое содержание жира ($5,20 \pm 0,10\%$). Крупяные культуры, состав которых богат амилозой (бобовые) либо вязкими пищевыми волокнами (овсяная), являются медленными углеводами, а следовательно, имеют низкую способность расщепляться до простых углеводов. Чем быстрее расщепляется продукт до простых углеводов, тем выше его гликемический индекс [15, 16].

Зернобобовые культуры богаты кальцием ($125,2 \pm 2,13$ мг / 100 г) — важным минералом, поддерживающим здоровье костной системы и снижающим риск переломов костей. Его содержание в смеси превышает содержание в фасоли и сое [13]. Вместе с кальцием магний ($138 \pm 0,10$ мг / 100 г) улучшает работу и всей мышечной системы. В зернобобовой смеси количество кремния составило $79,6 \pm 2,91$ мг / 100 г. Недостаточное потребление кремния вызывает следующие болезни: дистрофию, эпилепсию, ревматизм, ожирение, атеросклероз, которые сегодня можно успешно лечить, увеличив в своем рационе количество растений, богатых кремнеземом. В отличие от железа и кальция, кремний легко усваивается организмом даже в пожилом возрасте [4].

Таблица 2. Минеральный состав зернобобовой смеси, мг / 100 г
Table 2. The mineral composition of the leguminous mixture, mg / 100 g

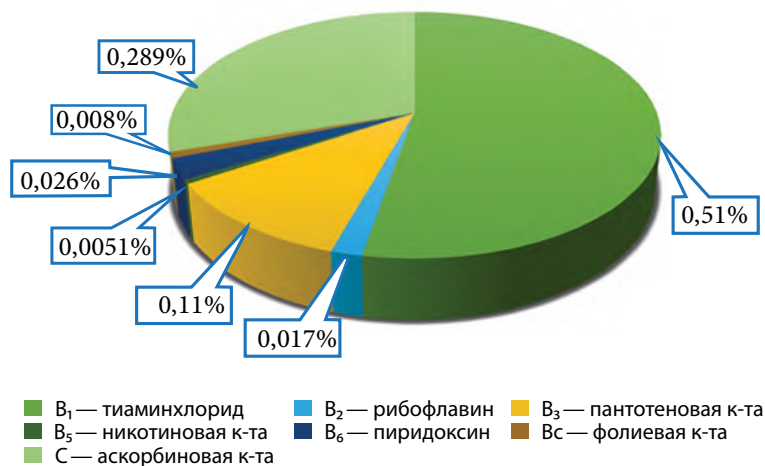
Наименование показателей	Результаты исследований, мг / 100 г
Кальций	$125,2 \pm 2,13^*$
Железо	$4,95 \pm 0,10^*$
Магний	$138,4 \pm 2,91^*$
Цинк	$2,07 \pm 0,03^*$
Кремний	$79,6 \pm 1,19^*$

Примечание: * $p \leq 0,05$

Таблица 3. Аминокислотный состав зернобобовой смеси
Table 3. Amino acid composition of the leguminous mixture

Аминокислота	Концентрация, мг/л	Массовая доля аминокислот, %
Аргинин	$90,41 \pm 0,62$	1,65
Лизин	$77,44 \pm 0,44$	1,41
Тирозин	$28,27 \pm 0,17$	0,52
Фенилаланин	$50,32 \pm 0,33$	0,91
Гистидин	$32,20 \pm 0,31$	0,58
Лейцин + изолейцин	$73,21 \pm 0,37$	1,34
Метионин	$6,68 \pm 0,03$	0,12
Валин	$51,22 \pm 0,34$	0,94
Пролин	$56,44 \pm 0,22$	1,02
Треонин	$49,13 \pm 0,38$	0,90
Серин	$62,28 \pm 0,36$	1,13
Аланин	$57,50 \pm 0,34$	1,05
Глицин	$55,11 \pm 0,33$	1,01

Рис. 2. Витаминный состав зернобобовой смеси
Fig. 2. Vitamin composition of leguminous mixture



Цинк ($2,07 \pm 1,19$ мг / 100 г) необходим для формирования костей. Витамин А, находящийся в печени, действует в присутствии цинка. Цинк не допускает повреждений кровеносных капилляров, защищает мозг. Тяжелая анемия быстро развивается не только из-за недостатка одного железа в питании, но и при дефиците витаминов группы В (особенно фолиевой кислоты, B₁₂) и С — эти витамины помогают железу лучше усваиваться. Содержание железа в зернобобовой смеси составило $4,95 \pm 0,03$ мг / 100 г.

Пищевые волокна почти не усваиваются в желудочно-кишечном тракте, но играют важную роль в жизнедеятельности человека. Значительное количество клетчатки в зернобобовой смеси ($9,68 \pm 0,17\%$) способно адсорбировать вредные вещества и выводить их из организма.

Витамины — биологически активные органические вещества, различные по своей химической природе и физиологическому действию, необходимые для процессов усвоения организмом всех пищевых веществ, для роста и восстановления клеток и тканей и других жизненно важных процессов. Они входят в состав всех клеток человеческого организма, увеличивают стойкость его против инфекций, предупреждают избыточное отложение холестерина на стенках кровеносных сосудов, имеют существенное значение для поддержания нормального состава крови и предупреждения физиологического увядания организма.

Витаминный состав зернобобовой смеси представлен на рисунке 2.

Витамин B₁ (0,51%) играет важную роль в нормальном функционировании нервной, сердечно-сосудистой, пищеварительной, эндокринной и других систем. Витамин B₆, содержание которого составило 0,0051%, играет важную роль в осуществлении иммунных функций, поэтому его возмещение имеет особую роль. Витамин С справляется с высоким содержанием холестерина в крови, активизируя его в другие вещества, тем самым предотвращая развитие атеросклероза.

Исходя из данных (рис. 2), можно сделать вывод, что исследуемая зернобобовая смесь наделена богатым витаминным составом (B₁, B₃, B₆, C), которые играют существенную и незаменимую роль в жизни человека.

Роль аминокислот в питании человека — это прежде всего участие в построении новых клеток и тканей, обеспечение роста и развития молодых организмов и

регенерация изношенных, отживших клеток в зрелом возрасте. В отличие от растений, живой организм не способен синтезировать аминокислоты, откуда следует, что он нуждается в готовых аминокислотах [16], то есть получать из тканей животных и растений. Аминокислотный состав зернобобовой смеси представлен в таблице 3.

Из результатов исследований видно, что аминокислоты, а именно аргинин, лизин, лейцин совместно с изолейцином, серин, пролин, аланин и глицин, показали значения выше, чем фенилаланин (0,91%), валин (0,94%), треонин (0,90%). Лимитирующие значения тирозина, гистидина, метионина составляют 0,52%, 0,58%, 0,12% соответственно.

Исходя из данных (табл. 3), можно сделать вывод, что аминокислотный состав зернобобовой смеси хорошо сбалансирован. Содержание лизина в бобовых почти в два раза выше, чем у злаковых. В белках бобовых

также больше треонина (0,90%), но меньше метионина и фенилаланина. Три незаменимые аминокислоты (метионин, лизин и валин) в белках семян важнейших бобовых культур являются лимитирующими аминокислотами [16].

Выводы / Conclusion

Таким образом, применение зернобобовой смеси в качестве ингредиента при производстве продуктов питания позволит:

- ✓ обогатить продукт пищевой и биологической ценностью;
- ✓ расширить ассортимент пищевой продукции;
- ✓ повысить содержание витаминов, пищевых волокон в готовой продукции;
- ✓ возможно, окажет терапевтическое действие на организм человека (необходимы дополнительные исследования).

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. Vaskovsky A.M., Chvanova M.S., Rebezov M.B. Creation of digital twins of neural network technology of personalization of food products for diabetics. *Динамика сложных сетей и их применение в интеллектуальной робототехнике. Сборник материалов IV Международной школы-конференции молодых ученых*. Москва: Перо. 2020; 137–139. <https://www.elibrary.ru/itmnhqj>
2. Зинина О.В., Павлова Я.С., Ребезов М.Б., Чанов И.М., Николина А.Д., Нурымхан Г.Н. Разработка и исследование крекера, обогащенного пищевыми волокнами. *Аграрная наука*. 2022; (9): 173–179. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-173-179>
3. Есина В.А. Ценность хлеба как важная составляющая жизни человека. *Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса. Сборник материалов Международной научно-практической конференции*. Пенза: Пензенский ГАУ. 2022; 1: 224–226. <https://www.elibrary.ru/nlyjua>
4. Гапонова Л.В., Полежаева Т.А., Матвеева Г.А., Ловцова Л.Б., Степанова А.П., Гапонова О.М. Роль зернобобовых продуктов и масличного сырья в решении актуальных проблем школьного питания. *Пищевая промышленность*. 2013; (12): 24–27. <https://www.elibrary.ru/rsonfn>
5. Родионова Н.С., Щетилина И.П., Короткова К.Г., Шолин В.А., Черкасова Н.С., Торосян А.О. Перспективы применения зернобобовых в инновационных технологиях функциональных продуктов питания. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2020; 82(3): 153–163. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-3-153-163>
6. Коршенко Л.О. Влияние чечевицы на качественные характеристики хлеба из пшеничной муки. *Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление*. 2016; (3): 112–119. <https://doi.org/10.5281/zenodo.163555>
7. Егорова К.Н., Рушакова Е.С. Разработка технологии гречневого хлеба без глютена. *Юность большой Волги: Сборник статей лауреатов XIX Межрегиональной конференции-фестиваля научного творчества учащейся молодежи*. Чебоксары: Центр молодежных инициатив Министерства образования и молодежной политики Чувашской Республики. 2017; 78–81. <https://www.elibrary.ru/xncatb>
8. Ефремова Е.Н. Влияние сорговой муки на показатели пшеничного хлеба. *Вестник Алтайского государственного университета*. 2014; (3): 125–127. <https://www.elibrary.ru/rzarov>
9. Гапонова Л.В., Полежаева Т.А., Матвеева Г.А. Использование зернобобового и орехового сырья в технологии специализированных продуктов для профилактики и лечения аллергических заболеваний. *Пищевая промышленность: наука и технологии*. 2019; 12(3): 49–55. <https://www.elibrary.ru/ytgcwgq>

REFERENCES

1. Vaskovsky A.M., Chvanova M.S., Rebezov M.B. Creation of digital twins of neural network technology of personalization of food products for diabetics. *Dynamics of Complex Networks and their Application in Intellectual Robotic. Collection of materials of the IV International School-Conference of Young Scientists*. Moscow: Pero. 2020; 137–139. <https://www.elibrary.ru/itmnhqj>
2. Zinina O.V., Pavlova Y.S., Rebezov M.B., Chanov I.M., Nikolina A.D., Nurymkhan G.N. Development and examination of a cracker enriched with dietary fiber. *Agrarian science*. 2022; (9): 173–179 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-173-179>
3. Yesina V.A. The value of bread as an important component of human life. *Innovative ideas of young researchers for the agro-industrial complex. Collection of materials of the International scientific-practical conference*. Penza: Penza State Agrarian University. 2022; 1: 224–226 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/nlyjua>
4. Gaponova L.V., Polezhaeva T.A., Matveeva G.A., Lovtsova L.B., Stepanova A.P., Gaponova O.M. The role of grain legumes products and oil raw material in solving actual problems of school meals. *Food industry*. 2013; (12): 24–27 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/rsonfn>
5. Rodionova N.S., Shchetilina I.P., Korotkova K.G., Cholin V.A., Cherkasova N.S., Torosyan A.O. Prospects for the use of pulses in innovative technologies for functional food products. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2020; 82(3): 153–163 (In Russian). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-3-153-163>
6. Korshenko L.O. Impact of lentil on quality characteristics of bread from wheat flour. *The bulletin of the Far Eastern Federal University. Economics and Management*. 2016; (3): 112–119 (In Russian). <https://doi.org/10.5281/zenodo.163555>
7. Egorova K.N., Rushakova E.S. Development of gluten-free buckwheat bread technology. *Youth of the Great Volga: Collection of articles by laureates of the 19th Interregional Conference-Festival of Scientific Creativity of Students*. Cheboksary: Center for Youth Initiatives of the Ministry of Education and Youth Policy of the Chuvash Republic. 2017; 78–81. <https://www.elibrary.ru/xncatb>
8. Yefremova Ye.N. Effect of sorghum flour on wheat bread indices. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2014; (3): 125–127 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/rzarov>
9. Gaponova L.V., Polezhaeva T.A., Matveeva G.A. The use of bean, cereal and nut raw materials in the technology of dietary products for allergic disease prevention and treatment. *Food Industry: Science and Technology*. 2019; 12(3): 49–55 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ytgcwgq>

10. Гапонова Л.В., Полежаева Т.А., Матвеева Г.А. Специализированные продукты из зернобобового и орехового сырья в профилактике и лечении острых респираторных заболеваний (ОРВИ) и гриппа. *Пища. Экология. Качество. Труды XVII Международной научно-практической конференции.* Екатеринбург. 2020; 145–150. <https://www.elibrary.ru/nseqqx>

11. Царева Н.И., Бондаренко Н.В. Перспективы использования зернобобовой культуры нут в производстве пищевых продуктов питания. *Естественные и гуманитарные науки в современном мире. Материалы Международной научно-практической конференции.* Орел: ОГУ им. И.С. Тургенева. 2020; 100–102. <https://www.elibrary.ru/jfqqds>

12. Омаралиева А.М., Бектурганова А.А., Сафуани Ж.Е., Ботбаева Ж.Т., Туякбаева А.У. Разработка технологии композитной муки для производства хлебобулочного изделия. *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов.* 2014; (3): 9–16. <https://www.elibrary.ru/sbdrmn>

13. Катюк А.И., Шаболкина Е.Н., Васин А.В., Булатова К.А., Анисимкина Н.В. Пищевые достоинства семян фасоли, сои и гороха сортов селекции Самарского НИИСХ. *Зерновое хозяйство России.* 2019; (4): 8–13. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-64-4-8-13>

14. Шелеметьева О.В., Сизова Н.В., Слепченко Г.Б. Определение содержания витаминов и биологически активных веществ в растительных экстрактах различными методами. *Химия растительного сырья.* 2009; (1): 113–116. <https://www.elibrary.ru/kzmwaz>

15. Влощинский П.Е., Березовикова И.П., Колпаков А.Р., Клебеева Н.Г. Влияние многокомпонентных крупяных смесей на содержание глюкозы в крови экспериментальных животных. *Техника и технологии пищевых производств.* 2013; (3): 90–94. <https://www.elibrary.ru/rbdisr>

16. Босак В.Н., Сачивко Т.В. Особенности аминокислотного состава и биологическая ценность белка бобовых овощных культур. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.* 2018; (1): 37–40. <https://www.elibrary.ru/ytesem>

10. Gaponova L.V., Polezhaeva T.A., Matveeva G.A. Dietary products from leguminous, cereal and nut raw materials for prevention and treatment of acute respiratory viral infections and FLU. *Food. Ecology. Quality. Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference.* Yekaterinburg. 2020; 145–150 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/nseqqx>

11. Tsareva N.I., Bondarenko N.V. Prospects for the use of leguminous crops chickpeas in food production. *Natural and human sciences in the modern world. Proceedings of the International scientific-practical conference.* Orel: Orel State University named after I.S. Turgenev. 2020; 100–102 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/jfqqds>

12. Omaraliyeva A.M., Bekturganova A.A., Safuani Zh.E., Botbayeva Zh.T., Tuyakbayeva A.U. Development technology of the composite flour for bakery products. *Technology and merchandising of the innovative foodstuff.* 2014; (3): 9–16 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/sbdrmn>

13. Katyuk A.I., Shabolkina E.N., Vasin A.V., Anisimkina N.V., Bulatova K.A. Food advantages of beans, soybeans and peas varieties developed by the Samara RIA. *Grain Economy of Russia.* 2019; (4): 8–13 (In Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-64-4-8-13>

14. Shelementeva O.V., Sizova N.V., Sleptchenko G.V. Determination of vitamins and biologically active substances in plant extracts by various methods. *Chemistry of plant raw material.* 2009; (1): 113–116 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/kzmwaz>

15. Vloschinsky P.E., Berезovikova I.P., Kolpakov A.R., Klebleeva N.G. Effect of multicomponent cereal mixtures on glucose level in experimental animals' blood. *Food Processing: Techniques and Technology.* 2013; (3): 90–94 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/rbdisr>

16. Bosak V.N., Sachivko T.V. Features of amino acid composition and biological value of protein of leguminous vegetable crops. *Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy.* 2018; (1): 37–40 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/ytesem>

ОБ АВТОРАХ:

Айнаш Жубайхановна Рустемова,
магистр технических наук, старший преподаватель,
Казахский национальный аграрный исследовательский
университет,
пр. Абая, 8, Алматы, 050010, Казахстан
aist_2707@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4503-9702>

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

ABOUT THE AUTHORS:

Ainash Zhubaikhanovna Rustemova,
Master of technical sciences, Senior Lecturer,
Kazakh National Agrarian Research University,
8 Abai Ave., Almaty, 050010, Kazakhstan
aist_2707@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4503-9702>

Maksim Borisovich Rebezov,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor:
• V.M. Gorbato Federal Scientific Center of Food Systems
of the Russian Academy of Sciences,
26 Talalikhin str., Moscow, 109316, Russia;
• Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht str., Yekaterinburg, 620075, Russia
rebezov@ya.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Л.Г. Ловцова¹, ✉
М.В. Забелина¹,
А.В. Майоров¹,
И.В. Ловцов¹,
Т.Б. Тяпаев¹,
В.С. Мавзовин²

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

²Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

✉ flauisalovtsova2018@mail.ru

Поступила в редакцию:
26.12.2022

Одобрена после рецензирования:
04.05.2023

Принята к публикации:
19.05.2023

Larisa G. Lovtsova¹, ✉
Margarita V. Zabelina¹,
Aleksandr V. Mayorov¹,
Ivan V. Lovtsov¹,
Timur B. Tyapaev¹,
Vladimir S. Mavzovin²

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

²Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

✉ flauisalovtsova2018@mail.ru

Received by the editorial office:
26.12.2022

Accepted in revised:
05.05.2023

Accepted for publication:
19.05.2023

Оптимизация погружного культивирования мицелия *Pleurotus ostreatus* в динамике роста по показателям перекисного окисления липидов

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Работа связана с совершенствованием процессов искусственного культивирования доступных и удобных (с биотехнологической точки зрения) продуцентов пищевой биомассы *Pleurotus ostreatus*. Оптимизированы некоторые этапы технологии выращивания мицелия, в частности предложены изменения условий культивирования мицелия вешенки посредством использования карбоната магния как добавки в питательную среду при получении посевного материала для выращивания плодовых тел грибов. Введение предложенных условий культивирования в практику грибоводства потенциально позволит обеспечить максимальный выход биомассы при погружном культивировании базидиомицетов в жидких питательных средах.

Методы. Выращивание мицелия проводили методом погружного культивирования. Концентрацию белка в растворе определяли методом Бредфорда, перекисное окисление липидов (ПОЛ) — по содержанию ТБК-активных продуктов (2-тиобарбитуровая кислота, ТБК), суммарное содержание которых выражали в пересчете на малоновый диальдегид (МДА). Полученные данные были обработаны методом многомерной регрессии с применением метода главных компонент (PCA).

Результаты. Показано, что низкие концентрации карбоната магния положительно влияют на рост биомассы мицелия. Впервые полученные данные по интенсивности перекисного окисления липидов (ПОЛ) и концентрации белка в растворе обработаны методом математической регрессии. Установлено, что применение карбоната магния в концентрации 1×10^{-6} положительно влияет на рост биомассы мицелия гриба *Pleurotus ostreatus* с увеличением биомассы мицелия на 20,5% по сравнению с контролем.

Ключевые слова: мицелий, гриб вешенка, перекисное окисление липидов, малоновый диальдегид, биомасса

Для цитирования: Ловцова Л.Г., Забелина М.В., Майоров А.В., Ловцов И.В., Тяпаев Т.Б., Мавзовин В.С. Оптимизация погружного культивирования мицелия *Pleurotus ostreatus* в динамике роста по показателям перекисного окисления липидов. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 126–130. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-126-130>

© Ловцова Л.Г., Забелина М.В., Майоров А.В., Ловцов И.В., Тяпаев Т.Б., Мавзовин В.С.

Optimization of submersible cultivation of mycelium *Pleurotus ostreatus* in the dynamics of growth in terms of lipid peroxidation

ABSTRACT

Relevance. The work is related to the improvement of artificial cultivation processes of affordable and convenient (from a biotechnological point of view) producers of *Pleurotus ostreatus* food biomass. Some stages of mycelium cultivation technology have been optimized, in particular, changes in the conditions of oyster mushroom mycelium cultivation through the use of magnesium carbonate as an additive to the nutrient medium when obtaining seed material for growing mushroom fruit bodies have been proposed. The introduction of the proposed cultivation conditions into the practice of mushroom farming will potentially allow for maximum biomass yield during submerged cultivation of basidiomycetes in liquid nutrient media.

Methods. The cultivation of mycelium was carried out by the method of submersible cultivation. The protein concentration in the solution was determined by the Bradford method, lipid peroxidation (POL) — by the content of TBK-active products (2-thiobarbituric acid, TBK), the total content of which was expressed in terms of malonic dialdehyde (MDA). The data obtained were processed by multivariate regression using the Principal component method (PCA).

Results. It has been shown that low concentrations of magnesium carbonate have a positive effect on the growth of mycelium biomass. For the first time, the obtained data on the intensity of lipid peroxidation (POL) and protein concentration in solution were processed by mathematical regression. It was found that the use of magnesium carbonate at a concentration of 1×10^{-6} positively affects the growth of mycelium biomass of the fungus *Pleurotus ostreatus* with an increase in mycelium biomass by 20.5% compared with the control.

Key words: mycelium, oyster mushroom, lipid peroxidation, malondialdehyde, biomass

For citation: Lovtsova L.G., Zabelina M.V., Mayorov A.V., Lovtsov I.V., Tyapaev T.B., Mavzovin V.S. Optimization of submersible cultivation of mycelium *Pleurotus ostreatus* in the dynamics of growth in terms of lipid peroxidation. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 126–130 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-126-130>

© Lovtsova L.G., Zabelina M.V., Mayorov A.V., Lovtsov I.V., Tyapaev T.B., Mavzovin V.S.

Материал и методы исследования / Materials and method

Были использованы базидиомицеты *Pleurotus ostreatus* штамм НК-35 из коллекции агрохимической лаборатории Учебного научно-производственного комплекса «Агроцентр» Вавиловского университета.

Выращивание мицелия проводили методом погружного культивирования. В колбах 750 мл и 1000 мл с применением ротационной качалки при 200 об/мин. Выбранная температура культивирования — 25–27 °С. Карбонат магния в концентрации 1×10^{-6} (красный●), 1×10^{-4} (желтый●), 1×10^{-2} (синий●), контроль (зеленый●) (без добавки карбоната магния) вносили в 2%-ную жидкую среду из пшеничной муки 1-го сорта. Приготовленные среды автоклавировали при 1,2 атм. в течение 30 минут.

Опыты по измерению биомассы проводили в пяти повторностях. Для количественной обработки данных использовали программу Microsoft Excel 2003. При статистической обработке результатов пользовались методом расчета стандартного отклонения среднего арифметического при уровне доверительной вероятности 0,95. Полный процесс культивирования по длительности составил 14 суток. Метод определения ростовых характеристик¹. Скорость роста при глубинном культивировании определяли в соответствии с рекомендациями Дудка и др. (1982) по накоплению сухой биомассы в единицу времени в зависимости от продолжительности выращивания. Метод определения концентрации белка в растворе². Концентрацию белка определяли по методу Бредфорда с использованием красителя Кумасси бриллиантового синего. Он основан на эффекте связывания с белками одной из разновидностей данного кислого красителя — R-250 и G-250. Количество белка в исследуемом образце определяют по значению оптической плотности, используя калибровочный график, построенный по результатам измерений для растворов

белка с известной концентрацией. Метод определения пероксидного окисления липидов. На 14-е сутки определяли интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ). Состояние ПОЛ оценивали по содержанию ТБК-активных продуктов (2-тиобарбитуровая кислота, ТБК), суммарное содержание которых выражали в пересчете на малоновый диальдегид (МДА) в соответствии с модифицированной методикой [9].

Полученные данные были обработаны методом многомерной регрессии (метод главных компонент) МГК, где особое внимание уделяется графикам счетов. На графике счетов каждый образец изображается в координатах (t_1 , t_2), обозначаемых ГК₁ и ГК₂. Близость двух точек обозначает их схожесть, то есть положительную корреляцию. Метод главных компонент часто применяется при исследовательском анализе химических данных. МГК можно трактовать как проецирование данных на подпространство меньшей размерности (А). Обобщением МГК является метод проекций на латентные структуры (ПЛС) (Projection on Latent Structures, PLS), который сейчас является самым популярным методом многомерной калибровки [15].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Усиленное ПОЛ и накопление МДА могут привести к нарушению целостности мембраны и повреждению клетки. В условиях окислительного стресса время жизни образовавшихся АФК и их токсическое действие контролируются системой антиоксидантной защиты клетки, то есть соответствующими ферментами и метаболитами. При проведении исследований была выявлена зависимость образования биомассы от концентрации карбоната магния в питательной среде.

Хорошо известна концепция координированного действия активных форм кислорода (АФК) и метаболитов, важных для регуляции роста, развития и стресс-толерантности растительных организмов [18]. АФК — многофункциональные сигнальные молекулы, вносящие вклад в приспособительную способность [17], а воздействие какого-либо соединения — выраженного антиоксиданта — приводит к слабому развитию окислительного стресса [18].

Результаты определения биомассы мицелия базидиомицетов, культивируемых погруженным способом в присутствии карбоната магния в концентрации (1×10^{-2} , 1×10^{-4} , 1×10^{-6}) на 7-е, 10-е, 14-е сутки после засева питательных сред, представлены в таблице 1.

По данным числовым значениям (табл. 1) четко прослеживается положительная динамика влияния карбоната магния на ростовые характеристики грибов при погружном культивировании в зависимости от концентрации раствора. Величины уровня концентрации добавки в среде культивирования были сопоставимы с используемыми величинами из литературных данных [16].

Низкий показатель биомассы мицелия базидиомицетов при концентрации карбоната магния 1×10^{-2} зависит от возможного противодействия АФК, так как агенты с антиоксидантными свойствами оказывают влияние на биохимические процессы базидиомицетов и могут служить одной из причин снижения ростовых показателей.

Однако при снижении концентрации до 1×10^{-6} показатель биомассы мицелия увеличивается до 120,5% биомассы к контролю. Далее полученные показатели были внесены в матричные данные при обработке результатов эксперимента методом многомерной регрессии.

Таблица 1. Биомасса мицелия базидиомицетов, культивируемых в присутствии добавки карбоната магния в различных концентрациях

Table 1. Biomass of mycelium of basidiomycetes cultivated in the presence of magnesium carbonate additives in various concentrations

Исходная концентрация добавки в питательной среде, С, моль/л	Сутки	Биомасса, мг	Биомасса, % к контролю*
1×10^{-6}	14	1008,4 ± 0,18	120,5
	10	598,4 ± 0,21	139,9
	7	278,7 ± 0,32	132,6
1×10^{-4}	14	944,7 ± 0,11	112,9
	10	492,0 ± 0,17	115,0
	7	243,7 ± 0,56	114,6
1×10^{-2}	14	725,1 ± 0,19	86,6
	10	375,8 ± 0,22	87,8
	7	210,7 ± 0,13	99,1
Контроль*	14	836,6 ± 0,17	100
	10	427,7 ± 0,34	100
	7	212,6 ± 0,27	100

Примечание: * различие по данному показателю статистически достоверно между опытной и контрольной группами ($p \leq 0,05$ при t -критическом 2,78) (* контроль — отсутствие добавок к питательной среде)

¹ Билай В.И. (ред.). Методы экспериментальной микологии. Справочник. Киев: Наукова думка. 1982; 549.

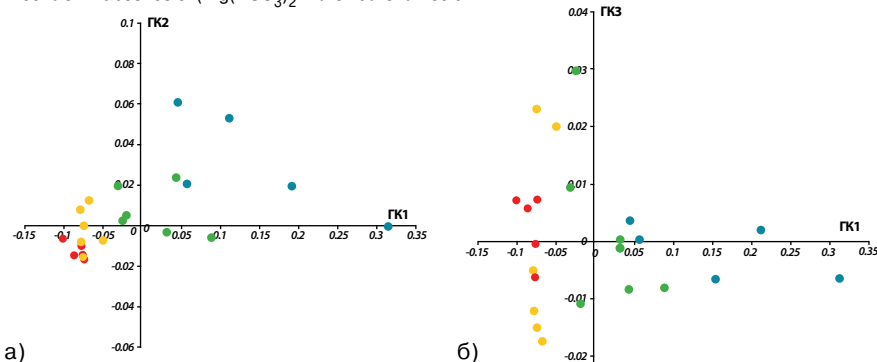
² ОФС 1.2.3.0012.15 Определение белка.

Рис. 1. Анализ динамики роста и показатель МДА методом главных компонент.

а) графики счетов (ГК1 и ГК2), б) графики счетов (ГК1 и ГК3) концентрации МДА, мМ на 1 г сырой биомассы (контроль* — зеленый ●, 1×10^{-6} — красный ●, 1×10^{-4} — желтый ●, 1×10^{-2} — синий ●); * контроль — отсутствие $(\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2)$ в питательной среде

Fig. 1. Growth dynamics analysis and MDA index by principal component method

а) charts of accounts (GK1 and GK2), б) graphs of scores (GK1 and GK3) of MDA concentration, mM per 1 g of wet biomass (control* — green ●, 1×10^{-6} — red ●, 1×10^{-4} — yellow ●, 1×10^{-2} — blue ●); * control — absence of $(\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2)$ in the nutrient medium



Определение количества продуктов перекисного окисления липидов является важной морфологической характеристикой, позволяет оценить уровень метаболизма и выявить влияние конъюгатов на активность сигнальных систем в растительных клетках.

Накопление биомассы контролировали по степени увеличения оптической плотности, которую измеряли с помощью ФЭК. Концентрацию биомассы определяли с использованием соответствующего калибровочного графика.

Обработка полученных данных МГК-анализом показала, что динамика роста и показатель МДА связаны между собой (рис. 1).

Из графика младших компонент видно, что переменные, отмеченные желтым и красным цветом, образуют компактные группы в левой части графика. Точки достаточно близко расположены друг к другу, что означает их тесную положительную корреляцию (рис. 1а). Экспериментальными данными зафиксировано, что снижение концентрации МДА наступает при снижении концентрации карбоната магния (1×10^{-6}) и положительно сказывается на динамике роста мицелия. Переменные группы, отмеченные синим цветом, находятся в разрозненном положении. Это свидетельствует о высокой концентрации МДА. Таким образом, вышеуказанные данные позволяют констатировать четкую зависимость концентрации МДА от концентрации карбоната магния.

В полученной биомассе, культивируемой с добавлением карбоната магния, наблюдалась активация

перекисного окисления липидов. Об интенсивности протекания ПОЛ большинство авторов [10–14] судят по накоплению в тканях конечного продукта липопероксидации — МДА. Так, самое высокое содержание МДА было зафиксировано при концентрации 1×10^{-2} (рис. 1) по сравнению с более низкими концентрациями и контролем.

На графике старших счетов (рис. 2) наблюдаем еще более четкую зависимость увеличения биомассы от уменьшения концентрации МДА.

Анализ графика объяснений дисперсии остатков позволяет определить, сколько главных

компонент достаточно для моделирования полученных данных. Для определения числа главных компонент (ГК) было исследовано качество описания при увеличении числа ГК. Из рисунка 2 видно, что двух ГК достаточно для моделирования полученных данных — они объясняют 98% вариации описания дисперсий. Предположительно, по полученным данным, для описания процесса прогнозирования роста мицелия базидиомицетов достаточно определения значений ПОЛ и концентрации белка при использовании метода многомерной регрессии с применением метода главных компонент.

Усиленное ПОЛ и накопление МДА могут привести к нарушению целостности мембраны и повреждению клетки. В условиях окислительного стресса время жизни образовавшихся активных форм кислорода (АФК) и их токсическое действие контролируются системой антиоксидантной защиты клетки, то есть соответствующими ферментами и метаболитами. При проведении исследований была выявлена зависимость образования биомассы от концентрации карбоната магния в питательной среде. Данные изменения влияют на рост биомассы мицелия при погруженном культивировании *Pleurotus ostreatus* и зависят от состава питательной среды.

Выводы / Conclusion

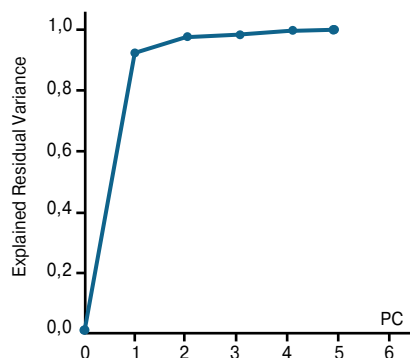
Установлено, что активность процессов ПОЛ при применении карбоната магния имеет обратно пропорциональную зависимость от концентрации добавки, при концентрации 1×10^{-6} рост биомассы мицелия гриба *Pleurotus ostreatus* возрастает на 20,5% по сравнению с контролем.

Обработанные МГК данные об интенсивности перекисного окисления липидов (ПОЛ) и концентрации белка в растворе и накопления биомассы мицелия учитывают априорную информацию о процессах при разноразмерных показателях и позволяют решить задачу определения величины химического ранга системы — числа главных компонент для определения границ оптимальных концентраций карбоната магния при планировании следующих экспериментов.

На основании исследований можно рекомендовать использование питательной среды с концентрацией карбоната магния (1×10^{-6}) при погруженном культивировании *P. ostreatus* для увеличения выхода мицеллярной биомассы.

Рис. 2. График объясненной (ERV) дисперсии остатков

Fig. 2. Explained variance (ERV) plot of residuals



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. Сметанина Л.Г. Усовершенствование технологических процессов выращивания вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm.). Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Москва. 2013; 22. <https://www.elibrary.ru/zoqykf>
2. Тренин А.С., Кац Н.Ю., Цвигун Е.А., Бычкова О.П., Краснополянская Л.М. Возможность создания новых лекарственных препаратов на основе базидиальных грибов. Биотехнология и качество жизни. Международная научно-практическая конференция. Москва: Экспо-биохим-технологии. 2014; 146, 147. <https://www.elibrary.ru/stcelz>
3. Golak-Siwulska I., Kalużewicz A., Spizewski T., Siwulski M., Sobieralski K. Bioactive compounds and medicinal properties of Oyster mushrooms (*Pleurotus* sp.). *Folia Horticulturae*. 2018; 30(2): 191–201.
4. Deepalakshmi K., Mirunalini S. *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. *Journal of Biochemical Technology*. 2014; 5(2): 718–726.
5. Краснополянская Л.М., Автономова А.В., Леонтьева М.И., Белицкий И.В., Исакова Е.Б., Бухман В.М. Высокоэффективные способы погруженного культивирования ксилотрофных лекарственных и лекарственно-съедобных видов базидиальных грибов. Сергеев Ю.В. (ред.). *Успехи медицинской микологии. Материалы V Всероссийского конгресса по медицинской микологии*. М.: Национальная академия микологии. 2007; 9: 242–244.
6. Луцкий М.А., Куксова Т.В., Смелянец М.А., Лушников Ю.П. Свободно-радикальное окисление липидов и белков — универсальный процесс жизнедеятельности организма. *Успехи современного естествознания*. 2014; (12): 24–28. <https://elibrary.ru/sztntl>
7. Кagan В.Е., Орлов В.Г., Прилипко Л.Л. Проблема анализа эндогенных продуктов перекисного окисления липидов. Москва: ВИНТИ. 1986; 133.
8. Чайка А.В., Молодцова Ю.А. Реакция проокислительно-антиокислительной системы как критерий отбора устойчивых к гипертермии штаммов *Pleurotus ostreatus*. *Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона*. 2018; (3–4): 137–145. <https://elibrary.ru/vqnxce>
9. Hodges D.M., DeLong J.M., Forney C.F., Prange R.K. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. *Planta*. 1999; 207(4): 604–611. <https://doi.org/10.1007/s004250050524>
10. Тюлькова Н.А., Медведева С.Е., Бондарь В.С. Сравнительная оценка интенсивностей перекисного окисления липидов и свечения гриба *Neonothopanus nambi*. *Вестник КрасГАУ*. 2016; (1): 21–28. <https://elibrary.ru/vpnmmyf>
11. Тюлькова Н.А., Бондарь В.С. Содержание продуктов перекисного окисления липидов, активность антиоксидантных ферментов и интенсивность световой эмиссии базидиомицета *Neonothopanus nambi* при стрессе после механического повреждения. *Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология*. 2022; 15(3): 333–346. <https://elibrary.ru/sicszu>
12. Тюлькова Н.А., Бондарь В.С. Содержание диеновых конъюгатов и оснований Шиффа в мицелии гриба *Neonothopanus nambi* при разных уровнях его свечения в условиях стресса. *Вестник КрасГАУ*. 2019; (3): 37–44. <https://elibrary.ru/zabdcpr>
13. Барабой В.А. Механизмы стресса и перекисное окисление липидов. *Успехи современной биологии*. 1991; 111(6): 923–932.
14. Yin H., Xu L., Porter N.A. Free radical lipid peroxidation: mechanisms and analysis. *Chemical Reviews*. 2011; 111(10): 5944–5972. <https://doi.org/10.1021/cr200084z>
15. Померанцев А.Л. Хемометрика в Excel. Томск: Изд-во ТПУ. 2014; 435. ISBN: 978-5-4387-0374-7
16. Ефимова М.В. и др. Индуцированный брассиностероидами прайминг растений картофеля снижает окислительный стресс и повышает солеустойчивость. *Доклады Академии наук. Общая биология*. 2018; 478(6): 723–726. <https://doi.org/10.7868/S0869565218060233>
17. Milanović V. et al. Erythromycin-resistant lactic acid bacteria in the healthy gut of vegans, ovo-lacto vegetarians and omnivores. *PLoS ONE*. 2019; 14(8): e0220549. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220549>
18. Xia S. et al. Soil organic matter turnover depending on land use change: Coupling C/N ratios, $\delta^{13}\text{C}$, and lignin biomarkers. *Land Degradation & Development*. 2020; 32(4): 1591–1605. <https://doi.org/10.1002/ldr.3720>

REFERENCES

1. Smetanina L.G. Improvement of technological processes of growing oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm.). Abstract of the PhD (Agricultural sciences) Thesis. Moscow. 2013; 22 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/zoqykf>
2. Trenin A.S., Kats N.Yu., Tsvigun E.A., Bychkova O.P., Krasnopolskaya L.M. The Possibility of development of new medicines on the base of basidiomycetes. *Biotechnology and quality of life. International scientific and practical conference*. Moscow: Expo-Biochim-Technologies. 2014; 146, 147 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/stcelz>
3. Golak-Siwulska I., Kalużewicz A., Spizewski T., Siwulski M., Sobieralski K. Bioactive compounds and medicinal properties of Oyster mushrooms (*Pleurotus* sp.). *Folia Horticulturae*. 2018; 30(2): 191–201.
4. Deepalakshmi K., Mirunalini S. *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. *Journal of Biochemical Technology*. 2014; 5(2): 718–726.
5. Krasnopolskaya L.M., Avtonomova A.V., Leont'eva M.I., Belitskiy I.V., Isakova E.B., Bukhman V.M. Materials of the V All-Russian Congress on Medical Mycology. Sergeev Yu.V. (ed.). *Advances in Medical Mycology. Materials of the V All-Russian Congress on Medical Mycology*. Moscow: National Academy of Mycology. 2007; 9: 243–245 (In Russian).
6. Lutsky M.A., Kuksova T.V., Smelyanets M.A., Lushnikova Y.P. Lipid and protein free-radical oxidation as a universal vital process of the organism. *Advances in current natural sciences*. 2014; (12): 24–28 (In Russian). <https://elibrary.ru/sztntl>
7. Kagan V.E., Orlov V.G., Prilipko L.L. The problem of analysis of endogenous products of lipid peroxidation. Moscow: VINITI. 1986; 133 (In Russian).
8. Chaika A.V., Molodtsova Yu. A. Reaction of prooxidant-antioxidant system as a criterion for *Pleurotus ostreatus*. *Problems of ecology and nature protection of technogenic region*. 2018; (3–4): 137–145 (In Russian). <https://elibrary.ru/vqnxce>
9. Hodges D.M., DeLong J.M., Forney C.F., Prange R.K. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. *Planta*. 1999; 207(4): 604–611. <https://doi.org/10.1007/s004250050524>
10. Tyul'kova N.A., Medvedeva S.E., Bondar' V.S. Comparative intensities evaluation of lipid peroxidation and luminescence of the fungus *Neonothopanus nambi*. *Bulletin of KSAU*. 2016; (1): 21–28 (In Russian). <https://elibrary.ru/vpnmmyf>
11. Tyul'kova N.A., Bondar V.S. Content of lipid peroxidation products, activity of antioxidant enzymes, and intensity of light emission of basidiomycete *Neonothopanus nambi* under stress after mechanical damage. *Journal of Siberian Federal University. Series: Biology*. 2022; 15(3): 333–346 (In Russian). <https://elibrary.ru/sicszu>
12. Tyul'kova N.A., Bondar V.S. The content of dien conjugates and Schiff bases in *Neonothopanus nambi* mycelium at different levels of its luminescence in stress conditions. *Bulletin of KrasGAU*. 2019; (3): 37–44 (In Russian). <https://elibrary.ru/zabdcpr>
13. Baraboy V.A. Mechanisms of stress and lipid peroxidation. *Advances in current biology*. 1991; 111(6): 923–932 (In Russian).
14. Yin H., Xu L., Porter N.A. Free radical lipid peroxidation: mechanisms and analysis. *Chemical Reviews*. 2011; 111(10): 5944–5972. <https://doi.org/10.1021/cr200084z>
15. Pomerantsev A.L. Chemometrics in Excel. Wiley. 2014; 336. ISBN: 978-1-118-60535-6
16. Efimova M.V. et al. The Priming of Potato Plants Induced by Brassinosteroids Reduces Oxidative Stress and Increases Salt Tolerance. *Doklady Biological Sciences*. 2018; 478(1): 33–36. <https://doi.org/10.1134/S0012496618010106>
17. Milanović V. et al. Erythromycin-resistant lactic acid bacteria in the healthy gut of vegans, ovo-lacto vegetarians and omnivores. *PLoS ONE*. 2019; 14(8): e0220549. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220549>
18. Xia S. et al. Soil organic matter turnover depending on land use change: Coupling C/N ratios, $\delta^{13}\text{C}$, and lignin biomarkers. *Land Degradation & Development*. 2020; 32(4): 1591–1605. <https://doi.org/10.1002/ldr.3720>

ОБ АВТОРАХ:

Лариса Геннадиевна Ловцова,
кандидат технических наук, доцент кафедры микробиологии
и биотехнологии,
Саратовский государственный университет генетики,
биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова,
пр-т им. Петра Столыпина, д. 1, здание 4, стр. 3, Саратов, 410012,
Россия
lauisalovtsova2018@mail.ru
+7 (904) 243-63-73
<https://orcid.org/0000-0003-3114-3840>

Маргарита Васильевна Забелина,
доктор биологических наук, профессор кафедры технологии
производства и переработки продукции животноводства,
Саратовский государственный университет генетики,
биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова,
пр-т им. Петра Столыпина, д. 1, здание 4, стр. 3, Саратов, 410012,
Россия
mvzabelina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2284-029X>

Александр Владимирович Майоров,
младший научный сотрудник,
Саратовский государственный университет генетики,
биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова,
пр-т им. Петра Столыпина, д. 1, здание 4, стр. 3, Саратов, 410012,
Россия
mayorovsar@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1237-2907>

Иван Валентинович Ловцов,
аспирант кафедры технологии производства и переработки
продукции животноводства,
Саратовский государственный университет генетики,
биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова,
пр-т им. Петра Столыпина, д. 1, здание 4, стр. 3, Саратов, 410012,
Россия
bk-192@bk.ru

Тимур Борисович Тяпаев,
кандидат экономических наук, доцент кафедры технологии
производства и переработки продукции животноводства,
Саратовский государственный университет генетики,
биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова,
пр-т им. Петра Столыпина, д. 1, здание 4, стр. 3, Саратов, 410012,
Россия
<https://orcid.org/0000-0001-6724-3603>

Владимир Святославович Мавзовин,
кандидат математических наук, доцент кафедры математики,
Московский государственный строительный университет,
Ярославское шоссе, д. 26, Москва, 129337, Россия
mavzovin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8085-3315>

ABOUT THE AUTHORS:

Larisa Gennadievna Lovtsova,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
of the Department of Microbiology and Biotechnology,
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering
named after N.I. Vavilov,
1 Pyotr Stolypin Ave., 4 building, 3 building, Saratov, 410012, Russia
larisalovtsova2018@mail.ru
+7 (904) 243-63-73
<https://orcid.org/0000-0003-3114-3840>

Margarita Vasilievna Zabelina,
Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department
of Technology of Production and Processing of Livestock Products,
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering
named after N.I. Vavilov,
1 Pyotr Stolypin Ave., 4 building, 3 building, Saratov, 410012, Russia
mvzabelina@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-2284-029X>

Alexander Vladimirovich Mayorov,
junior researcher,
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering
named after N.I. Vavilov,
1 Pyotr Stolypin Ave., 4 building, 3 building, Saratov, 410012, Russia
mayorovsar@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1237-2907>

Ivan Valentinovich Lovtsov,
post-graduate student of the Department of Production and
Processing of Livestock Products,
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering
named after N.I. Vavilov,
1 Pyotr Stolypin Ave., 4 building, 3 building, Saratov, 410012, Russia
bk-192@bk.ru

Timur Borisovich Tyapaev,
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the
Department of Technology of Production and Processing of Livestock
Products,
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering
named after N.I. Vavilov,
1 Pyotr Stolypin Ave., 4 building, 3 building, Saratov, 410012, Russia
<https://orcid.org/0000-0001-6724-3603>

Vladimir Svyatoslavovich Mavzovin,
Candidate of Mathematical Sciences, Associate Professor,
Department of Mathematics,
Moscow State University of Civil Engineering,
26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russia
mavzovin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8085-3315>

УДК 334.73.01

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-131-138

**С.Г. Головина, ✉
А.В. Ручкин**Уральский государственный аграрный
университет, Екатеринбург, Россия

✉ s_golovina@yahoo.com

Поступила в редакцию:
11.04.2023Одобрена после рецензирования:
05.05.2023Принята к публикации:
19.05.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-371-6-131-138

**Svetlana G. Golovina, ✉
Aleksy V. Ruchkin**Ural State Agrarian University, Yekaterinburg,
620075, Russia

✉ s_golovina@yahoo.com

Received by the editorial office:
11.04.2023Accepted in revised:
50.05.2023Accepted for publication:
19.05.2023

Роль кооперативов в устойчивом развитии сельских территорий

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В то время как цели устойчивого развития являются неперенной компонентой различных программ развития сельских территорий, некоторые из них сегодня настолько важны, что включаются в институциональные документы в качестве критериальных ориентиров для оценки успешности и динамики происходящих изменений. Тем не менее многие вопросы экономической, социальной и экологической устойчивости в границах сельского пространства остаются открытыми для научных исследований и практического применения. Особый интерес в связи с этим представляют роль и возможности местных хозяйственных единиц (в том числе сельскохозяйственных кооперативов) в реализации сформулированных международным сообществом целей (особенно касающихся экологии и климата), изменение имплементируемых ими методов и инструментов местного развития в обновленном внешнем и внутреннем контексте. Именно эти вопросы являются фокусом исследования, предпринятого с акцентом непосредственно на сельскохозяйственные кооперативы и местные сообщества.

Методы. В условиях, когда кооперация не получила должного распространения в российской среде, но имеет положительные результаты развития в других странах мира, изучение такого опыта, его анализ и обобщение являются основным приемом предпринятых изысканий. Теоретическая конструкция работы построена на базовых постулатах традиционной кооперативной теории и ее современных заключениях. Прогнозные обобщения относительно потенциала кооперации в достижении устойчивости в отечественной среде строятся на основе имеющих место лучших практик создания и функционирования кооперативов в международном пространстве, причем с учетом современных вызовов и угроз биологического, климатического и геополитического характера.

Результаты. Главный вывод заключается в том, что именно уникальная кооперативная идентичность, специфические принципы организации и функционирования, гибкость и адаптивность внутреннего устройства позволяют кооперативам, эффективно используя местные ресурсы, активно участвовать в достижении целей устойчивости, обеспечивая на селе решение многих экономических, социальных и экологических проблем.

Ключевые слова: сельскохозяйственный кооператив, устойчивое развитие, кооперативные принципы, кооперативная идентичность, экосистемные услуги

Для цитирования: Головина С.Г., Ручкин А.В. Роль кооперативов в устойчивом развитии сельских территорий. *Аграрная наука*. 2023; 371(6): 131–138. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-131-138>

© Головина С.Г., Ручкин А.В.

The role of cooperatives in the sustainable development of rural areas

ABSTRACT

Relevance. While the sustainable development goals are an indispensable component of various rural development programs, some of them are so important today that they are included in institutional documents as criteria for assessing the success and dynamics of ongoing changes. However, many issues of economic, social and environmental sustainability within the boundaries of rural space remain open to scientific research and practical application. of particular interest in this regard is the role and capabilities of local economic units (including rural cooperatives) in the implementation of the goals formulated by the international community (especially those related to ecology and climate), changing the methods and tools of local development, they carry out in an updated external and internal context. It is these questions that are the focus of this study, which is undertaken with a direct focus on agricultural cooperatives and local communities.

Methods. In conditions when cooperation has not received proper distribution in the Russian environment, but has positive development results in other countries of the world, the study of such experience, its analysis and generalization is the main method of the undertaken research. The theoretical construction of the work is based on the key postulates of the traditional cooperative theory and its modern conclusions. Predictive generalizations regarding the potential of cooperation in achieving sustainability in the domestic environment are built on the basis of existing best practices for the creation and functioning of cooperatives in the international space, taking into account modern challenges and threats of a biological, climatic and geopolitical nature.

Results. The main conclusion is that it is the unique cooperative identity, specific principles of organization and functioning, flexibility and adaptability of the internal structure that allow cooperatives, effectively using local resources, to actively participate in achieving sustainability goals, providing solutions to many economic, social and environmental problems in rural areas.

Key words: agricultural cooperative, sustainable development, cooperative principles, cooperative identity, ecosystem services

For citation: Golovina S.G., Ruchkin A.V. The role of cooperatives in the sustainable development of rural areas. *Agrarian science*. 2023; 371(6): 131–138 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-371-6-131-138>

© Golovina S.G., Ruchkin A.V.

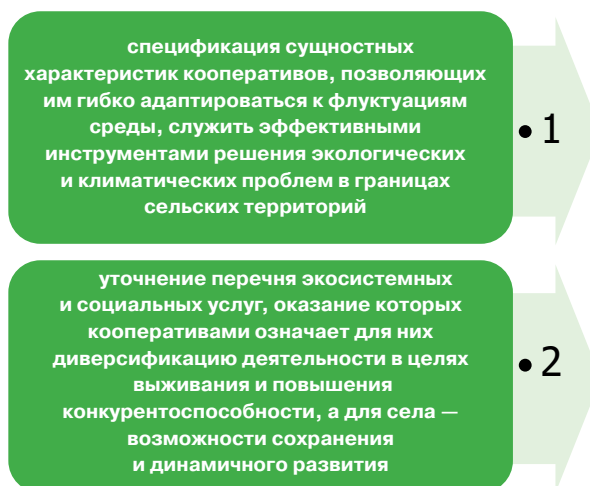
Введение / Introduction

Чрезвычайная ситуация, сложившаяся в последние годы в связи с пандемией COVID-19, осложняется сегодня обострением политической обстановки и негативными последствиями изменения климата, что требует от всех участников экономического процесса (и от общества в целом) новых моделей поведения, новых стратегий, новых текущих решений. Уже в 2021 г. многие международные организации и правительства большинства стран (включая российское) высказали наличие ряд вызовов и угроз биологического и климатического характера, определяя первостепенные задачи по борьбе с изменением климата и восстановлению экономики после пандемического кризиса [1, 2]. Следующий год (2022 г.) еще больше усугубил существующие экономические и социальные проблемы введением беспрецедентных внешнеэкономических санкций против Российской Федерации, изменением ситуации на международных рынках энергоносителей и, как следствие, ростом цен на ресурсы, товары и услуги во многих странах мира. Придерживаясь нацеленности мировой общественности на устойчивое развитие и признавая тот факт, что эксплуатация природы достигла неприемлемого уровня, правительства развитых и развивающихся стран столкнулись, с одной стороны, с необходимостью нести высокие расходы на реализацию текущей внутренней и внешней политики, с другой — с обязательствами придерживаться целей устойчивого развития, сформулированных в 2015 г. Генеральной ассамблеей ООН, и повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 г., являющейся также результатом обсуждения в 2020 г. данной проблематики в ООН. Констатируя тяжелые последствия отмеченных негативных явлений (пандемический кризис, климатические потрясения, нарушение экономических взаимоотношений) для всех стран, следует подчеркнуть актуальность концепции устойчивости в настоящее время, причем даже с учетом ее всестороннего обсуждения различные аспекты экономической, социальной и экологической устойчивости развития приобретают (в сложившейся на сегодняшний день среде) новый концепт и обуславливают новые подходы к решению возникающих трудностей.

Как демонстрируют реальная жизнь и результаты научных исследований, негативные следствия изменения климата (ухудшение состояния окружающей среды, природные катаклизмы), «коронакризиса» (локализация экономики, ограничения мобильности, потери человеческого капитала), ухудшения международной экономической и политической обстановки (разрыв сложившихся связей, дестабилизация рынков) оказывают неодинаковое воздействие на разные страны, территории, группы населения. Действительность такова, что наименее подготовленными к преодолению отмеченных явлений и смягчению их последствий оказались в территориальном разрезе сельские территории, с точки зрения благосостояния — население с невысокими доходами, с позиции структуры населения (а именно его возрастного и гендерного строения) — молодежь и женщины. Несмотря на то что потребность в продуктах питания менее чувствительна к кризисным проявлениям, сельхозтоваропроизводители и сельское население в целом ощущают их наиболее остро, а в границах сельского пространства возникает всё больше проблем как в самом аграрном производстве, так и в других отраслях сельской экономики и в сфере услуг. Причем на фоне многочисленных экономических и социальных сложностей проблемы, связанные

Рис. 1. Задачи исследования

Fig. 1. Research objectives



с экологией и климатом, не становятся менее значимыми.

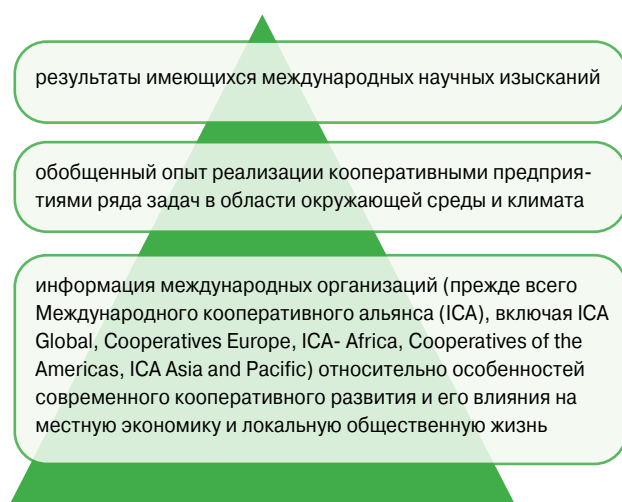
Цель исследования, результаты которого представлены в статье, заключается в изучении возможностей местных игроков, главным образом сельскохозяйственных кооперативов, в обеспечении устойчивого сельского развития и достигается с помощью решения ряда задач (рис. 1).

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Для верификации выдвинутой в исследовании гипотезы о высокой значимости кооперативов в устойчивом сельском развитии, особенно в современных условиях, был предпринят скрупулезный обзор того, как кооперативы действуют, решая задачи защиты окружающей среды, смягчения последствий изменения климата и адаптации к ним (помимо участия в росте благосостояния сельского населения, улучшении условий его жизнедеятельности и социального обеспечения). Следуя основным постулатам кооперативной теории, внимание уделено сохранению кооперативной идентичности, в частности возможностям реализации таких кооперативных принципов, как добровольность участия и открытость для него всем потенциальным членам, активная вовлеченность членов в хозяйственную деятельность кооператива, самостоятельность и автономность организации, образование и информирование, забота о сообществах (и другие), многие из которых важны для сохранения естественной сельской среды, местных ресурсов (земля, вода, леса, сельские ландшафты, биоразнообразие), сельской культуры и традиций [3]. Именно эти аспекты рассматриваются в статье как ключевые для устойчивого развития сельских территорий, векторы которого направлены на достижение экономической, социальной, экологической стабильности, причем на адекватном (с точки зрения требований современного общества) уровне. При этом исследование опирается на соответствующие релевантные сформулированным задачам источники (рис. 2).

Таким образом, проделанная для подготовки статьи работа в основном базируется на вторичных методах исследования (изучение научной литературы, обзоров, докладов, отчетов), структурированных интервью с заинтересованными сторонами, а также на отборе инновационных кооперативных практик в области защиты

Рис. 2. Источники обзорно-аналитического исследования
Fig. 2. Sources of review-analytical research



окружающей среды и создания благоприятных экосистемных условий в сельском пространстве.

Предпринятый анализ научной литературы предполагал прежде всего изучение классических работ по коллективному управлению природными ресурсами и потенциалу кооперативов в решении проблем устойчивого развития сельских территорий, начиная со статьи Г. Хардина (Hardin G. The Tragedy of the Commons, 1968 г.), в которой термин «трагедия общего достояния» предлагается на основе тщательного изучения данного явления [4], а затем работы Э. Остром (Ostrom E. Governing the Commons, 1990 г.), построенной вокруг вопросов коллективного управления общественным достоянием [5]. Акцент в работах такого уровня приходится на организуемое местными сообществами самоуправление общими (в том числе природными) ресурсами и его адаптацию к современной среде, а также на включение в этот процесс сельских кооперативов [6, 7].

Второй кластер публикаций, контент которых тщательно изучался для достижения обозначенной цели, объединил самые современные из них, в том числе посвященные (1) вопросам устойчивости сельских территорий в условиях современных вызовов и угроз, особенно биологического характера [2], (2) непосредственной связи устойчивости с состоянием экологии [8], (3) ключевой роли кооперативов в становлении и устойчивом развитии социально-экологической системы сельских территорий [9]. Основной научный посыл, сформулированный в ходе верификации выдвинутых в работе гипотез, заключается в том, что, во-первых, разнообразные стороны устойчивости сельских социальных, экологических и экономических систем тесно коррелируют с многофункциональностью сельских кооперативов, разнообразием их видов, полицентричными механизмами управления, которые кооперативы могут задействовать для решения экономических, социальных и экологических проблем, во-вторых, траектория развития кооперативов в международной системе измерения (в свете международной их эволюции), особенно в эпоху перехода от экономических систем, ориентированных сугубо на рост и прибыль, к целостной экономике, в которой приоритет отдается экологическому и социальному благополучию, развивается в направлении совершенствования их моделей, функций, спектра деятельности, причем таким образом, что они становятся всё более адекватными для внесения существенного вклада в достижение целей устойчивого развития.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Цели устойчивого развития, сформулированные в сентябре 2015 г. ООН и принятые многими странами как руководство к действию, повсеместно включаются в национальные проекты, отраслевые программы, другие государственные инициативы, придающие новый импульс глобальным усилиям по достижению устойчивого развития экономики и общества. Многие из 17 целей в области устойчивого развития непосредственно касаются сельского пространства и актуализируются на фоне пандемии COVID-19, затронувшей все аспекты сельской жизни и обострившей уже имеющиеся проблемы [10]. Причем пандемический кризис, с одной стороны, в определенной мере затруднил реализацию мероприятий, направленных на достижение устойчивости развития сельских территорий, с другой — открыл для многих действующих в их границах хозяйствующих субъектов новые перспективы, основанные на возможностях их участия в социальной, экономической и экологической сферах деятельности. Ключевым представителем такого ряда местных «игроков» (во многих странах с устоявшимися кооперативными практиками) становится кооператив, внутренняя идентичность, принципы, этические ценности которого как нельзя полно согласуются с целями устойчивого развития, особенно с теми из них, которые тесно связаны с социальными вопросами сельской действительности (сокращение бедности, улучшение питания, расширение прав и возможностей всех групп населения), экологической ситуацией (преодоление отрицательных последствий изменения климата, предотвращение разрушения сельских экосистем, ухудшения качества воздуха, воды, почвы), экономическим положением села (решение проблем низкой динамики развития, слабой инфраструктуры, низкого уровня цифровизации, проблем занятости, доходов, доступа к услугам) [11].

В свете отмеченных проблем и с учетом обозначенных международным сообществом целей устойчивости сельскохозяйственные кооперативы, благодаря уникальности их внутренней организации, особенностям целеполагания деятельности, возможностям привлечения местных (физических, человеческих, организационных) ресурсов, могут стать в решении задач обеспечения устойчивости сельского развития наиболее эффективными хозяйственными единицами. Такой существенный потенциал обусловлен прежде всего присущей кооперативам идентичностью, а именно основными кооперативными принципами, тесно коррелирующими с целями устойчивого развития. Так, первый принцип (добровольность и открытость членства) позволяет кооперативам сгенерировать эффект масштаба для их успешного функционирования, без чего невозможно обеспечить сельскому населению адекватную занятость и рост доходов, а также затруднительно выполнять другие (социальные, экологические) их функции на селе. Демократический контроль и управление организацией со стороны ее членов (второй кооперативный принцип) дают возможность кооперативу продвигать многие неэкономические ценности, которые становятся для сельских жителей всё более значимыми (сохранение сельского ландшафта, биоразнообразия, сельских традиций, культуры). Третий принцип (вовлеченность членов кооператива в его хозяйственную деятельность) обуславливает устойчивое сельское развитие, стимулируя различные виды активности на селе, повышая

конкурентоспособность «местных игроков» посредством поддержки малого и среднего сельского бизнеса, в том числе фермерского. Автономия и независимость кооперативной организации (четвертый принцип кооперации) позволяют ей проявлять самостоятельность в определении стратегий, выбирая те направления развития, которые согласуются не только с экономической целесообразностью, но и с социальными и экологическими предпочтениями. Пятый принцип (образование, обучение, информирование) способствует не только подготовке молодежи к кооперативной деятельности и ее участию в адаптации кооперативов к изменениям условий среды, но и развитию образования как такового, особенно сегодня, когда временная (относительная) изоляция территорий во время пандемии, с одной стороны, и современные технологии — с другой, существенно сказываются на условиях обучения сельских детей, в улучшении которых кооперативы могут принимать самое непосредственное участие. Реализация шестого принципа (кооперация среди кооперативов) помогает данным уникальным организациям укрепить свои лоббирующие позиции, включив отдельные кооперативы не только в кооперативные сообщества, но и в широкие сети, в которые (помимо кооперативов) входят различные государственные, коммерческие и прочие (представляющие гражданское общество) субъекты, расширив тем самым спектр опций для решения задач устойчивого развития. И наконец, седьмой принцип кооперации (забота о сообществах) самым непосредственным образом обязывает кооперативы участвовать в достижении целей устойчивого развития сельских территорий, а потенциал данного феномена (кооператив) предоставляет для этого уникальные возможности.

Следует подчеркнуть, что с целями устойчивого развития согласуются не только принципы, на которых выстраивается кооперативная деятельность, но и особенности организации и управления кооперативами [12]. Помимо того что кооперативы, как правило, возникают из-за реальной потребности в получении их членами какой-либо услуги или хозяйственной выгоды, их прибыль остается внутри организации и реинвестируется в определенные демократическим путем направления деятельности. Преобладание в кооперативах местных участников, вступивших в них благодаря открытому, неограниченному и добровольному членству, позволяет кооперативам всё более глубоко интегрироваться в местные сообщества, продвигая в реализуемых ими стратегиях разделяемые всеми общественные ценности, формирующиеся на конкретный момент времени и учитывающие особенности текущего периода. Благодаря специфике структуры кооперативной собственности и активной вовлеченности членов кооперативов в хозяйственную деятельность и управление кооперативы имеют значимые преимущества в обеспечении своей устойчивости в краткосрочной перспективе, а также (через сохранение активов и (неделимых) резервов) в реализации интересов будущих поколений. Таким образом, спецификация прав собственности в кооперативах, их приверженность принципу «один член — один голос» в управлении, а также поощрение процессов создания стоимости, а не ее изъятия, гарантируют его следование целям и задачам, обозначенным членами кооператива.

Еще одной сильной стороной кооперативной модели в достижении целей устойчивого развития является ее гибкость [13].

Относясь к какому-либо определенному сектору, сельскохозяйственные кооперативы одновременно могут

использовать свои ресурсы для удовлетворения некоторых других потребностей. Например, они в состоянии работать над защитой биоразнообразия посредством участия в управлении экосистемами, в том числе природными ресурсами. Более того, в научной литературе приводится множество практических иллюстраций того, как лесные массивы, дикая природа, земельные угодья успешно защищаются, управляясь демократическим путем с помощью кооперативной модели. В странах, где ценности взаимопомощи, солидарности, сотрудничества (дополняя ценности устойчивого развития) поддерживаются всеми участниками экономической деятельности, сервисные и отраслевые кооперативы стремятся уменьшить воздействие производственных процессов на окружающую среду и ограничить ее загрязнение [14].

Кооперативы также организуют предоставление экологически безопасных услуг, включая производство энергии из возобновляемых источников, эффективное производство экологически чистых продуктов, часто используя при этом новые (подходящие) технологии. Причем там, где рыночных или государственных решений недостаточно для достижения целей устойчивости, коллективные инвестиции в инфраструктуру через кооперативы могут помочь в предоставлении отдельных услуг сельским сообществам, становясь основой общественной поддержки и одновременно опцией применения местного опыта и знаний для динамичного и устойчивого развития территории.

Что касается такого важного аспекта устойчивости, как сохранение окружающей среды (прежде всего природных ресурсов, естественных ландшафтов, биоразнообразия), то и здесь имеются неоспоримые аргументы в пользу широких возможностей участия сельских кооперативов в решении соответствующих задач. Как показали результаты современных аналитических исследований в области кооперации, помимо отмеченных выше преимуществ кооперативной формы организации бизнеса (кооперативные принципы, модели спецификации собственности и управления), коллективный (кооперативный) подход может стать важным инструментом для построения и реализации новой теории ценности различных составляющих природной среды [15]. Это особенно значимо в то время, когда современные подходы и традиционные показатели стоимости, начиная с валового внутреннего продукта, не принимают в расчет многие компоненты природных богатств, не отражая реальных издержек, связанных с ухудшением состояния окружающей среды или сокращением природного капитала. Даже сегодня в экономической системе, в которой доминирует рынок, природа и большинство получаемых от нее выгод не имеют рыночной ценности, хотя играют решающую роль в функционировании многих отраслей экономики. Именно в связи с этим уместно акцентировать внимание на том, что по сравнению с акционерными компаниями, стимулы которых к экстернализации экологических издержек часто нейтрализуются стремлением к вовлечению всё новых природных ресурсов в растущее производство, кооперативы представляют специфическую форму бизнеса, признающую множественные формы капитала (включая социальный, природный, человеческий), учитывающую их ценность (стоимость) в своей деятельности, ставящую людей выше прибыли (что позволяет рассматривать кооперативную модель в качестве приоритетной для новой экономики) [16].

Обращаясь к примерам социальной и экологической деятельности современных кооперативов, важно

отметить, что она существенно различается как по содержанию, так и по объемам (в зависимости от размеров кооперативов, моделей их организации, фазы развития и других особенностей). Так, крупные кооперативные компании, чаще всего имеющие международный характер (по географии их членов, потребителей, источников капитала), благодаря значимым экономическим результатам перманентно и последовательно продвигают идеи устойчивого развития, несмотря на сложности сегодняшнего дня (связанные с последствиями пандемического кризиса, роста цен на энергоносители, разрушения сложившихся маркетинговых цепочек). Остановиться следует на примерах как из сельского, так и лесного хозяйства — отраслей, в которых кооперативы проявили свою результативность и значимость не только для своих членов, но и для окружающих их сообществ.

В результатах предыдущих исследований, посвященных деятельности современных (бизнес-ориентированных) кооперативных структур, уже были специфицированы опции участия таких организаций в обеспечении устойчивого развития сельских территорий, причем в качестве примера был выбран крупный молочный кооператив Arla Foods [17]. Если остановиться на его деятельности в настоящее время, в обстоятельствах новых рисков, обусловленных последствиями пандемии COVID-19 и новыми вызовами климатического и геополитического характера, то следует подчеркнуть, что слоган кооператива по-прежнему призывает всех его участников принимать меры «для наступления лучшего будущего», а в его миссии, во-первых, отмечается ответственность сельского хозяйства (и в частности, молочного производства) за угрозы климатического плана, во-вторых, подчеркиваются возможности отрасли внести положительный вклад в решение соответствующих проблем. Arla Foods находится при этом в центре таких решений. Как известно, Arla Foods является четвертой по величине молочной компанией в мире по объему потребления молока и крупнейшим производителем органических молочных продуктов. Предприятие представляет собой фермерский кооператив, в него входят 8956 фермеров из Бельгии, Дании, Германии, Люксембурга, Швеции, Нидерландов и Великобритании, в хозяйствах которых в общей сложности содержится более 1,5 млн коров. Полученное молоко перерабатывается на 60 предприятиях компании и используется для производства ряда молочных продуктов, реализуемых примерно в 140 странах мира, включая Россию. Мировые бренды Arla Foods включают Lurpak, Castello, Puck, Arla и некоторые другие, причем не менее известные.

Следуя целям устойчивого развития, компания Arla Foods выдвигает в качестве ключевого приоритета обеспечение растущего населения здоровыми и доступными продуктами питания. Кроме того, являясь производителями, переработчиками и перевозчиками молока, предприятия Arla Foods используют возможность отслеживания углеродного следа своей продукции на всех этапах хозяйственной деятельности (от фермы до потребителя) для реализации амбициозных задач в области сокращения выбросов парниковых газов. Располагая существенными экономическими ресурсами и придерживаясь концепции сохранения окружающей среды, Arla Foods еще в 2019 г. сформулировала специальную стратегию устойчивого развития до 2050 г., с помощью которой она планирует к этому времени (в Швеции — к 2045 г.) добиться нулевого уровня выбросов углерода по всей цепочке создания стоимости.

В качестве промежуточной цели для операций 1-й и 2-й категорий (производственные площадки, собственная логистика, использование энергии) определено сокращение выбросов парниковых газов на 63% к 2030 г., для операций 3-й категории (основное производство) — на 30% на 1 т стандартизированного потребления сырого молока и сыворотки к 2030 г. (по сравнению с 2015 г., принятым за базовый). Уникальные возможности Arla Foods в решении обозначенных задач и управлении сокращением углеродных выбросов детерминированы тем, что фермеры-поставщики одновременно являются владельцами кооперативного бизнеса, следовательно, могут взять на себя реальную ответственность за решение данной проблемы (83% выбросов парниковых газов кооператива приходится непосредственно на его фермы). Стремясь к достижению обозначенных ориентиров, Arla Foods применяет особые стимулы и вводит специальные инструменты. Так, для мотивирования владельцев-фермеров к достижению цели по сокращению выбросов Arla Foods выделяет до 3 евроцентов за 1 кг молока на мероприятия по устойчивому развитию, причем в дополнение к существующему 1 евроценту за предоставление соответствующих данных (исходя из текущего объема молока, поставляемого кооперативу, это составляет примерно 500 млн евро в год). Что касается инструментария, то в 2019 г. (параллельно с утверждением соответствующей стратегии) Arla Foods приняла решение инвестировать средства в специальный инструмент Climate Check для сбора и анализа данных о выбросах на фермах, предназначенный в конечном итоге для определения наилучших возможностей принятия мер в данной приоритетной области. Опираясь на результаты комплексной климатической проверки на 8000 ферм в семи европейских странах (2022 г.), Arla Foods сделала еще один важный шаг, позволивший ей быть в авангарде экологически устойчивого молочного производства, а именно установила зависимость цены молока, которую отдельный фермер Arla Foods будет получать от молочного кооператива за его деятельность, связанную с экологической устойчивостью. С этой целью кооператив внедряет модель поощрения устойчивого развития, основанную на данных климатической проверки и баллах для поощрения текущих и будущих мероприятий по обеспечению фермой сформулированных для нее показателей. В результате цена, которую фермеры Arla Foods получают за свое молоко, определяется не только содержанием жира, белка и другими показателями качества, но и их деятельностью в направлении достижения устойчивого развития.

И еще один важный момент. В то время как процесс использования предложенных компанией стимулов является добровольным, 95% фермеров Arla Foods, поставляющих 99% всего молока, уже зарегистрировали свои данные в созданной электронной платформе «Климатическая проверка 2022 года», а первая поощрительная выплата для них будет включена в состав ежемесячной цены на молоко в августе 2023 года.

Еще одной приоритетной областью реализации экологических (климатических) целей устойчивого развития является лесное хозяйство, в котором также имеются положительные практики внедрения различных инструментов достижения устойчивости функционирующими в нем кооперативами. Анализ имеющегося в этой области опыта показывает, что лесохозяйственные кооперативы, принимающие активное участие во всей цепочке создания стоимости соответствующей продукции, поощряют устойчивые методы производства

и перераспределяют связанные с лесом выгоды на местном уровне [18]. Члены кооперативов активно участвуют в управлении лесами, при этом излишек, полученный в результате экономической деятельности, перераспределяется на основе использования членами совместных продуктов и услуг или в зависимости от их вклада в работу организации. Важным для исследуемого вопроса фактом является то, что леса не только сокращают количество углекислого газа в атмосфере, но и сохраняют биоразнообразие, поскольку в них есть множество мест, в которых обитают тысячи различных видов живых организмов. В связи с этим вырубка лесов остается насущной глобальной проблемой, и хотя на ее решение выделяются существенные средства, внушительные лесные массивы ежегодно теряются в результате переустройства сельскохозяйственных угодий. По оценкам ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), в 2015–2020 гг. темпы обезлесения составили 10 млн га в год.

Одним из известных лесохозяйственных кооперативов, работающих над повышением экологической устойчивости, является кооператив Metsäliitto (финская лесопромышленная компания, финский кооператив). Согласно его уставу целью Metsäliitto является поддержка членов кооператива в процессах лесопользования и организации сбыта древесины, произведенной ее членами наиболее экономичным и технологически эффективным способом в соответствии с принципами устойчивого развития (для получения прибыли и извлечения хозяйственной выгоды). По состоянию на начало 2023 г. в Metsäliitto насчитывалось более 90 тыс. членов-лесовладельцев, которым в совокупности принадлежит около 50% всех частных лесов в Финляндии¹. В кооперативе работают 9500 сотрудников, а Metsä Group (дочерняя компания кооператива) в настоящее время ведет свою деятельность в 28 странах мира. Таким образом, являясь материнской компанией Metsä Group, кооператив Metsäliitto использует ее для обеспечения большей гибкости в организации его деловых операций, которые включают в себя закупку древесины, лесохозяйственные услуги, производство различных изделий из дерева.

Рассматривая экологическую сторону деятельности кооператива, важно подчеркнуть, что компания Metsä Group (именно она несет основную ответственность за достижение целей устойчивого развития) рассматривает свое сотрудничество с более мелкими партнерами как ключ к созданию эффективных экосистем, базирующихся, во-первых, на устойчивой биоэкономике, во-вторых, на экономике замкнутого цикла. Основная связь Metsä Group с окружающей средой заключается в том, что ее бизнес-модель зависит от роста лесов, которые, с одной стороны, используются в качестве поглотителей двуоксида углерода, с другой — обеспечивают возобновляемое сырье для различных биопродуктов. В итоге эффективное использование ресурсов и широкая сеть партнеров позволяют компании (и кооперативу в целом) производить биопродукты для различных конечных целей, таких как древесина для строительства, целлюлоза для бумаги, картон для упаковки, средства гигиены и возобновляемые источники энергии. В 2022 г. Metsäliitto обновил свои долгосрочные цели в области устойчивого развития, которых он стремится достичь к 2030 г. в соответствии с целями устойчивого развития, сформулированными ООН, и меняющейся бизнес-средой.

Для этого члены кооператива определили вопросы устойчивого развития, важные как для самого кооператива и его собственников, так и для заинтересованных сторон, таких как сельские сообщества, клиенты, потребители, инвесторы, субподрядчики, поставщики. Как результат, цели в области устойчивого развития охватывают всю цепочку создания стоимости, специфицируются конкретными показателями, ежеквартально рассматриваются Группой управления устойчивым развитием Metsä Group на предмет реализации, в определенной мере корректируются (особенно в разрезе осуществляемых мероприятий) по мере изменения контента среды.

В качестве практик, заслуживающих имитации и внедрения, следует отметить те из них, которые отличаются предельно индивидуальным подходом. Так, в 2022 г. в программу устойчивого развития кооператива были включены ежегодные личные цели каждого структурного подразделения и каждого сотрудника Metsä Group, за достижение которых в марте 2023 г. им выплачены дифференцированные вознаграждения. Что касается конкретных инициатив, Metsä Group стремится защитить биоразнообразие, увеличивая количество гниющей древесины в лесах, а именно сохраняя во время лесозаготовок высокие пни, которые через несколько лет начинают гнить, принося пользу грибам, насекомым и лесным птицам. Безусловно, это всего лишь одна группа мероприятий в программе устойчивости Metsä Group, но и она говорит о скрупулезности и ответственности в реализации концепции устойчивого развития.

И наконец, важно подчеркнуть, что не только детали программы устойчивости, но и сама кооперативная структура организации деятельности Metsäliitto важна для его долгосрочного стратегического планирования, способствующего устойчивому развитию. Так, временной горизонт таких планов для Metsäliitto составляет 25 лет, что доказывает концентрацию организации не на краткосрочной прибыли, а на долгосрочных экономических, экологических, социальных и культурных потребностях ее членов (кооператив стремится сохранить свои леса для нынешнего и будущих поколений). Кроме того, определенная кооперативом миссия строго согласуется с кооперативными ценностями и принципами (к примеру, с принципом «заботы о сообществах»). В связи с этим социальная деятельность Metsäliitto сосредоточена на обеспечении занятости населения (каждый год кооператив предлагает около 1000 летних рабочих мест), росте благополучия детей (предоставляет различные услуги в области социального ухода и образования), создании условий для развития молодежи (сотрудничает с университетами, организуя стажировки для студентов и подготовку ими сотен дипломных работ). Как подчеркивается в отчетах компании, именно устойчивость, долгосрочное видение и целостное применение экологически безопасных методов производства являются ключевыми компонентами успеха кооператива Metsäliitto. Резюме же данного эпизода исследования таково, что в долгосрочной перспективе (при соблюдении кооперативных ценностей и принципов, учете интересов членов и участников более широких сообществ) успешное управление лесным хозяйством и процветающий бизнес не только не исключают друг друга, но и тесно связаны между собой в движении к достижению устойчивого развития организации, отрасли, общества в целом.

¹ Arla Foods. Building strength in a volatile market. Consolidated Annual Report. 2021. Available from: https://www.arla.com/493351/globalassets/pdf-files/annual-report-2021/arla_consolidated_annual_report_2021_en.pdf (Accessed: 6th January 2023).

Выводы / Conclusion

Следует отметить, что в последние годы проблемы изменения климата и ухудшения состояния окружающей среды перемещаются из области политических дебатов в практическую плоскость, так как всё чаще признаются в качестве потенциальных источников катастрофических угроз для жизнедеятельности человека. Обзорно-аналитическая работа, предпринятая в ходе исследования, всесторонне верифицировала гипотезу о том, что кооперативы, в отличие от традиционных инвесторноориентированных фирм, имеют возможность, используя разнообразные местные ресурсы, вносить значимый вклад в политику устойчивого развития территорий на местном, национальном, региональном и международном уровнях. В связи с тем что теория кооперации в части ее роли в защите окружающей среды и противодействии изменению климата является областью, которая в настоящее время изучена недостаточно, акцент в работе приходится именно на данные аспекты деятельности сельскохозяйственных кооперативов. Как продемонстрировали многочисленные практики, проанализированные в ходе исследования, кооперативы все активнее вовлекаются в мероприятия как по адаптации к изменению климата, так и по смягчению его последствий. Широкие масштабы кооперативного

движения означают, что кооператив может стать той формой ведения бизнеса, которая окажется наиболее релевантной для решения местных проблем, связанных с климатическими аномалиями и ухудшением состояния окружающей среды. Международный опыт и некоторые отечественные примеры наглядно свидетельствуют, что коллективные способы ведения бизнеса, особенно в том случае, когда речь идет о сконцентрированных в границах определенных локальностей видах деятельности, базирующихся на местных ресурсах (земля, другие природные ресурсы, человеческий капитал), а также о жизнедеятельности сельских сообществ, стремящихся (помимо получения прибыли) к достижению высоких стандартов в поставляемых на селе экосистемных услугах, услугах образования, здравоохранения, социальной защиты, к сохранению местных традиций и культуры, часто оказываются наиболее перспективными. Для кооперативов альтернативный ответ на вызовы устойчивого развития уже заложен в саму модель предприятия, присущие ей кооперативные ценности и принципы. В результате кооперация, учитывая ее возможности в достижении устойчивости в новых условиях среды, в обстоятельствах высоких рисков и новых угроз, может и в теории, и на практике перейти из разряда модели прошлого в модель будущего.

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 выполнено при финансовой поддержке РНФ и правительства Свердловской области в рамках научного проекта № 22-28-20048

FUNDING:

The reported study was funded by the Russian Science Foundation and the Government of the Sverdlovsk Region, project number 22-28-20048

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Петриков А.В. Адаптация агропродовольственного сектора к постпандемической реальности. *Научные труды Вольного экономического общества России*. 2020; 223(3): 99–105. <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2020-223-3-99-105>
- Billiet A., Dufays F., Friedel F., Staessens M. The resilience of the cooperative model: How do cooperatives deal with the COVID-19 crisis? *Strategic Change*. 2021; 30(2): 99–108. <https://doi.org/10.1002/jsc.2393>
- Settee P. Indigenous Knowledge, Human Rights, And the Principles and Values of Co-Operation. *The Review of International Co-operation*. 2019; 105: 7–23.
- Hardin G. The Tragedy of the Commons. *Science, New Series*. 1968; 162(3859): 1243–1248.
- Ostrom E. Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge: *Cambridge University Press*. 1990; 280. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511807763>
- Lewis T.R., Cowens J. Cooperation in the commons: an application of repetitious rivalry. Vancouver: *University of British Columbia, Department of Economics*. 1983.
- Samuelson L. A note on uncertainty and cooperation in a finitely repeated prisoner's dilemma. *International Journal of Game Theory*. 1987; 16(3): 187–195. <https://doi.org/10.1007/BF01756290>
- Pérotin V. Worker Cooperatives: Good, Sustainable Jobs in the Community. *Journal of Entrepreneurial and Organizational Diversity*. 2013; 2(2): 34–47. <https://doi.org/10.5947/jeod.2013.009>
- Tortia E.C. Capital as common-pool resource: Horizon problem, financial sustainability and reserves in worker cooperatives. *Journal of Co-operative Organization and Management*. 2021; 9(2): 100137. <https://doi.org/10.1016/j.jcom.2021.100137>
- Узун В.Я. Продовольственная безопасность в условиях пандемии: риски и меры по их снижению. *Научные труды Вольного экономического общества России*. 2020; 223(3): 502–514. <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2020-223-3-502-514>
- Головина С.Г., Ручкин А.В. Развитие аграрной кооперации в современных условиях среды: эвристический потенциал междисциплинарных научных исследований. *Аграрная наука*. 2022; (10): 154–161. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-363-10-154-161>

REFERENCES

- Petrikov A.V. Adaptation of the agri-food sector to post-pandemic reality. *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*. 2020; 223(3): 99–105 (In Russian). <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2020-223-3-99-105>
- Billiet A., Dufays F., Friedel F., Staessens M. The resilience of the cooperative model: How do cooperatives deal with the COVID-19 crisis? *Strategic Change*. 2021; 30(2): 99–108. <https://doi.org/10.1002/jsc.2393>
- Settee P. Indigenous Knowledge, Human Rights, And the Principles and Values of Co-Operation. *The Review of International Co-operation*. 2019; 105: 7–23.
- Hardin G. The Tragedy of the Commons. *Science, New Series*. 1968; 162(3859): 1243–1248.
- Ostrom E. Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge: *Cambridge University Press*. 1990; 280. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511807763>
- Lewis T.R., Cowens J. Cooperation in the commons: an application of repetitious rivalry. Vancouver: *University of British Columbia, Department of Economics*. 1983.
- Samuelson L. A note on uncertainty and cooperation in a finitely repeated prisoner's dilemma. *International Journal of Game Theory*. 1987; 16(3): 187–195. <https://doi.org/10.1007/BF01756290>
- Pérotin V. Worker Cooperatives: Good, Sustainable Jobs in the Community. *Journal of Entrepreneurial and Organizational Diversity*. 2013; 2(2): 34–47. <https://doi.org/10.5947/jeod.2013.009>
- Tortia E.C. Capital as common-pool resource: Horizon problem, financial sustainability and reserves in worker cooperatives. *Journal of Co-operative Organization and Management*. 2021; 9(2): 100137. <https://doi.org/10.1016/j.jcom.2021.100137>
- Uzun V.Ya. Food security in a pandemic: risks and mitigation measures. *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*. 2020; 223(3): 502–514 (In Russian). <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2020-223-3-502-514>
- Golovina S.G., Ruchkin A.V. Development of agrarian cooperation in modern environmental conditions: heuristic potential of interdisciplinary scientific research. *Agrarian science*. 2022; (10): 154–161 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-363-10-154-161>

12. Moon S., Lee S.-h. A Strategy for Sustainable Development of Cooperatives in Developing Countries: The Success and Failure Case of Agricultural Cooperatives in Musambira Sector, Rwanda. *Sustainability*. 2020; 12(20): 8632. <https://doi.org/10.3390/su12208632>
13. Головина С.Г., Смирнова Л.Н. Сельскохозяйственная кооперация в условиях новых вызовов и угроз: от теоретических дискуссий к хозяйственной практике. *Аграрный вестник Урала*. 2021; (5): 71–88. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-208-05-71-88>
14. Birchall J. Innovation in the Governance of Large Cooperative Businesses: The Alarming Case of UK Co-operative Group. Hammond Ketilson L., Robichaud Villettaz M.-P. (eds.). *Cooperatives' Power to Innovate: Texts Selected from the International Call for Papers*. Lévis: International Summit of Cooperatives. 2014; 87–97.
15. Sokoli O., Doluschitz R. Cooperative evolvement through political era/epoch: Albanian's case and comparisons. *Ekonomika Poljoprivrede*. 2019; 66(1): 189–204. <https://doi.org/10.5937/ekoPolj1901189S>
16. Mwambi M., Bijman J., Mshenga P. Which type of producer organization is (more) inclusive? Dynamics of farmers' membership and participation in the decision-making process. *Annals of Public and Cooperative Economics*. 2020; 91(2): 213–236. <https://doi.org/10.1111/apce.12269>
17. Головина С.Г., Миколойчик И.Н., Полтарыхин А.Л., Журавлев П.В. Влияние человеческого капитала на успех деятельности сельскохозяйственного кооператива (на примере «Arla Foods»). *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021; 13(2): 262–283. (На англ. яз.) <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-2-262-283>
18. Viitala E.-J. Stora Enson ja Metsäliitto-konsernin metsien omistusjärjestelyt vuosina 2001–2005. *Metsätieteen aikakauskirja*. 2010; (3): 239–260. <https://doi.org/10.14214/ma.5905>

ОБ АВТОРАХ:

Светлана Георгиевна Головина,

доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник,
Уральский государственный аграрный университет,
ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия
s_golovina@yahoo.com
<https://orcid.org/0000-0002-1157-8487>

Алексей Владимирович Ручкин,

кандидат социологических наук, доцент,
Уральский государственный аграрный университет,
ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия
alexeyruchkin87@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6981-3080>

12. Moon S., Lee S.-h. A Strategy for Sustainable Development of Cooperatives in Developing Countries: The Success and Failure Case of Agricultural Cooperatives in Musambira Sector, Rwanda. *Sustainability*. 2020; 12(20): 8632. <https://doi.org/10.3390/su12208632>

13. Golovina S.G., Smirnova L.N. Agricultural cooperation in the conditions of new challenges and threats: from theoretical discussion to economic practice. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; (5): 71–88 (In Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-208-05-71-88>

14. Birchall J. Innovation in the Governance of Large Cooperative Businesses: The Alarming Case of UK Co-operative Group. Hammond Ketilson L., Robichaud Villettaz M.-P. (eds.). *Cooperatives' Power to Innovate: Texts Selected from the International Call for Papers*. Lévis: International Summit of Cooperatives. 2014; 87–97.

15. Sokoli O., Doluschitz R. Cooperative evolvement through political era/epoch: Albanian's case and comparisons. *Ekonomika Poljoprivrede*. 2019; 66(1): 189–204. <https://doi.org/10.5937/ekoPolj1901189S>

16. Mwambi M., Bijman J., Mshenga P. Which type of producer organization is (more) inclusive? Dynamics of farmers' membership and participation in the decision-making process. *Annals of Public and Cooperative Economics*. 2020; 91(2): 213–236. <https://doi.org/10.1111/apce.12269>

17. Golovina S., Mikolaychik I., Poltarykhin A., Zhuravlev P. The impact of human capital on the success of an agricultural cooperative (example of «Arla Foods»). *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021; 13(2): 262–283. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-2-262-283>

18. Viitala E.-J. Stora Enson ja Metsäliitto-konsernin metsien omistusjärjestelyt vuosina 2001–2005. *Metsätieteen aikakauskirja*. 2010; (3): 239–260. <https://doi.org/10.14214/ma.5905>

ABOUT THE AUTHORS:

Svetlana Georgievna Golovina,

Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher,
Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht str., Yekaterinburg, 620075, Russia,
s_golovina@yahoo.com
<https://orcid.org/0000-0002-1157-8487>

Alexey Vladimirovich Ruchkin,

Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor,
Ural State Agrarian University,
42 Karl Liebknecht str., Yekaterinburg, 620075, Russia
alexeyruchkin87@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6981-3080>

АКАДЕМИКУ РАН В.М. БАУТИНУ — 75 ЛЕТ!

27 мая 2023 года исполнилось 75 лет главному научному сотруднику ВИАПИ им. А.А. Никонова — филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ академику РАН, доктору экономических наук, профессору Владимиру Моисеевичу Баутину.



В.М. Баутин — видный ученый, экономист-аграрник, теоретик и организатор аграрной науки и образования в России, работающий над решением таких проблем, как научно-информационное и инновационное обеспечение АПК, устойчивое развитие сельских территорий, экономика механизации сельского хозяйства, информационных ресурсов и аграрного образования, вовлечение в хозяйственный оборот результатов интеллектуальной деятельности.

Владимир Моисеевич Баутин родился 27 мая 1948 года в крестьянской семье в поселке Дальнем (5-е отделение) севсвеклосовхоза «Хуторок» Новокубанского района Краснодарского края. Свою трудовую деятельность начал в 1966 году токарем откормсовхоза «Армавирский» Краснодарского края. После окончания в 1972 году Кубанского сельскохозяйственного института по специальности «экономика и организация сельского хозяйства» и получения квалификации «ученый агроном-экономист» работал в откормсовхозе «Армавирский» экономистом. В 1973–1975 годах — второй, затем первый секретарь Новокубанского райкома ВЛКСМ Краснодарского края, в 1975–1982 годах — ответственный за отдел научной молодежи ЦК ВЛКСМ, в 1982–1985 годах — начальник отдела кадров и аспирантуры, начальник управления кадров ВАСХНИЛ, в 1985–1988 годах — ученый секретарь, заведующий отделом, заместитель директора по научной работе ВНИИ информации и технико-экономических исследований агропромышленного комплекса (ВНИИТЭИагропром). С 1988 по 1998 год — директор Российского НИИ информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению АПК («Росинформагротех»), в 1998–2002 годах — руководитель Департамента науки и технического прогресса Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

С ноября 2002 года по май 2013-го был ректором Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К.А. Тимирязева, с мая 2013 года по май 2016-го — президент вуза, а до августа 2020-го — профессор кафедры управления и сельского консультирования. В настоящее время — главный научный сотрудник ВИАПИ им. А.А. Никонова.

Владимир Моисеевич известен научному и образовательному сообществу, практическим работникам АПК как эрудированный ученый, работающий над решением крупных и актуальных научных проблем.

В.М. Баутин является признанным лидером в разработке идеологии формирования информационно-консультационной службы АПК в России. В 1982 году во Всесоюзном НИИ экономики сельского хозяйства защитил кандидатскую диссертацию, а в 1992 году в Российском государственном социальном университете — докторскую. Особую актуальность и народнохозяйственное значение имеют научные труды, связанные с теоретическим обоснованием и разработкой практических предложений по созданию системы информационного обеспечения АПК.

Работая в Минсельхозе России, В.М. Баутин активно участвовал в развитии научного обеспечения АПК, разработке приоритетных направлений развития науки и техники АПК, реализации федеральных целевых и отраслевых научно-технических программ, руководителем и ответственным исполнителем ряда которых он являлся. В содержании представленных разработок В.М. Баутина просматриваются конкретные этапы, являющиеся современными откликами на текущую потребность агропромышленного производства, а также обосновывающие цели, задачи и пути их решения на перспективу.

Под руководством В.М. Баутина проведена большая работа по созданию системы выставочно-ярмарочной деятельности в Минсельхозе России. В 2000 году было принято распоряжение Правительства Российской Федерации о ежегодном проведении в начале октября Российской агропромышленной недели, включающей в себя Российскую агропромышленную выставку «Золотая осень», Международный форум и празднование «Дня работника сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности».

Академиком В.М. Баутиным опубликованы более 700 научных трудов, в том числе 52 книги, брошюры и монографии, 14 учебных пособий и учебников. Он является соавтором свыше 40 патентов, ряд его работ были изданы за рубежом. Им подготовлены 10 докторов и 17 кандидатов наук.

Владимир Моисеевич с 2006 по 2011 год являлся членом Совета при Президенте Российской Федерации по науке, технологиям и образованию, членом Межведомственного совета по присуждению премий



Правительства Российской Федерации в области науки и техники (2009–2014 гг.), членом коллегии Минсельхоза России (2001–2013 гг.), членом аттестационной комиссии Минсельхоза России (2009–2013 гг.), членом совета по вопросам агропромышленного комплекса России при Председателе Совета Федерации Федерального собрания Российской Федерации (2005–2015 гг.), членом совета по научно-инновационной политике при полномочном представителе Президента Российской Федерации в Центральном федеральном округе (2005–2014 гг.), членом Общественного совета при Минсельхозе России (2012–2014 гг.).

Признавая заслуги В.М. Баутина в международном сотрудничестве, университеты и академии 15 европейских стран и стран — государств СНГ избрали его почетным доктором и почетным профессором. Владимир Моисеевич награжден орденом Почета (2007 г.), орденом Дружбы (2003 г.), орденом Святого благоверного князя Даниила Московского III степени (2009 г.), медалью «За труды по сельскому хозяйству» (2008 г.), медалью «В память 850-летия Москвы» (1997 г.), медалью «В память 1000-летия Казани» (2005 г.) и многими региональными, отраслевыми и общественными медалями и дипломами. В 2005 году Минсельхоз России награждает В.М. Баутина высшей наградой — золотой медалью «За вклад в развитие агропромышленного комплекса России».

В.М. Баутин был неоднократно премирован и награжден почетными грамотами Минсельхоза России, Минобрнауки России, ВАСХНИЛ, РАСХН, Исполкома СНГ, Правительства Москвы, Московской городской Думы и медалями многих субъектов Российской Федерации. Неоднократно избирался депутатом районных муниципальных образований, является почетным гражданином Новокубанского района Краснодарского края.

В мае 2023 года Минсельхоз Российской Федерации присвоил академику В.М. Баутину звание «Почетный работник агропромышленного комплекса России».

Уважаемый Владимир Моисеевич, примите наши самые искренние поздравления. Желаем вам здоровья, добра, творческих успехов, неиссякаемой энергии и, конечно, талантливых учеников и последователей, вдохновленных вашими идеями. Пусть ваши замечательные качества человека и ученого будут залогом успеха дальнейшей плодотворной работы!

*Отделение сельскохозяйственных наук РАН,
Всероссийский институт аграрных проблем
и информатики им. А.А. Никонова —
филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ,
редакция журнала «Аграрная наука»*

КормВет **экспо** 2023

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

24 - 26 ОКТЯБРЯ

МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО», ПАВИЛЬОН 2

ПРОВОДИТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



**МИНСЕЛЬХОЗ
РОССИИ**



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
КОРМОВОЙ СОЮЗ**



РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР



FEEDVET-EXPO.RU

НАС ВЫБИРАЮТ ПРОФЕССИОНАЛЫ!

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

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



ШАНС
группа компаний

**Защита растений —
наша профессия!**



Опыт работы
с **2004** года



Производство
в России — на заводе
«Шанс Энтерпрайз»



Более **80** СЗР
и микроудобрений



50 представительств
в России и СНГ



Более **4000** клиентов
в России и за рубежом



24/7 круглосуточная
доставка и поддержка

Реклама.

Установите наше мобильное приложение



ДОСТУПНО В
AppStore
Для устройств **Apple**



ДОСТУПНО В
GooglePlay
Для устройств на **Android**



8-800-700-9036

shans-group.com